



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ANÁLISIS DE LOS ARTRÓPODOS ASOCIADOS  
A LA DESCOMPOSICIÓN DE *Mus musculus* L. EN  
LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE  
SAN ÁNGEL.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A:**

**ERICK DANIEL VILLAMIL RAMÍREZ**



**DIRECTOR DE TESIS:  
Nora Elizabeth Galindo Miranda**

**2016**

**Ciudad Universitaria, CDMX**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Hoja de datos del Jurado

### 1.- Datos del Alumno

Villamil

Ramírez

Erick Daniel

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

### 2.- Datos del Tutor

Dra Nora Elizabeth

Galindo Miranda

### 3.- Datos de Sinodal 1

Dr. José Luis

Navarrete Heredia

### 4.- Datos de Sinodal 2

Dr. Víctor

López Gómez

### 5.- Datos de Sinodal 3

M. en C. Iván Israel

Castellanos Vargas

### 6.- Datos de Sinodal 4

M. en C. Alicia

Rojas Ascencio

### 7.- Datos del Trabajo

Análisis de los artrópodos asociados a la descomposición del roedor *Mus musculus* L. en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Ciudad Universitaria, México. D.F.

Pág. 91

2016

Agradecimientos

Mi eterno agradecimiento a la M. en C. Patricia Jiménez Gutiérrez por su apoyo incondicional, su paciencia, sus consejos y sus regaños. Agradezco a mis tesoros Alejandro y Patricia, por mirar conmigo siempre adelante, por infundirme la confianza y el coraje para aferrarme a mis sueños, y por despertarme desde muy temprano.

A la Señora Luz Velia Ramírez González, mi madre, por todo su amor y sacrificio. A mis hermanos por compartir el sentido de la vida.

A la Dra. Nora E. Galindo Miranda por su confianza, acompañamiento y presencia. Una Maestra de vida.

A los Doctores Víctor López Gómez y José Luis Navarrete Heredia así como a los M. en C. Alicia Rojas Ascencio e Iván Castellanos Vargas, por sus inmejorables sugerencias, aportaciones y por tener fe en mí y en mi trabajo. Después de todo si existen los dragones.

A Rafa Gaviño por su amable ayuda, a Olivia Yañez, Santiago Vergara y Cristina Mayorga así como a Enrique Mariño y Anibal Villa, por su valiosa cooperación en este trabajo. A José Luis Morrone y Dr. Centeno por el material proporcionado.

A la familia Gutiérrez Gómez, Juan Manuel, Audelia, Betty, Maga, Licha, Guadalupe, la chica del nombre más largo que conozco, Mi hermano chico Jorge, y a "Pache".

A la familia Farías Gutiérrez, Víctor, Víctor y Rosy por su afecto y enseñanzas.

A la familia González Ramírez a Nacho, Nachin, Amparo y las primazas por su apoyo.

A la familia Guadalajarenses Díaz González, que me alimento y me brindó techo en mi estancia allá, Gaby y René.

A la hermandad del cubo, tremendos distractores y condiscípulos de los saberes arcanos y fantásticos.

A mis amigos: Elenacihuatl, Davidcoatl, Rafacatepetl, a Susy por prestarme a su marido para llevar a cabo el trabajo, al laboratorio de Micología Básica de la Facultad de Medicina y sus extraordinarias integrantes, Amelia, Hortencia y Dra Toriello, pero no se lo digan.

A las personas que me brindaron su confianza: Daniel Salgado, Araceli Morales, Marta Cortes y Adriana Ledesma

Y a mis amigos. Jorge Pereg, Tania Santana y Brenda Ramírez

Agradezco a todos mis Maestros, los buenos, los malos y los feos.

A:...

Mi familia pequeña, por crecer conmigo y por señalarme mis virtudes cuando insistía en ver  
mis errores.

A mi familia grande la natural y la adoptiva, a los presentes y a los ausentes.

A mis amigos, a los que son, los que serán y los que dejaron de ser

A mis maestros en experiencia y vida

A mis detractores; los voluntarios y los incidentales y a su insistencia

Al mundo y a la vida

“Porque todos somos maestros y alumnos a la vez”

## ÍNDICE

RESUMEN .....	- 6 -
INTRODUCCIÓN .....	- 7 -
OBJETIVOS .....	- 11 -
ANTECEDENTES .....	- 12 -
Historia de los insectos de importancia forense .....	- 13 -
Clasificación actual de los insectos con importancia forense .....	- 17 -
Sitio de estudio .....	- 22 -
ESTRATEGIA METODOLÓGICA .....	- 24 -
FASE 1:    Colecta de campo .....	- 24 -
Etapa 1. Siembra de cuerpo .....	- 25 -
Etapa 2. Colecta .....	- 26 -
Fase 2:    Gabinete .....	- 28 -
Etapa 1. Transporte .....	- 28 -
Etapa 2. Identificación .....	- 28 -
Fase 3    Preparación.....	- 29 -
Etapa 1 Montaje.....	- 29 -
Etapa 2 Conservación .....	- 29 -
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	- 30 -
Análisis de las Colectas .....	- 30 -
Huevecillos .....	- 49 -
Larvas .....	- 50 -
Pupas .....	- 52 -
Grupos de artrópodos encontrados en estado adulto .....	- 53 -
<i>Subphylum Hexapoda: Entognatha</i> .....	- 53 -
O. Collembola .....	- 53 -
<i>Subphylum Hexapoda: Insecta</i> .....	- 53 -
O. <i>Diptera</i> .....	- 53 -
O. Hymenoptera .....	- 66 -
O. Blattaria .....	- 68 -
O. Hemiptera .....	- 69 -
Subphylum Cheliceromorpha: Clase Arachnida .....	- 70 -
O. Pseudoscorpiones .....	- 71 -
Subphylum Cheliceromorpha: Clase Acarida .....	- 72 -
Subphylum Crustacea: Clase Malacostraca .....	- 73 -
Subphylum Myriapoda: Clase Diplopoda .....	- 73 -
DISCUSIÓN GENERAL .....	- 74 -
Cría de larvas colectadas .....	- 74 -
Estados de descomposición .....	- 74 -
Luz y Sombra.....	- 75 -
Niveles ecológicos .....	- 75 -
CONCLUSIONES .....	- 80 -
LITERATURA CITADA .....	- 81 -

## RESUMEN

En el presente trabajo se aborda la diversidad de artrópodos asociados con el proceso de descomposición de cadáveres de *Mus musculus* (Linneo, 1758) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, México, en un periodo comprendido de septiembre a diciembre.

Se realizaron las colectas colocando los cadáveres bajo la luz directa del sol y en sombra. Se llevó a cabo la identificación taxonómica y más del noventa por ciento son insectos; los órdenes más numerosos y que se encontraron durante la mayor parte del proceso son Díptera y Coleóptera, también se encontraron individuos de los grupos Formicidae, Dermaptera, Blattaria. Otros artrópodos encontrados pertenecen a los grupos de Araneae y Pseudoescorpionida, Acarida, Crustacea y Myriapoda

Los periodos de visita fueron variables; además se identificaron los momentos específicos de visita de la entomofauna del lugar. Existió diferencia entre los organismos que fueron colectados sobre los cadáveres en luz y los puestos a la sombra, además se observaron conductas como carnivoría y depredación.

## INTRODUCCIÓN

Los artrópodos son un grupo muy diverso y con gran distribución, además tienen funciones tróficas como desintegradores. Algunos de ellos como los dípteros tienen una gran importancia ecológica, ya que pueden explotar diferentes fuentes nutricionales, dependiendo de su fase de desarrollo. En la naturaleza es común encontrar ejemplares de la misma especie con diferentes hábitos nutricionales, en distintos estados de desarrollo (Molina-Chávez *et al.*, 2006).

Las moscas de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae son además especies predominantemente sarcosaprofagas o coprofagas, (Mariluis y Schnack 2002) es decir, que se alimentan de materia en descomposición y heces respectivamente.

En la década de los noventa del siglo XX, los insectos se convirtieron en una herramienta importante en las investigaciones criminalísticas, sobre todo en los casos de homicidios (Romoser, 1994); debido a la sucesión ecológica resultante de los cambios físicos y químicos del sustrato y en la atracción diferencial de insectos (Gullan, 2000). Los coleópteros, así como los dípteros, pueden ser utilizados en medicina legal para detectar la fecha aproximada de un deceso ya que poseen hábitos alimenticios similares (Morone, 1999).

Los factores abióticos que mayormente influyen en la determinación de la sucesión ecológica son:

- A) Geográficos; considerando que no sólo variarán por estación sino también por latitud y altitud
- B) Microclimáticos (Gullan, 2000)

La entomología forense es el estudio de los insectos asociados a un cadáver humano para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte hasta que es examinado (Magaña, 2001), y en algunos casos, determinar las circunstancias de la muerte, momentos que anteceden o preceden a la misma (González y Labrador, 2003).

Podemos conocer el tiempo que un cadáver lleva en un sitio y el periodo *post mortem* utilizando los métodos convencionales, sin embargo también es posible hacer una estimación usando insectos del área asociados a cadáveres; además de obtener información de relevancia de algunos sucesos asociados a la muerte como el movimiento después del deceso (Morrone, 1999) o heridas que pueda presentar (Magaña, 2001), (Catts & Haskell, 1997).

Los artrópodos son organismos muy importantes para la descomposición de los cadáveres, al no estar presentes, los estados de descomposición cadavérica son diferentes ya que la presencia de artrópodos altera el sustrato; por ejemplo, en la presencia de los artrópodos se puede observar los estados de descomposición fresco, hinchado, activo, avanzado, seco y esqueletización, mientras que en ausencia de éstos sólo se presentan las fases de fresco, hinchado flácido, deshidratado y momificado (Payne 1965 en Castillo, 2002), como resultado de la acción de las bacterias y microorganismos.

La relación entre los artrópodos y los cadáveres es compleja. Los artrópodos asociados a cadáveres son atraídos a éstos, los insectos y otros organismos vienen por olas sucesivas (Jolivet, 1988) respondiendo a la atracción que genera un cadáver en los diferentes estados de descomposición.

Por otro lado no todos los insectos y los artrópodos capturados o vistos en el lugar tienen hábitos necrófagos, pues algunos taxa pueden ser incidentales (Catts & Haskell, 1997). Por lo cual es necesario el conocimiento de ciertas conductas y hábitos específicos como la oviposición y larviposición de algunos individuos de los organismos involucrados en la degradación del cadáver, así como la dependencia del sustrato, ya que no sabemos a ciencia cierta las preferencias que tienen estos.

La descomposición de los cuerpos dependerá de factores mencionados, debido a lo cual encontraremos diferentes estados de descomposición en el mismo cuerpo. Uno de los factores que más influyen en la velocidad de descomposición de un

cadáver es el conjunto de condiciones atmosféricas, especialmente la temperatura ambiental (Castillo, 2002). Las moscas difieren en abundancia por región, tipo de hábitat y de estación del año (Catts & Haskell, 1997)

La intención de este trabajo es la de caracterizar la entomofauna asociada a cadáveres de *Mus musculus* L. en la reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, con la finalidad de encontrar una relación entre la fauna asociada a este modelo y la fauna asociada a humanos para contar con información de referencia y determinar patrones.

El estudio se realizó en un área protegida con el objeto de reconocer los organismos asociados a la descomposición cadavérica procurando las condiciones más naturales posibles para la descomposición cadavérica, evitando grandes mamíferos como perros, tlacuaches y otros vertebrados omnívoros e intervenciones humanas incidentales (por ejemplo corredores, guardias etc.), que pudieran afectar los resultados. Además de alejar el cadáver de sustancias químicas externas (desodorantes insecticidas y otros químicos) y de vialidades como senderos que pudiesen alterar el cuerpo o la visita de los organismos asociados.

Una vez que obtenemos datos acerca de los elementos que integran la entomofauna y de la relación de estos organismos con los periodos intrínsecos de descomposición de un cadáver, se facilita la obtención de datos como periodo *post-mortem*. Así se consigue una base de datos que se puede utilizar posteriormente y hacer una colección de referencia.

El modelo utilizado fue *Mus musculus* (Linneo 1758), un pequeño roedor del Orden: Rodentia y de la familia Muridae, cuyo color puede variar del blanco al negro pasando por el café y gris. Su fórmula dental es: I (1,1), C (0,0), P (0,0), M (3,3). Su distribución es cosmopolita debido a la actividad humana (Álvarez-Romero, 2005).



Figura 1. *Mus musculus* (Linneo 1758)

La utilización de insectos para determinar el periodo *post mortem* es un aliciente para la realización del estudio, ya que la determinación del tiempo transcurrido desde la muerte puede ser bastante preciso.

En México, el estudio de los insectos está reducido a pocos especialistas en grupos de artrópodos, aún menor es la afluencia y el interés por ramas aplicadas. A pesar de la situación geográfica de nuestro país entre la zona Neártica y Neotropical, que favorece a la presencia de especies de ambas zonas y forma un corredor biológico de contacto entre las dos biotas, además de tener un gran nivel de endemismos (Halffter 1987) lo cual aportaría resultados distintos y relevantes en las investigaciones forenses.

## OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo es conocer la entomofauna asociada a cadáveres de *Mus musculus* L. en la reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel con la finalidad de contar con información de referencia de organismos asociados a cadáveres y su comportamiento, para compararlos con la fauna asociada a cadáveres humanos encontrados en otros sitios similares.

Los objetivos particulares derivados del anterior son:

- Caracterizar la entomofauna de cada estado de descomposición de *Mus musculus* en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.
- Determinar la diferencia entre la entomofauna presente en cadáveres de *Mus musculus* L. colocados a luz directa y en sombra en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel

## ANTECEDENTES

Las poblaciones de insectos se modifican a lo largo del tiempo y responden a los cambios en el biotopo dando paso a una sucesión donde un organismo reemplaza a otro hasta alcanzar un clímax o estabilidad (Fraume, 2006). La sucesión ecológica es el proceso de cambio en las especies en una población o comunidad durante el tiempo, este cambio ocurre a la llegada y establecimiento de distintos organismos, los cuales reciben el nombre de colonizadores éstos son especies regionales y su composición variará dependiendo de su proximidad con la fuente del recurso, la alteración de la composición de sustrato (Scholwalter, 2000). En los cadáveres se produce una progresión sucesiva de artrópodos que utilizan los restos en descomposición como alimento y como su hábitat (Magaña 2001). Como todo sustrato orgánico, el cuerpo está sujeto a cambios en el tiempo (Magaña, 1997).

Los restos de cadáveres expuestos presentan un cambio progresivo y varían como fuente de alimento y hábitat para un gran número de organismos. Los artrópodos son el grupo principal de la biota asociada a cadáveres y muchos taxa arriban en patrones de sucesión predecibles (Goff y Odom, 1987).

Los artrópodos necrófagos dejan señales a su paso por el cadáver (larvas e insectos muertos) que permiten establecer la cronología de la sucesión, la cual, se ha documentado, depende de varios factores tales como (Trujillo 2002):

- Grado de degradación: etapa de descomposición del cadáver.
- Situación del cuerpo: ubicación espacial, si está sumergido, enterrado sobre algún sustrato en particular, etcétera.
- Estación del año: época del año en la que se encuentra.
- Causa de muerte: si el cadáver presenta heridas o no y el tipo de éstas.
- Región geográfica: la ubicación geográfica del cadáver.

La descomposición humana y de otros organismos genera una gran cantidad de detritos, los cuales son procesados por diferentes grupos de artrópodos: Diptera (moscas), Coleoptera (escarabajos) e Hymenoptera (principalmente hormigas). En ocasiones se presentan organismos como Acarida (ácaros), Araneae (arañas), Lepidoptera (mariposas y polillas), Pseudoscorpionida, Blattaria (cucarachas) y

Dermaptera (tijerillas), que están asociados al cadáver pero no tienen relación directa con la descomposición (Catts y Haskell, 1997). Los cadáveres humanos son procesados por los insectos descomponedores del mismo modo que el resto de los animales (Catts y Haskell, 1997).

El intervalo *post-mortem* de los organismos cuando se usan insectos como indicadores puede describirse según:

- a) Las especies de artrópodos presentes.
- b) El estado de desarrollo en el que se hallan los insectos asociados (Oliva, 1997).

Los grupos más importantes por abundancia son los Diptera y Coleoptera (Catts & Haskell, 1997).

### ***Historia de los insectos de importancia forense***

Desde las primeras civilizaciones los insectos han captado la atención de la humanidad y han intrigado a los sacerdotes con su conducta.

En Babilonia y Egipto, las moscas fueron amuletos, en Siria fueron considerados dioses (Baalzebub, el señor de las moscas), así como una de las plagas en la historia bíblica del Éxodo (Magaña, 2001).

Por otro lado, los Egipcios adoraban a los escarabajos debido a la ideología que giraba en torno a él, es el símbolo del dios Khepera, es decir el que vuelve o rueda, ya que se creía que Khepera hacía mover al Sol como el escarabajo hace rodar su bola de excremento. El dios simboliza, además la resurrección (Brodrick y Morton, 2003). Esto asociado probablemente a la presencia de estos en los cadáveres.

Durante muchos años después los insectos han sido objeto de análisis y estudios con la finalidad de descubrir todos sus secretos. Una de las conductas de mayor interés en los últimos años es la relación que tienen con la descomposición de cadáveres.

Los artrópodos involucrados en la sucesión sobre un cadáver humano han sido identificados hace mucho tiempo. Tal es el caso de *Phaenicia* sp (la "mosca verde")

y *Calliphora* sp (la mosca azul), que se mencionaron por primera vez hace 6 300 años, en el primer listado de zoología de la serie de Hurra-Hubulla. El tipo de desarrollo de las moscas era conocido desde el antiguo Egipto, ya que se encontró en la boca de una momia la inscripción “Los gusanos no se volverán moscas dentro de ti” (papiro Gized n° 18026:4:14 en Magaña, 2001).

En Irán, en los principios religiosos se encuentra la costumbre de colocar a sus muertos en construcciones expuestas para que sean purificados por las moscas de la carroña, ya que estas se alimentan de un cuerpo humano en putrefacción y limpian de impurezas el cadáver, después de esta purificación pueden ser enterrados o quemados pues no debe de tocar sustancias puras como el fuego, la tierra o el agua sino hasta que este puro (Reinach, 1944).

El primer caso documentado de la solución de un caso resuelto por entomología forense data del siglo XIII aproximadamente en 1235 y aparece en un manual de medicina china. Este ocurrió en una aldea china referente a un homicidio, en donde se encontró el cuerpo de un labrador degollado por una hoz en un arrozal. Sung Tz'u, el comisario de la aldea y primer investigador forense, para resolver este suceso, congregó a los labradores que podían estar relacionados con la víctima, haciéndolos depositar sus hoces en el suelo y al aire libre, las moscas se vieron atraídas por una de ellas, debido a los restos de sangre y tejidos presentes en ésta.

Por otro lado fue Francesco Redi en 1668 en Italia quien refutó la teoría de la generación espontánea (Mavaréz-Cardozo *et al.* 2005), (Catts y Haskell, 1997) e inició las indagaciones acerca de los gusanos que aparecían sobre la carne muerta, con observaciones sobre los distintos organismos y de cómo llegaban o aparecían en un cuerpo muerto (Castillo, 2000). Del cual, distinguió cuatro tipos de moscas muy recurrentes: *Calliphora vomitoria* (las moscas azules); *Sarcophaga carnaria* (las moscas negras con franjas grises); *Musca domestica* o quizá *Curtonevra stabulans* (las moscas comunes) y *Lucila caesar* (la mosca verde dorada).

En 1848 Emmanuel Orfila dio a conocer a los insectos que se alimentaban de los cadáveres (Bonnet 1980 en Martínez-Ruvalcaba, 2007) y posteriormente, Bergeret (1855, citado por Castillo-Miralbes, 2002) usó por primera vez los insectos

como indicadores en un caso forense, para determinar el tiempo posterior a la muerte.

Megnin (1894, citado por Castillo-Miralbes, 2002) describió ocho grupos de artrópodos que invaden los cadáveres, a los cuales llamó “Las cuadrillas de la muerte” (Les escuadrilles des voyageurs de la mort) y afirmó que los organismos asociados llegaban en oleadas.

Morrone (1999) caracteriza las oleadas de la siguiente manera: en la primera oleada están los insectos que llegan aun antes de la muerte principalmente dípteros de la familia Calliphoridae, y los generos *Phaenicia* y *Lucilia* (Moscas verdes y azules); en la segunda los que son atraídos por el olor del cuerpo por ejemplo, los Diptera, Familia: Sarcophagidae (Moscardones de la carne), en tercer lugar los que son atraídos por la aparición de los ácidos grasos; en la cuarta oleada los que responden a la fermentación de proteínas como son la familia de dípteros Fannidae y Piophilidae; en quinto lugar están los que llegan en la licuefacción de los tejidos, la presencia de amoníaco como es la familia Muscidae. Cuando ésta da paso a la sexta los insectos que desecan el cuerpo aparecen además de otros grupos como los Acarida, en la séptima oleada los insectos acuden al cadáver seco sobre tejidos restantes, uñas, pelo y restos de ropa como los coleópteros de la familia de coleópteros Dermestidae.

Los coleópteros son los principales integrantes en la última oleada, dos o tres años después del deceso (Fuentes, *et al.* 2007). Por otro lado Megnin (1894) describe la sucesión de los insectos en el tiempo, relacionada estrechamente con el proceso de descomposición del cadáver de un humano

En 1906 Lacassagne efectuó una revisión del trabajo de Megnin, para sintetizar y asignar el tiempo a cada una de las cuadrillas (Bonnet, 1980 en Martínez-Ruvalcaba, 2007)

Posteriormente continuaron los experimentos con la finalidad de homogenizar la descripción ecológica de las especies que eventualmente aparecían en la carroña. Knipling en 1936 (Citado por Castillo-Miralbes, 2002), publicó una guía descriptiva y de identificación para larvas del primer estadio más comunes en la carroña. Chapman & Sankey (1955, citado por Castillo-Miralbes, 2002) hicieron un estudio

de los artrópodos asociados a conejos expuestos a diferentes variables como humedad y luminosidad en el que identificó 3 estados de descomposición y 41 taxa.

Bornemizza (1956) en Australia, hizo un estudio de la asociación de artrópodos con cadáveres de cobayos, donde determinó cinco estados de descomposición y además encontró la relación entre la fauna carroñera y el suelo.

Payne en 1965 (Castillo-Miralbes, 2002) determinó seis estados de descomposición y concluyó que ésta es más lenta en ausencia de los artrópodos, además caracterizó un grupo particular de organismos para cada fase de putrefacción y encontró un total de 522 especies. En Polonia, Nabaglo (1973) observó en un estudio con ratones, tres estados de descomposición en donde se distinguen algunas etapas de la sucesión cadavérica y los participantes de tres niveles tróficos, que denominó: a) la fauna necrófaga, a los que se alimentaban sólo del cadáver, b) la fauna necrófila, los que se alimentan del cadáver y de los primeros y c) la fauna asociada, los que se alimentan sólo de los dos primeros, es decir, los depredadores.

Smith (1989), publicó el primer libro de entomología forense. En el año 1990 Catts y Haskell publicaron el manual "Entomology & Death A procedural guide", en el que se explican procedimientos y reglas de entomología forense en un marco médico-legal.

Hegazi *et al.*, 1991 analizaron la comunidad de artrópodos asociados o relacionados con cadáveres de peces y serpientes; concluyeron la identificación de 30 especies de insectos de los órdenes Diptera, Coleoptera e Hymenoptera (Castillo-Miralbes, 2002). Galante & Marcos-García (1997), realizaron una descripción en el boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, de insectos necrófagos y descomponedores de cadáveres de cerdos *Sus scrofa* L (colonizadores secuenciales) influenciados por las condiciones ambientales. En ese mismo año González (1997) presentó un resumen de las fases de descomposición, las escuderas de artrópodos carroñeros (Castillo-Miralbes, 2002).

Tomberlin & Adler (1998), llevaron a cabo un estudio sobre los artrópodos que colonizan temporalmente los cadáveres de ratas en dos distintas temporadas (en

verano e invierno). Mientras que en verano se encontraron 30 especies de insectos, en invierno no se colonizaron

En la actualidad la entomología forense se ha difundido con una gran aceptación en países como: Estados Unidos, Colombia, Argentina, Francia y España. Los estudios actuales de la fauna asociada a cadáveres en México son muy escasos (González y Labrador 2003).

Existen pocas evidencias de investigaciones que tratan directamente sobre Entomología Forense. Entre los trabajos más destacados se encuentra la obra de Jason Byrd y James Castner (2001), titulada "Forensic Entomology; The utility of Arthropods in legal Investigations" publicado en el año 2001 (Mavárez-Cardozo, Espind de Ferreira, Barrios-Ferrer & Ferreira- Paz 2005) ya que aplica los conocimientos directamente en materia legal.

### ***Clasificación actual de los insectos con importancia forense***

Merritt (2001) divide a los artrópodos asociados a cadáveres en cuatro grupos de acuerdo a sus hábitos alimenticios, los cuales son:

1.- Necrófagos, especies que se alimentan de los tejidos del cuerpo (e.g. Díptera y Coleoptera).

2.- Omnívoros y necrófilos, especies que se alimentan tanto del cadáver como de los mismos organismos necrófagos. (e.g. Arácnidos y pseudoscorpiones)

3.- Parásitos y depredadores, especies que parasitan o depredan los estadios larvales de los necrófagos y/o los necrófilos. (e.g. Hymenoptera)

4.- Incidentales o fauna accidental, especies que utilizan el cadáver como una extensión de su hábitat. (e.g. Hemiptera y Orthoptera)

Por otro lado una vez que el organismo ha muerto, en el cadáver se presentan cambios físicos y químicos, de los cuales se reconocen cinco estados de descomposición en (Merritt, 2001). Los cuales se explican a continuación.

1.- *Estado fresco*. Considerado desde la muerte hasta la hinchazón del cuerpo, caracterizado por la falta de olor, se produce ácido láctico como resultado de una

fermentación anaerobia, pero sin endurecimiento de los músculos (*rigor mortis*). Los insectos encontrados en este período son adultos, y termina con la observación del enramado venoso debido a la transformación de la hemoglobina, y con la aparición del *rigor mortis*, esta fase dura de 1 a 2 días (24-48 h). Los insectos que se encuentran con mayor frecuencia son: *Phaenicia* spp. y *Lucilia* spp. (moscas verdes), además de la familia Calliphoridae (moscas azules) (Morrone 1999).

2.- *Estado de hinchazón*. Se hace evidente la producción de gases, debido a la acción bacteriana, y como consecuencia de ésta se presenta el olor característico. Ocurre la salida de líquidos, heces y mucosas por los orificios naturales del cuerpo como son la boca, la nariz, los oídos y el ano; además, la epidermis es fácilmente desprendible, al final de esta etapa comienza el desgarramiento de los músculos abdominales. El tiempo de duración de este período es entre 2 y 6 días (48-144 h) (Merritt 2001). Los insectos son atraídos por la putrefacción cadavérica, entre estos los más comunes son las moscas de la familia Sarcophagidae (moscardones de la carne) (Morrone, 1999).

3.- *Estado de descomposición activa*. Inicia con el estallamiento de los músculos abdominales, momento en el que se liberan los gases contenidos en el cuerpo y finaliza cuando ocurre la transformación de los tejidos en una masa putrilaginoso y la temperatura corporal va en descenso. La duración de este período es entre 2 y 6 días (entre 120 y 264 h). La acción primaria de descomposición está dada por larvas de distintos estadios de dípteros (Merritt, 2001).

4.- *Estado de descomposición avanzada*. También es llamada fermentación butírica. Este período se caracteriza porque ocurre la fermentación caseica o de proteínas, la fermentación amoniacal, y además se licúan los tejidos blandos restantes. Se reconoce por la desecación del cadáver, seguida de un olor rancio, ocasionado por la fermentación de los ácidos grasos. La temperatura es igual a la del ambiente y la cantidad de agua en el cadáver disminuye. Ocurre entre el día 10 y 25 después de la muerte (240-600 h).

La proporción alta de ácido sulfhídrico que suelen tener los gases resultantes de la actividad bacteriana, así como otros compuestos de azufre y hierro, hacen que el cadáver presente coloraciones negruzcas (pseudomelanóticas) (Shulz 1985); el

color negro es resultado de la combinación del sulfuro de hidrógeno con el hierro de la hemoglobina (Runnells, 1970).

Los insectos que se presentan en este período son Coleopteros de las familias: Dermestidae, Histeridae pupas de diptera, Lepidoptera (polillas de la mantequilla) (Morrone, 1999). La fermentación caseíca provoca la visita de la familia Muscidae (moscas comunes) y la familia Piophilidae (gusanos del queso) del Orden Diptera, Acaros (Acarida) y atrae al género *Fannia* o moscas de letrina que absorben los restos putrilaginosos.

5.- *Estado seco*. Sólo se observan huesos, pelo y a veces uñas, se presenta desde el día 25 posterior a la muerte. La pérdida de agua es de cerca del 90% el olor es igual al del sustrato o la superficie donde se encuentra el cuerpo. Los insectos visitantes son algunos Dermestide como; *Dermestes maculatus*, *Lepidoptera* (polillas), Histeridae y de la fauna accidental o incidental. El cadáver puede estar parcial o totalmente momificado, Merritt (2001) menciona como último estado de descomposición el estado seco, pero la momificación constituye un proceso conservador del cadáver caracterizado por la deshidratación o desecación de los tejidos (Casas, 2006).

Otros autores como Knight (1999) han considerado a la momificación, como resultado de un ambiente, además sugiere que ésta puede ser parcial, hay presencia de piel rígida y que es diferente a la esqueletización. La diferencia marcada entre seco y momificado es la cantidad de masa y de agua que ha perdido el cuerpo, cuando se pierde mayor masa se considera esqueletización y cuando se mantiene un mínimo de masa podemos hablar de momificación. Además el estado seco es anterior a la esqueletización, mientras que podríamos decir que la momificación es el estado final de la reducción de restos. Knighth (1999) menciona que cuando no se lleva a cabo la momificación, la esqueletización se presenta y es a menudo parcial.

El estado de momificación a pesar de no haber sido reconocido como un estado independiente por Merritt (2001), ha sido incluido en el presente trabajo pues se presenta en los modelos de *Mus musculus* L., donde se observa el tejido seco y

bien conservado, reducción del peso (Trujillo, 2002) y deshidratación con la piel adherida a los huesos (Knight 1999). El criterio de diferencia entre el estado seco y el de momificación en este trabajo es cuando después de cuatro días no ocurre ningún cambio en el cuerpo. De modo que ocurre el proceso de desecación y no termina con la esqueletización, como es considerado en el estado seco, debido a la disposición que tiene los cuerpos para momificarse en esta zona (Trujillo, 2002)

Las momificaciones obedecen a ciertas condiciones del medio y se relaciona con la falta de humedad que impide el desarrollo del proceso de descomposición. Las momias naturales de humanos pueden producirse en cuevas, criptas de iglesias o cementerios y terrenos secos (Trujillo, 2002) o inclusive bajo condiciones cálidas, un cuerpo se puede disecar en vez de atravesar por un proceso de una putrefacción húmeda (Knight, 1999).

Todos los cambios por los que atraviesa el cadáver, descritos es los estados de descomposición, se deben en gran medida a los factores físicos, químicos climáticos y bióticos. La velocidad de descomposición de los cadáveres dependerá de la temperatura, cuando ésta es más alta la velocidad de descomposición es mayor (Runnells, 1970); de la época del año, si son lluvias o si son secas, incluso si hay contacto con otro tipo de animales del área como roedores, aves, perros, gatos. Los cambios climáticos afectan directamente la descomposición, ya que durante el invierno, la metamorfosis de las moscas se retarda y en climas cálidos el desarrollo se acelera tomando como punto de partida el clima templado (Ortega, 2006). Así también, si los cadáveres han estado en contacto con drogas, insecticidas, u otro tipo de sustancias como aceites y embalsamadores. El tamaño del cadáver también será un factor para la descomposición, entre más grande es el cuerpo más rápidamente ocurren los cambios *post-mortem*; el estado nutricional del cuerpo es importante pues entre más obeso sea éste más rápido se descompone (Runnells, 1970).

A nivel enzimático el proceso de putrefacción se inicia inmediatamente después de la muerte real. La materia orgánica es catabolizada en CO<sub>2</sub>, agua y energía. La descomposición resulta de un proceso biológico y es más rápido en clima tropical y húmedo y más lento en climas secos y fríos (Schowalter, 2000).

Con la caracterización de los estados de descomposición y la secuenciación de las comunidades entomológicas, se puede determinar el intervalo *post mortem* del cuerpo (Catts y Haskell ,1997)

Otros autores dividen el proceso de descomposición en dos fases: destrucción y degradación de la materia. En el primero se produce un fraccionamiento de los restos orgánicos mediante medios mecánicos, de tal manera que al final del proceso se obtienen las partículas de pequeño tamaño para dar paso al proceso de degradación, al descomponerse el cadáver acude la fauna entomológica, para producir el adecuado fraccionamiento. En los procesos de descomposición interviene la entomofauna cadavérica y es donde se ha creado toda una ciencia de comportamiento de los insectos y de la descomposición de los cadáveres, teniendo en cuenta los efectos abióticos que en conjunto denominamos entomología forense (Piera, *in litt.*); sin embargo, podemos observar los mismos procesos de descomposición o putrefacción, cuyo desarrollo depende de algunas condiciones:

- Presencia de sustancias químicas
- Intervención de ciertos agentes bacterianos
- Acciones físicas o químicas favorables (Trujillo, 2002).

Debido a la gran dificultad para calcular la tasa de descomposición por el crecimiento bacteriano, existe un gran número de estudios sobre el efecto de los insectos necrófagos en restos humanos encontrados al descubierto (Magaña, 2001)

Cuando un cadáver se descompone al aire libre, son numerosos los insectos necrófagos que aparecen a medida que la descomposición de las materias orgánicas corresponde a la fase adecuada de sus facultades de asimilación nutritiva (Trujillo, 2002), ya que para el estudio de los insectos que intervienen en la destrucción del cuerpo humano sin vida.

## **Sitio de estudio**

El Pedregal de San Ángel está situado en el SW del Valle de México cerca al límite de las zonas Holoártica (frío) y Neotropical (cálido), la gran irregularidad topográfica que produce una alta variedad de macro y microambientes han permitido el desarrollo de igual diversidad de múltiples comunidades biológicas sobre la corriente de lava (Terrazas *et al* s.a.). Su área es de 80 km<sup>2</sup>, pertenece al Distrito Federal. Su territorio está dividido entre las delegaciones de Álvaro Obregón, Coyoacán. Contreras y Tlalpan. Los dos derrames más importantes que constituyen la formación del Pedregal son: el Xitle y el Xitle chico. (Álvarez-Romero y Medellín. 2005)

Los suelos son de origen eólico y orgánico, su espesor no sobrepasa pocos centímetros, Además de ser arenoso y limosos moderadamente ácidos, poseen gran cantidad de materia orgánica, potasio y calcio y son pobres en nitrógeno y fósforo utilizables (Rojo, 1994). La diferencia entre la entomofauna de la montaña y de las tierras bajas no sólo es debido al aislamiento sino al encuentro de dos zonas biogeográficas (Halffter 1987).

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) alberga un interesante ecosistema natural situado en la zona que Rzedowski consigna como *Senecionetum preacosis* o asociación de palo loco (Zaragoza-Pérez, 1975), es un pedregal o malpaís producto de la erupción hace aproximadamente 2500 años, del sistema volcánico Xitle, y corresponde a la parte más baja del derrame. Las lavas se pueden clasificar como basalto de olivino con microcristales. El manto presenta un gran número de oquedades (Rojo, 1994), donde se ha desarrollado un matorral xerófilo, comunidad vegetal caracterizada por la predominancia de especies leñosas con alturas menores a cuatro metros con características típicas de ambientes semiáridos, en la que predomina “el palo loco” (*Senecio praecox*) y otras especies arbustivas (Terrazas *et al.*, s.a.).

Con topografía que promueve la generación de microambientes (iluminado y seco; húmedo y oscuro) debido a las diferencias de inclinación y la estacionalidad

que se presenta, prácticamente la mitad del año en secas y la otra mitad con aporte de lluvias constante, la REPSA es un intrincado sistema biológico (Secretaría ejecutiva de la reserva ecológica del pedregal de san Ángel. 2015)

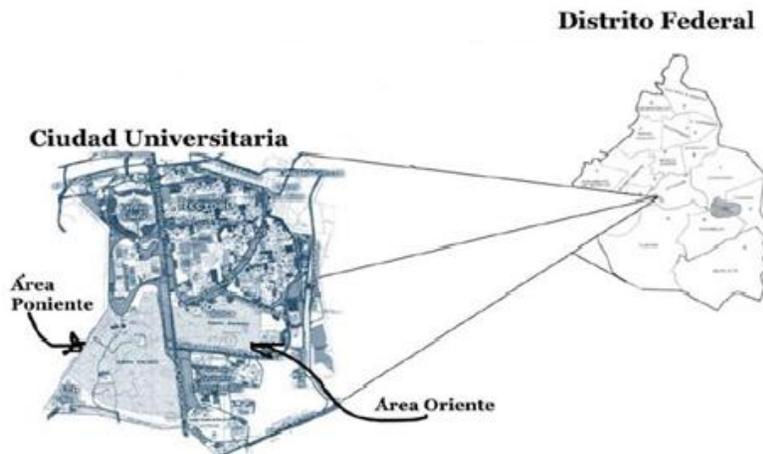


Figura 2- Reserva del Pedregal de San Ángel, México

## ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La estrategia tiene la finalidad de caracterizar las oleadas de insectos que acuden al cadáver monitoreando del proceso de putrefacción en mamíferos y realizando muestreos continuos, de tal modo que se obtenga un registro entomológico para apoyar investigaciones posteriores, y la formación de una colección de referencia.

El estudio se realizó con animales experimentales de laboratorio *Mus musculus*, L. debido a la facilidad de su transporte y manejo, el Bioterio de la Facultad de Medicina donó un total de 28 individuos de la cepa DC 1. De este modo se considera que poseen la misma alimentación. Los animales de estudio tuvieron un mismo peso (sin diferencia notable) fueron de la misma cepa y del mismo sexo.

Para la selección de los sitios de “siembra” fueron áreas de preferencia sin indicios de mamíferos, libres de nidos, cuevas o heces que pudieran presentar conductas carroñeras o en la que fuera menor dicha actividad.

Las fechas de siembra iniciaron el 20 de septiembre y hasta el 25 de diciembre del año 2004 y una de repetición. En cada fecha se sembraron cuatro animales, dos en pleno sol y dos en la sombra. Se consideró luz y sombra tomando en cuenta una posible preferencia para algunos organismos a uno de estos tratamientos y la variante bacteriológica que al aumentar la temperatura aumenta su actividad.

Con base en colectas sucesivas y muestreos se buscó la caracterización de la entomofauna asociada a los cadáveres y la relación que tienen con los diferentes estados de descomposición del cuerpo de ratón, en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. El estudio consistió en 3 fases, cada fase con dos etapas.

### **FASE 1: *Colecta de campo***

Las colectas de artrópodos en los cadáveres fueron realizadas diariamente entre el 20 de septiembre del año 2004 al 25 de diciembre del mismo año. Las observaciones y colecta de datos se realizaron durante los quince días posteriores

al sacrificio, debido a que la descomposición del cuerpo del modelo *Mus musculus* tenía una duración menor a este periodo. Trujillo (2002) menciona que la destrucción del cadáver es más rápida mientras menos masa tenga el cuerpo. La colecta de artrópodos se realizó de manera directa, tomando a los organismos sobre el sustrato con pinzas entomológicas y usando redes aéreas; los animales colectados se sacrificaron *in situ* y fueron conservados en líquido de Kalhe, alcohol al 70% y en seco.

### **Etapa 1. Siembra de cuerpo**

Los roedores fueron muertos por desnucamiento evitando el uso de anestésicos y químicos que pudiesen alterar los resultados. Fueron colocados en una charola sobre arena previamente esterilizada para evitar parásitos y bacterias, Después se colocó sobre el cuerpo una jaula (21x28x15 cm) y se aseguró a la charola con la cuerda y ésta a su vez se anudó a árboles o rocas (figura 3). En todos los casos el cadáver del ratón estuvo sobre una superficie de arena.



Figura 3 Trampa

Paralelamente se tomo registro de los factores climáticos como temperatura, humedad, precipitación cada colecta con un termo-higrómetro digital y con ayuda de la estación meteorológica del Colegio de Ciencias u Humanidades plantel Sur. Se obtuvieron datos climáticos desde el 8 de agosto de 2004 hasta el 1 de enero 2005, además se realizó un reconocimiento cerca del área donde se identificó la

presencia de vegetación, presencia de construcciones, caminos y se elaboró una breve descripción de éstos con el fin de conocer la fauna asociada al cadáver y la relación que existe entre el hábitat donde se ubicó el cuerpo y el tipo de visitantes así como una delimitación por condiciones físicas de los mismos.

## Trampas

Las trampas denominadas luz, fueron trampas que se colocaron en un área despejada, alejada de árboles y arbustos altos, para evitar sombras, con la intención de que tuviera exposición a la luz natural la mayor parte del tiempo (figura 4).



Figura 4 Trampa expuestas a luz directa



Figura 5. Trampa colocada en sombra

Las trampas en sombra se colocaron en áreas donde tuvieran alguna protección de los rayos del sol, debajo de árboles y arbustos que generaran sombras (figura 5). Los cadáveres se dejaron expuestos y se revisaron diariamente.

## **Etapas 2. Colecta**

Los muestreos se llevaron a cabo a distintas horas entre las 10:00 y 17:00 h, con la intención de abarcar un amplio rango de muestras, desde mañana hasta la tarde. Se muestreó diariamente mientras el proceso de descomposición de los cuerpos ocurría y continuaron las colectas hasta el estado seco y cuando se suspendieron la visita de los insectos. Se realizaron colectas sucesivas de los insectos asociados en el cadáver, se colectaron artrópodos utilizando la red aérea

para colecta de adultos voladores (principalmente Diptera) y por colecta manual para la fauna sobre el cadáver. Los adultos colectados en red aérea se sacrificaron en cámara letal activada con acetato de etilo, mientras que los adultos no voladores fueron sacrificados en alcohol al 70% (Figura 6)



Figura 6. Tubos con la entomofauna colectada.

La sucesión es un proceso largo que depende en gran medida de los organismos antecesores, por ello se colectaron sólo algunos insectos en estado larval del cuerpo del ratón, ya que de otro modo la sucesión se vería interrumpida. Las larvas colectadas fueron sujetas a dos condiciones: 1), sacrificadas en líquido de Kalhe<sup>1</sup>, (Morón 1988) con la finalidad de caracterizar larvas presentes en el cuerpo y formar una colección de referencia; y 2) colocadas en un ambiente controlado sobre alimento enlatado para perro (Catts & Haskell, 1997) para completar el ciclo del desarrollo, los individuos pertenecientes a este grupo al llegar al estado adulto fueron identificados usando las clave de Elzinga 1997.

En cada muestreo, se realizaron diariamente, mediciones de los factores físicos tanto en el cuerpo como ambientales con termómetro de mercurio y un higrómetro para determinar si existe relación entre las especies encontradas y los parámetros cuantificados como temperatura, precipitación, y tipo de exposición (directa o indirecta a los rayos solares), también se tomaron los parámetros corporales, para determinar el grado de relación entre el cuerpo en descomposición, los cambios en el cadáver y los insectos que lo visitan.

La arena que se removió se separó con un tamiz y se analizó hasta el final del proceso, con la intención de encontrar pupas o prepupas.

---

<sup>1</sup> Líquido de Kalhe : 28% Alcohol etílico; 11%Formol al 5%; 4% Ácido acético glacial; 57% Agua destilada (Morón & Terón, 1988)

Los adultos colectados u obtenidos a partir de las larvas en cultivo, se montaron para iniciar la formación de una colección de referencia.

Durante esta etapa, se presentaron algunas dificultades como la pérdida de algunos cuerpos por la probable acción de otros organismos, por lo que se tuvieron que preparar nuevos sacrificios para completar los ciclos de luz/sombra.

## **Fase 2: Gabinete**

Desarrollada en el laboratorio, entonces, de Morfofisiología Animal, ahora Investigación Educativa

Una vez obtenidas las colectas, el material biológico se separó con la finalidad de facilitar las revisiones posteriores. Se llevó a cabo un listado que facilita el acceso a las muestras.

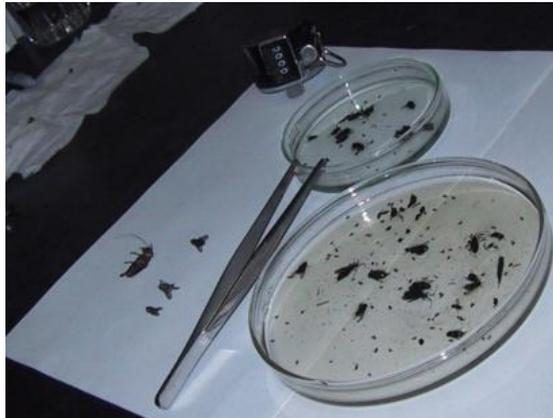


Figura 7. Preparación del material biológico

### **Etapa 1. Transporte**

Se colocaron en frascos con alcohol al 70% y fueron etiquetados llevando registro de cada trampa y tratamiento.

### **Etapa 2. Identificación**

Con la ayuda de claves taxonómicas como la de Elzinga (1997) y de especialistas, se llevó a cabo la identificación taxonómica gracias al apoyo del Dr. José Luis Navarrete Heredia<sup>2</sup>, M en C Rafael Gaviño<sup>3</sup>, Dra. Olivia Yañez<sup>4</sup>, M en C.

---

<sup>2</sup> Laboratorio de Entomología CUCBA, Guadalajara Jalisco

Santiago Vergara P<sup>5</sup>, M en C Cristina Mayorga R.<sup>6</sup>, M. en C. Enrique Mariño<sup>7</sup> y al material proporcionado por el Dr. Centeno<sup>8</sup> y Anibal Villa<sup>9</sup>. En cada grupo se identificaron los distintos individuos, a nivel taxonómico más fino posible (Familia o Género). Utilizando microscopio estereoscópico

### **Fase 3                      Preparación**

#### **Etapa 1 Montaje**

Los especímenes adultos se montaron con alfileres entomológicos del número 0 y 00, para los individuos pequeños se utilizó el montaje en triángulo. En el caso de los dípteros primero fueron sometidos a un periodo de ablandamiento, en una cámara húmeda con fenol, agua y papel.

#### **Etapa 2 Conservación**

Para concluir, los individuos montados fueron colocados en cajas para colección de madera (dimensiones 46X49X9.5) con tapa de vidrio y depositados en el Laboratorio de Investigación Educativa en la Facultad de de Ciencias.

---

<sup>3</sup> Laboratorio de Acarología. Facultad de Ciencias. UNAM

<sup>4</sup> Museo de Zoología. Facultad de Ciencias. UNAM

<sup>5</sup> Departamento de Parasitología, Calzada Antonio Narro No. 1923, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila

<sup>6</sup> Departamento de Zoología, Instituto de Biología, U.N.A.M.

<sup>7</sup> Departamento de Zoología, Instituto de Biología, U.N.A.M.

<sup>8</sup> Centro de Estudios e Investigaciones Universidad Nacional de Quilmes

<sup>9</sup> Departamento de Parasitología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## ***Análisis de las Colectas***

Las colectas se realizaron hasta el día 15 después del sacrificio ya que no presentó cambios posteriores a este día. Los estados de descomposición reconocidos fueron: fresco, hinchado, activo, avanzado y seco. No están considerados los estados de esqueletización y momificación ya que estos requieren más de quince días para presentarse.

Se colectaron 942 artrópodos repartidos en 14 órdenes, donde la clase Insecta, fue la más numerosa, con un total de 6 órdenes (Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Blattaria, Hemiptera, Dermaptera) y un orden de la clase Entognatha (Collembola). Además se colectaron arácnidos, ácaros, diplópodos y crustáceos.

## **Análisis de los estados de descomposición y su relación con las condiciones de luz y sombra**

Cada una de las trampas presentó diferencias en la duración de los estados De descomposición, se muestra en la tabla 1 el promedio aritmético de la duración de cada estado.

Tabla 1. Duración promedio (en días) de los estados de descomposición en las trampas de luz y sombra

Estado	Luz	Sombra
Fresco	0-3	0-7
Hinchado	0-4	0-6
Activo	1-11	1-9
Avanzado	0-7	0-7
Seco	0-8	0-6

Los estados de descomposición se presentaron en los primeros quince días de observación y muestreo. Los insectos asociados variaron dependiendo del estado de descomposición cadavérica que presente el cuerpo.

Las figuras 8, 9 y 10 muestran los diferentes intervalos de duración de los estados de descomposición bajo las condiciones de luz y sombra. En sombra el estado fresco se presenta inicialmente durando más de cinco días en solo una de las trampas. El estado hinchado no se observó en todas las trampas, mientras que los estados de descomposición activa y avanzada se encontraron diferentes duraciones. En el estado fresco la duración en las trampas en sombra es casi el doble mientras que el periodo activo dura más en las trampas de sol.

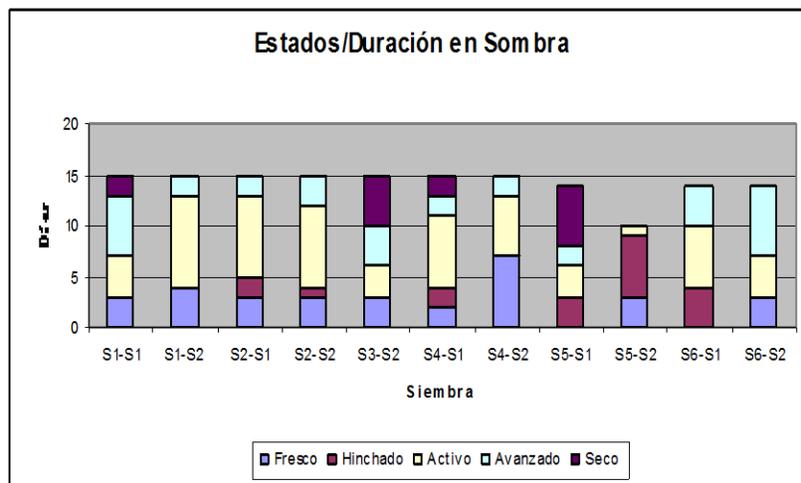


Figura 8. La duración de cada periodo fue diferente aun en las trampas del mismo tipo (Luz/Sombra)

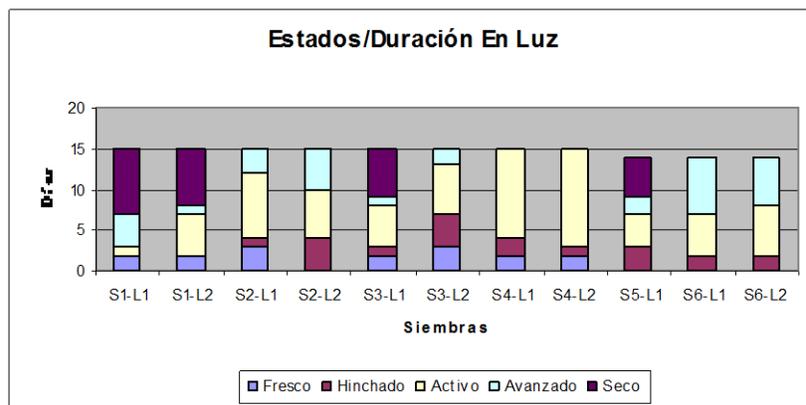


Figura 9. La Variación de la duración de los estados de descomposición en las trampas de luz fue más drástica

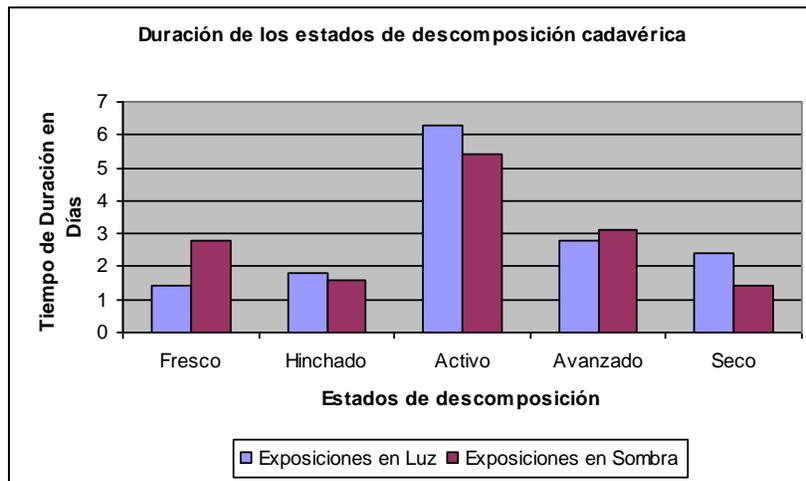


Figura 10. Comparación entre las trampas de luz y sombra. Duración de cada estado de descomposición

En las trampas colocadas en luz, el periodo de descomposición fresco duró aparentemente menos que en los expuestos en sombra incluso en algunas ocasiones éste no tiene ni un día de duración. Esto puede deberse entre otros factores a la proliferación de microorganismos y a la relación que puede existir entre la actividad de los artrópodos y la temperatura. Además el *rigor-mortis* se presenta general o parcialmente.

En las trampas colocadas en luz, el periodo de descomposición fresco duró aparentemente menos que en los expuestos en sombra incluso en algunas ocasiones éste no tiene ni un día de duración. Esto puede deberse entre otros factores a la proliferación de microorganismos y a la relación que puede existir entre la actividad de los artrópodos y la temperatura. Además el *rigor-mortis* se presenta general o parcialmente. A continuación en las Tablas 2 y 3 se presentan comparaciones de la presencia de los artrópodos según el estado de descomposición y las condiciones luz y sombra de los órdenes y familias respectivamente.

Tabla 2. Órdenes representados en luz y sombra.

Fases de descomposición	Fresco		Hinchado		Activo		Avanzado		Seco	
	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra
Grupo/Condición										
Subphylum Hexapoda: Clase Entognatha										
Collembola					*					
Clase Insecta										
Diptera	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Coleoptera	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Hymenoptera	*	*	*	*	*	*	*	*		*
Blattaria			*	*	*	*				
Hemiptera					*	*				
Dermaptera					*	*			*	
Subphylum Cheliceromorpha: Clase Arachnida										
Araneae	*				*	*	*			
Pseudoscorpionida					*				*	
Clase Acarida										
Mesostigmata						*		*		
Prostigmata					*	*				
Subphylum Myriapoda: Clase Diplopoda										
Spirobolida					*			*		
Subphylum Crustacea: Clase Malacostraca										
Isopoda		*			*	*		*		

Tabla 3. Las Familias representadas en luz y sombra

Fase de descomposición	Fresco		Hinchado		Activo		Avanzado		Seco	
	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra
<b>Orden: COLLEMBOLA</b>										
Entomobriidae					*					
<b>Orden: DIPTERA</b>										
Calliphoridae	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sarcophagidae	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Muscidae			*		*	*	*	*		*
Otitidae						*				
Phoridae				*	*					
Sepsidae	*				*	*				
Drosophilidae						*				
Chloropidae						*				
Neriidae					*	*				
Sciomyzidae	*		*	*						
<b>Orden: COLEOPTERA</b>										
Silphidae			*	*	*	*		*		*
Histeridae			*			*	*	*		
Leodidae						*				
Tenebrionidae	*	*			*	*			*	
Carabidae						*		*		
Staphylinidae				*	*					
Scarabeidae					*					
Dermestidae					*					
Nitidulidae	*				*					
Anobiidae	*					*	*			
Sculptothecae						*				
Meryliidae				*		*				*

Fase de descomposición	Fresco		Hinchado		Activo		Avanzado		Seco	
	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra
<b>Orden: HYMENOPTERA</b>										
Formicidae	*	*	*	*	*	*	*	*		
Vespidae	*	*			*	*			*	
<b>Orden: BLATTARIA</b>										
Blattidae			*	*	*	*				
<b>Orden: HEMIPTERA</b>										
Ropalidae					*					
Alydidae					*	*				
<b>Orden: DERMAPTERA</b>										
Forficulidae					*	*			*	
<b>Orden: ARANEAE</b>										
Cublionidae					*		*			
Gnaphosidae	*				*					
Araneidae	*									
Salticidae					*	*				
Thomisidae						*				
<b>Orden: PSEUDOSCORPIONIDA</b>										
Chernetidae						*			*	
<b>Orden: MESOSTIGMATA</b>										
Thinozerconidae						*		*		
Olagomasidae						*				
Uropodidae						*				
<b>Orden: PROSTIGMATA</b>										
Adamystidae					*					
Smarididae						*				
<b>Orden: SPIROBOLIDA</b>										
Atopetholidae					*			*		

Fase de descomposición	Fresco		Hinchado		Activo		Avanzado		Seco	
	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra	Luz	Sombra
<b>Orden: ISOPODA</b>										
Armadillidae		*			*					
Oniscidae					*	*		*		

En el presente trabajo se encontraron diferentes organismos en los estados de descomposición, en el estado fresco se encontraron organismos que se repitieron en el estado hinchado; sin embargo, la aparición se reportó en condiciones diferentes, mientras que el estado fresco se presentaban organismos en sombra, en el estado hinchado fueron observados en luz. Por otro lado también encontramos insectos solamente en un estado de descomposición, ese es el caso de los hemípteros de los *Ropalidae* y *Alyidae*, que aparecen solamente en el estado de descomposición cadavérico activo en las trampas con exposición a la luz y no aparecen en otro periodo ni en otra exposición.

La decisión de incluir un sexto estado de descomposición (esqueletización o momificación) surge de los datos colectados además de la especificidad con la que se da tal evento, por un lado la esqueletización queda claramente descrita, en cuerpos semi-enterrados o completamente cubiertos por tierra u otro sustrato. El estado seco, es considerado como un estado antes de la momificación donde se presentan adultos voladores y la momificación es considerada desde que no se observan adultos sobre el sustrato. La momificación por definición es la desecación parcial o total de un cadáver (Trujillo, 2002). El mismo Trujillo en 2002 indica que la temperatura que favorece la descomposición es de 18 a 30°C por tanto si se presentan heladas, demasiada humedad o algunas sustancias químicas particulares el proceso de descomposición se modifica. Y considerando el promedio de temperatura general con datos proporcionados por la estación meteorológica de Colegio de ciencias y Humanidades plantel Sur el promedio fue entre 14.8° y 15.4°.

Según el mismo Bornemizza en 1957, que estudió los efectos de la descomposición de cobayas sobre la flora o fauna del suelo pudo concluir que la

fauna propia del suelo no participa activamente en el proceso de descomposición (Castillo, 2002)

Dentro de los organismos colectados figuran los generalistas como Blattaria (Catts,& Haskell,1997) denominados por la carencia de una dieta estricta. Es difícil que estos organismos puedan darnos información específica acerca del tiempo o el lugar de la muerte ya que se pueden presentar en cualquier momento. Las formicidae son importantes en la reducción de carroña en los trópicos (Oliva 1997) Sin embargo, si existen en abundancia pueden alterar el proceso de descomposición y su sucesión ecológica.

La presencia de hormigas pudiera contribuir a la disminución de larvas pues fueron observadas conduciéndolas a su nido.

En algunos casos se conocen conductas carnívoras en larvas de Calliphoridae (Olivia, sin año) y algunas otras familias (muscidae y sarcophaga) (Castillo 2002) sumado a la acción depredadora de hormigas, arácnidos y en menor grado los pseudoescorpiones puede variar los organismos encontrados.

Es probable que al ser individuos de Bioterio el nivel de bacterias y parásitos sea lo suficientemente bajo para acarrear un evento de momificación. Pues según Knigth en 1999 la momificación en los climas no desérticos es frecuente en lactantes y recién nacidos debido a su poco contacto con el exterior pueden secarse antes de que sean invadidos por bacterias.

El número total de organismos colectado fue de 942. En la figura 11 se muestra el porcentaje correspondiente a luz y sombra. Siendo mayor los colectados en sombra.

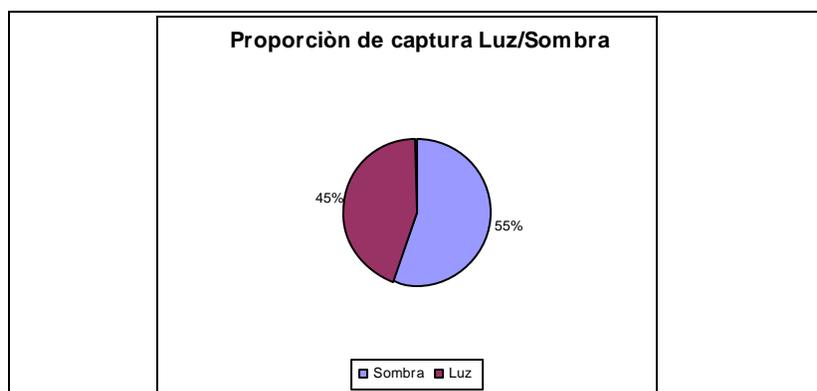


Figura 11. Muestra los porcentajes de captura Luz/Sombra

La diferencia en los factores que afectan la descomposición puede explicar la presencia de muchas especies que no se han incluido en los reportes de oleadas de artrópodos. Los factores como: temperatura; humedad, tipo de vegetación; suelo; temporada estacional y circunstancias de la muerte (Mavárez-Cardozo *et al.*, 2005) harán variar dicho resultado y dificultarán el análisis de los cuerpos para determinar el periodo *post-mortem*.

El estudio se realizó en época de secas, sin embargo el número de individuos colectados sería mayor en época de lluvia considerando que en los meses de lluvias son los que se presenta mayor abundancia de especies y de ejemplares (Zaragoza-Caballero y Pérez-Ruiz, 1975)

Los insectos, a los que la mayoría de los trabajos refiere, no se presentan en cuadrillas, (Piera, *in litt*), ya que al presentar diferentes grados de descomposición en el cadáver, los insectos que se hacen presentes pueden ser de dos o más de las oleadas que mencionan otros autores (Merrit, 2001; Morrone, 1999; Catts & Haskell, 1997). La descomposición de los cuerpos será diferente incluso en el mismo sitio y en la misma época del año, cada proceso depende de características intrínsecas de los organismos. Muchos autores, están de acuerdo que al tener tantas variables la sucesión no es predecible no desembocar en un resultado único (Valverde, 2005) por lo que es probable es que cada descomposición sea única. Según Trujillo (2002) dos cadáveres en el mismo medio no se pudren de igual forma. La velocidad de descomposición puede depender de factores como: enterramiento, si este es parcial o total, pues en el primer caso existe un acceso limitado de los artrópodos, y en el segundo un acceso menor (Rodríguez & Bass 1985, en Castillo 2002), (Jolivet, 1988). Debido a esto los resultados no han sido homogéneos.

La variabilidad en cuanto a las muestras se debe a los factores abióticos que imperan en las localidades, así como de la presencia o proximidad de vertebrados, que a pesar de la jaula tuvieron contacto con los cuerpos. Estos alteran el cuerpo o pueden intervenir directamente en los necrófilos, por ejemplo que depreden a éstos. El papel de las diferentes especies de artrópodos

asociados es variable y no todas participan activamente en la reducción de los restos (Magaña, 2001) De modo que en algunos casos se han observado los estados de descomposición descritos y en otros estos transcurren con tanta rapidez que no han sido reportados.

### Análisis Por grupo taxonómico

Se encontraron organismos del phylum artropoda de los subphylum Crustacea, Myriapoda Hexapoda y Cheliceromorpha Se muestra la Figura 12 con el número de ordenes de cada subphylum

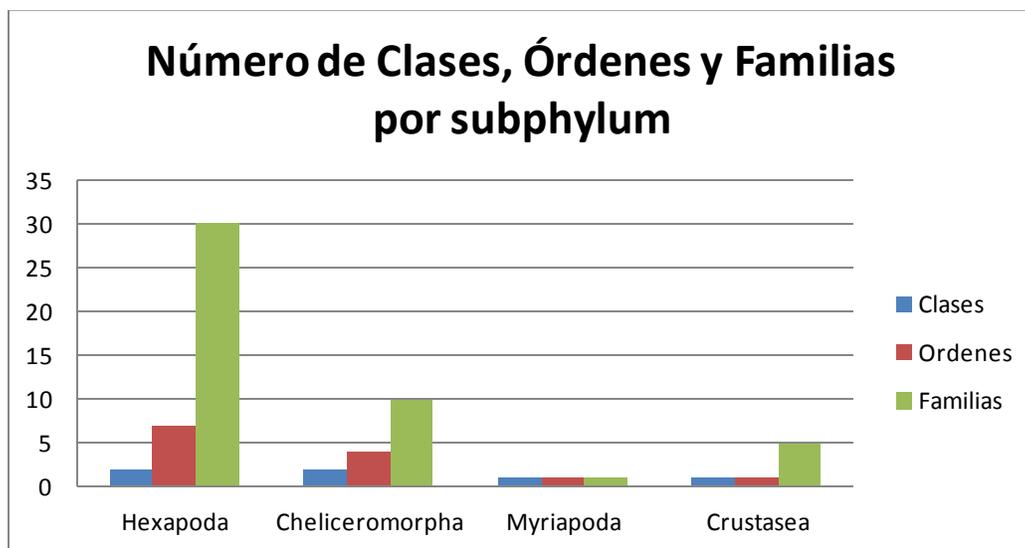


Figura 12. Muestra el número de órdenes asociados por Clase

La distribución de órdenes por Subphylum y clase es variable, la clase insecta presentó mayor número de órdenes, mientras que los miriapodos y crustáceos presentaron el menor número con uno cada uno.

El grupo de mayor presencia fue Insecta que representa el 91% con 8 órdenes; 8% de Cheliceratomorpha, que comprende arácnidos y ácaros con dos órdenes cada uno; 1% crustáceos con un orden; diplópodos con menos del 1% y un orden (tabla 4). En esta relación encontramos contenidos otros organismos como los Homópteros y Phasmodea, que han sido catalogados como fitófagos y por consiguiente forman parte de la fauna incidental, por esta causa no se insistió en su identificación.

Tabla 4. Grupos hallados y su abundancia relativa y porcentual

Grupo	Cantidad	%
Insecta	857	91
Acarii	60	6.3
Arachnida	12	1.3
Malacostraca	11	1.2
Diplopoda	2	0.2
Total	942	100

A continuación se enlistan los grupos taxonómicos que fueron encontrados

Subphylum

Hexapoda

Entognatha

Collembola

Entomobriidae

*Seira*

Insecta

Diptera

Calliphoridae

*Chloroprocta*

*Paralucilia*

*Phaenicia*

*Pollenia*

*Opsodexia*

Sarcophagidae

*Archimimus*

*Erythandra*

*Ranimia*

Muscidae

*Eudasyphora*

*Lispe*

*Polietes*

Neriidae

*Odontoloxozus*

Sciomyzidae

Otitidae

Drosophilidae

Chloropidae

Phoridae

Sepsidae

Continua

Coleoptera	
Anobiidae	
Carabidae	
Staphylinidae	
	Aleocharinae (subfam)
Silphidae	
	<i>Nicrophorus</i>
	<i>Tanatophilus</i>
Nitidulidae	
	<i>Cryptarcha</i>
Histeridae	
	<i>Xerosaprinus</i>
	<i>Euspilotus</i>
Scarabaenidae	
	<i>Onthophagus</i>
Leiodidae	
	<i>Dissochaetus</i>
Tenebrionidae	
	<i>Phedius</i>
Dermestidae	
	<i>Dermestes</i>
Merylidae	
Sculptotecae	
Hymenoptera	
Vespidae	
Formicidae	
	<i>Pseudomyrmex</i>
	<i>Monomorium</i>
	<i>Crematogaster</i>
	<i>Camponotus</i>
	<i>Paratrechina</i>
	<i>Liometopum</i>
Blattaria	
Blattidae	
	<i>Latiblattella</i>
	<i>Blatta(prob)</i>
Hemiptera	
Alydidae	
	<i>Neomegalotomus</i>
Rhopalidae	
	<i>Jadera</i>
Dermaptera	
Forficulinae	

Continua  
 Crustacea  
     Malacostraca  
         Isopoda  
             Armadillidiidae  
             Oniscidae  
 Myriapoda  
     Diplopoda  
         Spirobolida  
             Atopetholidae  
 Cheliceromorpha  
     Arachnida  
         Araneae  
             Cuclionidae  
                 *Drassinella sp*  
             Salticidae  
                 *Habronottus sp*  
             Gnaphosidae  
                 *Zelotes sp*  
             Thomisidae  
                 *Oxiptila sp*  
             Araneidae  
                 Pseudoscorpionida  
                     Chernetidae  
                         *Pselaphochernes*  
 Acarida  
     Mesostigmata  
         Thinozerconidae  
         Ologamasidae  
     Prostigmata  
         Adamystidae  
         Smiriadidae

La proporción de familias de artrópodos colectados de cada uno de los grupos va desde una familia en la mayoría de los casos hasta diez y doce, de díptera y coleóptera respectivamente.

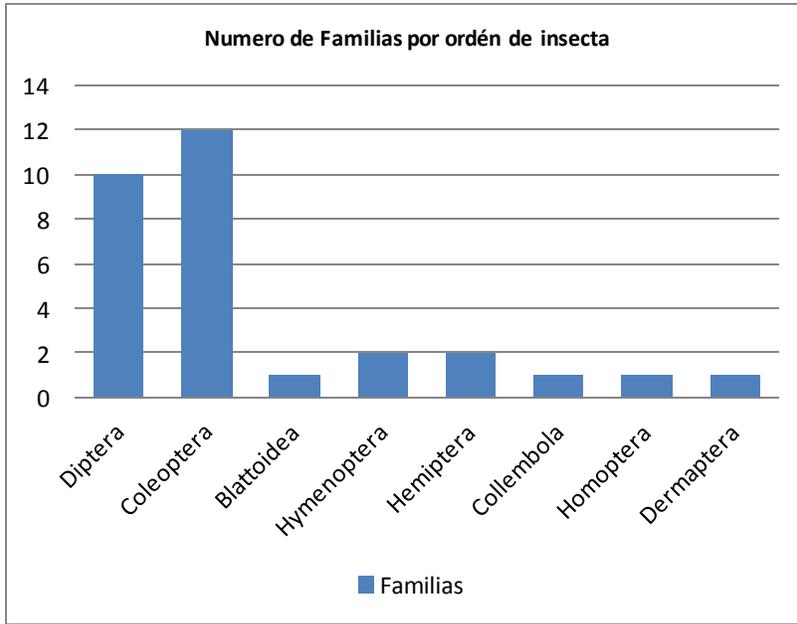


Figura 13. Descripción del número de familias encontradas por orden de Insectos

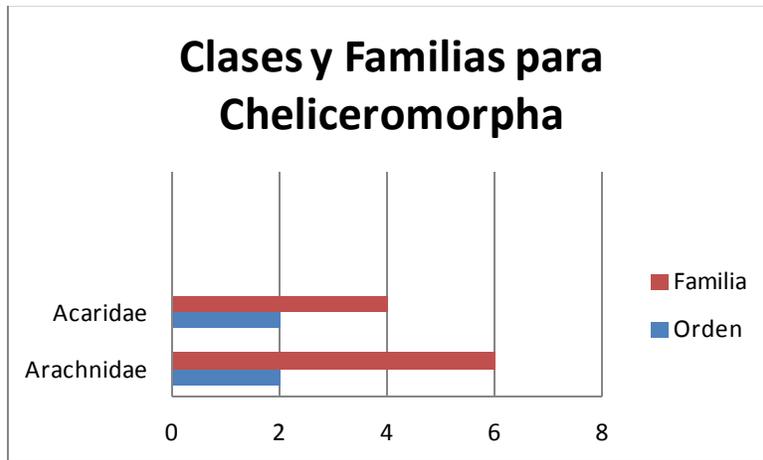


Figura 14. Descripción del número de Familias encontradas por clase

Por su parte, la clase Crustacea presenta dos familias para el orden Isopoda (Armadillidae y Oniscidae) y Diplopoda se presentó sólo una familia (Spirobolidae).



Figura 15. Isopoda

Tabla 5. Resultados de presencia/ausencia de los grupos en luz (\*) y sombra (°).por día de observación.

Grupos/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Subphylum Hexapoda Clase. Entognatha															
Collembola						*									
Subphylum Hexapodda Clase: Insecta															
Diptera	* 0	0	* 0	* 0	* 0	* 0	* 0	* 0	* 0	0	* 0				
Coleoptera		* 0	0	* 0	* 0	* 0	0	0	* 0	* 0		*	0	*	* 0
Hymenoptera	*	0	* 0	0	*		* 0	* 0				*	0		
Blattaria			0	* 0	* 0	*				0					
Hemiptera						*									
Dermaptera					* 0										*
Subphylum Cheliceromorpha Clase: Arachnida															
Araneae	*	*			* 0	*	0	*	*			*			
Pseudoscorpionida							0								*
Subphylum Cheliceromorpha Clase: Acarida															
Mesostigmata					* 0		0			0	0				
Prostigmata						* 0									
Subphylum Myriapoda Clase: Diplopoda															
Spirobolida					*								0		
Subphylum Crustacea Clase: Malacostraca															
Isopoda		0			*			0	0	0			0		

En el día uno la presencia de individuos se concreta a adultos de Sarcophagidae y Calliphoridae en las jaulas de sombra. En general no hay presencia de otros insectos, es probable que al tener una temperatura menor aun no exista suficiente acción bacteriana para producir el hedor que atrae a los carroñeros comunes. En sombra el día con mayor número de órdenes encontrado fue el cinco y siete con seis órdenes diferentes. Podemos encontrar artrópodos en ambos tratamientos; sin embargo, en las trampas en sombra Isopoda es exclusivo.



Figura 16. Familia Calliphoridae (Diptera)

Mientras en las jaulas expuestas a la luz, se observó la presencia de individuos generalistas como los géneros *Crematogaster* (Formicidae) y *Metazigia* (Araneae), quienes al ser depredadores de larvas afectan la aparición de otros grupos. Se encuentran algunas moscas adultas de la familia Calliphoridae buscando sitio para ovipositar, otras visitas se presentaron desde las primeras horas, ya que se presentan pequeñas larvas de moscas de la familia Sarcófagidae.

A lo largo de quince días se colectaron artrópodos, en la figura 16 se puede observar el patrón diferente que se encontró para luz y para sombra. Los días en los que se encontró mayor diversidad de artrópodos fueron el cinco y seis en luz y los días cinco y siete en sombra, encontrando el pico mayor el día cinco en luz cuando se encontraron nueve órdenes diferentes que coincide generalmente con el estado de descomposición activo.

Con respecto a la diferencia de organismos encontrados en luz y sombra, tenemos que en el caso de los dípteros la mayoría de los días de captura coinciden entre los dos tratamientos. En sombra las primeras visitas están reportadas el día dos y en luz el día tres pero ambas terminan el día once. El hecho de que el día diez no esté la visita de dípteros en luz puede deberse al muestreo, ya que solo se colecta lo que está sobre el cuerpo y no los organismos dentro de él. Después del día diez, este grupo se vuelve a encontrar en el cuerpo.

La mayor actividad de los dípteros fue en las trampas en sombra, de modo homogéneo entre los días cinco y ocho de haber iniciado las colectas. En luz, la actividad es más desordenada acentuándose en los días cinco y seis. En el caso de sombra los dípteros en estado adulto estuvieron presentes desde el día uno hasta el día trece. En luz la presencia del adulto fue desde el día uno hasta el nueve de manera consecutiva y en el día once. Mientras, en los coleópteros hay géneros que se encuentran únicamente en luz, *Ontophagus* (Scarabeidae) y *Dermestes* (Dermestidae); el caso del genero *Euspilotus* (Histeridae) sólo se encontró en sombra, lo cual puede deberse a los hábitos de cada grupo en particular. Los otros grupos de Coleoptera, se presentaron en ambos momentos, pero con diferente frecuencia.

Los dípteros son los primeros en colonizar el cadáver. Sin embargo, en este trabajo tanto los dípteros como los coleópteros se presentan desde el segundo día. Los coleópteros visitan el cuerpo por: a) el sustrato, para alimentación propia o de sus larvas; b) buscando condiciones adecuadas para la depredación de larvas de otros insectos; c) de manera incidental.

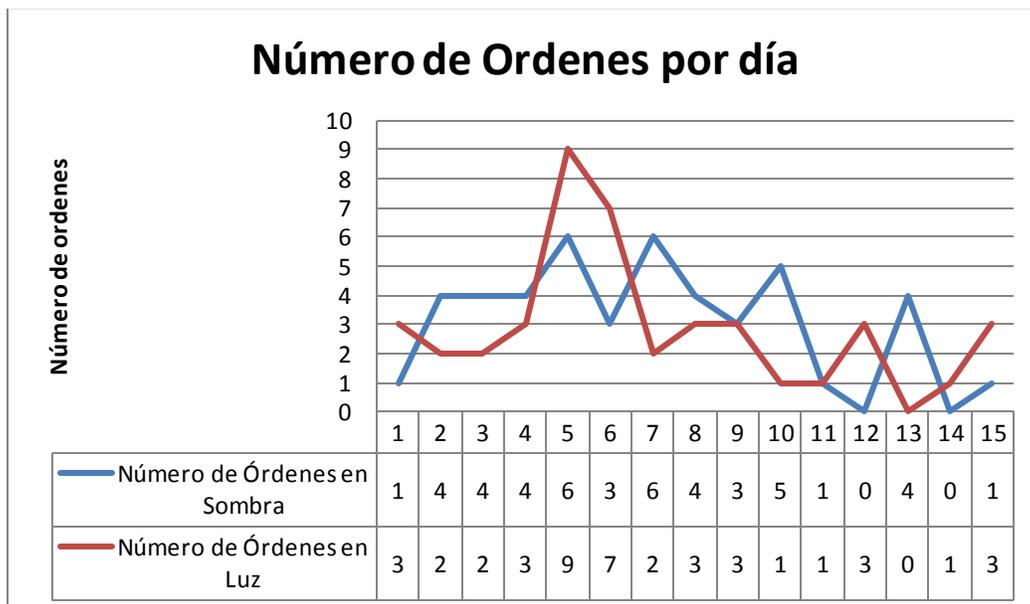


Figura 17. Se muestra los patrones de frecuencia en la luz y en sombra

La importancia de la colonización está dada por la disponibilidad de recurso que tienen los organismos, mientras que algunos dípteros colonizan con huevecillos (ovipositan) como las moscas de la familia Calliphoridae otras lo hacen con larvas (vivipositan). Sarcophagidae (Catts & Haskell, 1997)

Es variable el número de órdenes que visitan el cadáver por día, en la figura 17 se muestran el número de órdenes acuden al cuerpo.

### *Incidencias in situ*

El estudio fue obstaculizado por la aparición de organismos necrófilos que tomaron el cuerpo completo del roedor aun dentro de las jaulas. Fueron cinco las trampas que presentaron esta situación, tres de sombra y dos de luz, en cualquiera de los casos se tuvieron datos de trampas extras colocadas para evitar que se ocurriera una situación de pérdida se alteraran demasiado los datos.

Tabla 6. Se muestra las fechas de inicio y pérdida de las trampas. La mayoría de estas cercanas al día 5 que coincide con la proximidad del estallamiento. Presentando posible acción carroñera

Condición	Inicio	Perdida	Días de observación
Sombra	08-Oct-04	13-Oct-04	5
Luz	05-Nov-04	10-Nov-04	5
Sombra	18-Nov-04	30-Nov-04	12
Luz	21-Nov-04	27-Nov-04	6
Sombra	02-Dic-04	07-Dic-04	5

Y por otro lado la inundación de las trampas a causa de los fenómenos atmosféricos, en las que el cuerpo se cubrió de modo parcial o total. La colecta se llevó a cabo y se tomaron los datos como en todas las otras trampas que tuvieron su ciclo normalmente

En los casos de inundación, los huevecillos fueron ovipositados en las áreas expuestas sin importar cuáles fueran estas.

En los cuerpos inundados, parcial o totalmente los cambios en el cadáver son distintos. Los cambios en la sucesiones no son tan marcado, esto va en función al área expuesta, en algunos casos es probable que las larvas no sólo crezcan en el interior del cuerpo, sino que además pupen en este, como se observo al revisar los restos. Los organismos colectados en las trampas en las que se concluyó la observación del proceso de descomposición fueron incluidas en los resultados a pesar de presentar inundación parcial.

En el caso de trampas inundadas, la sucesión puede estar afectada, ya que cuando la materia orgánica se encuentra en medio líquido. La inmersión parcial en agua, de los restos, mantiene en una condición poco propicia para la oviposición por moscas (Goff & Odom) 1987), y por ende del desarrollo del ciclo vital de algunas moscas (Ortega 2006). El agua limitó el acceso de artrópodos necrófilos al cuerpo. (Mavárez-Cardozo *et al.*, 2005).

Se ha demostrado que en cadáveres de diferentes organismos en procesos de descomposición, la diversidad es mayor en cuerpos presentes en ambientes terrestres que no estén afectados por la exposición al agua (Mavárez-Cardozo *et al.*, 2005), de modo que es posible suponer que las diferencias en la biota entre los diferentes estudios puede deberse a organismos sacrificados como aporta Bornemizza en Castillo 2002

En las colectas fueron encontrados insectos en diferentes estados de desarrollo (Tabla 7). El bajo número de larvas puede deberse a la colecta, pues estos organismos suelen entrar al cadáver y alimentarse desde su interior. Las pupas fueron colectadas en la arena de las cercanías.

Tabla 7. Proporción de los estados de desarrollo en las colectas

Estado	Cantidad	Porcentaje
Adultos	593	63%
Larvas	188	20%
Pupas	84	9%
Huevos	73	8%
Ninfas	3	Menos de 1%
Prepupas	1	Menos de 1%
Totales	942	100%

### Huevecillos

Los lugares preferidos para la puesta por las hembras son generalmente las aberturas naturales del cuerpo que presentan cierto grado de humedad (Perez-De Petinto 1975 en Castillo, 2002). Los huevecillos fueron ovipositados en puntos de calor, como son pliegues de piel o el sitio de contacto entre el cuerpo y el sustrato o cerca de orificios naturales como la boca, ano, genitales, nariz, orejas. Esto tiene repercusión en los sitios de puesta, pues en los cuerpos que presentaron inundación éstos no fueron colocados en dichos orificios, sino expuestos, lo cual favorecería la acción de los depredadores como Hymenoptera y Coleoptera entre otros.



Figura 18. Mosca en cadáver

En los primeros días generalmente se encuentran huevecillos, de los cuales no puede ser observada su eclosión pues se ocurre en el interior del cuerpo. En las trampas expuestas a la luz directa, se encontraron los huevecillos desde el día

uno y hasta los días tres y cinco. Después de este día no se volvieron a encontrar huevecillos. En las trampas expuestas a la sombra no se localizaron huevecillos. Los huevecillos de dípteros que se encontraron *in situ* corresponden en su totalidad a huevos de moscas de la familia Calliphoridae, pues sabemos que la familia Sarcophagidae vivioviposita sus larvas. En el caso de otros órdenes no fueron identificados huevos.

### Larvas

Se ha descrito que la principal actividad necrófaga está dada por larvas de la familia Calliphoridae, tal es al caso del trabajo de Coe en 1978 (Crawford, 1981), Las larvas de Diptera que se colectaron no representan el total de las larvas observadas ya que de colectar en su totalidad podrían hacer variar el resultado de las sucesiones. Se identificaron larvas de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae. Las primeras son las más abundantes.

Existió un número de larvas que no se identificaron debido a la complejidad de caracteres, su proporción puede verse en la siguiente figura 19.

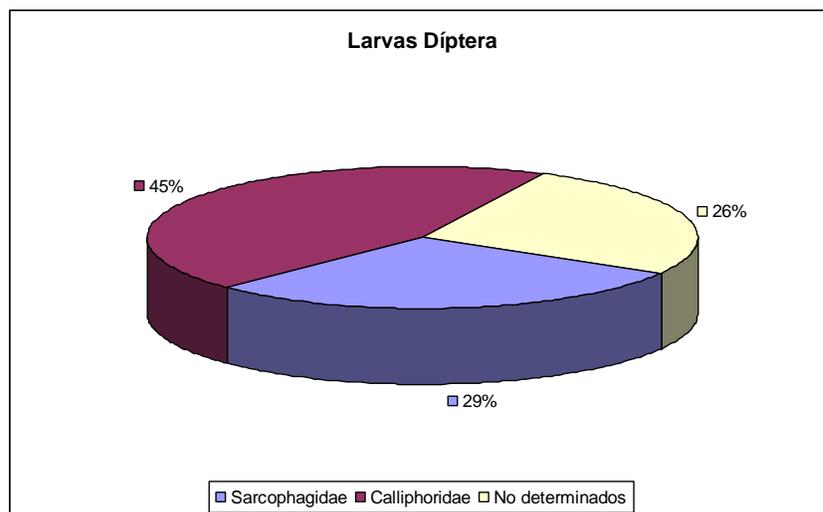


Figura 19. Proporción porcentual de Larvas de Diptera.



Figura 20. Larvas colectadas

En las trampas de luz las larvas se encontraron desde el día uno y hasta el día seis, el día ocho, nueve y diez y el día doce. Mientras que las larvas encontradas fueron en los días dos, del día cuatro al diez y en el día trece, después de colocado el cuerpo, en las trampas de sombra.

Tabla 8. Individuos colectados de familias de Diptera

Familia	Aparición en Luz (Días)	Aparición en Sombra (Días)
Calliphoridae	1, 4-8	4-10
Sarcophagidae	1, 3-8 y 12	7

Por otro lado, no se detectaron larvas de otros artrópodos. Debiéndose probablemente a la aparición de larvas de la familia Calliphoridae (Diptera) que presentan canibalismo como lo hacen otras larvas de Diptera (Castillo 2000), (Olivia, s.a.). Además de la competencia interespecifica que pudieran presentar.



Figura 21. Larvas de Dípteros colectadas sobre el cuerpo Fam.Calliphoridae

## Pupas



Figura 22. Pupas en el sustrato

En el sitio de colecta se encontraron pupas a partir del día nueve, en la mayoría de los casos se dejaron en el sitio para que siguieran su desarrollo. Las pupas identificadas fueron de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae.

Tabla 9. Días de aparición de pupas de Diptera.

Familia	Presencia en Luz (Días)	Presencia en Sombra (Días)
Calliphoridae	15	10, 13 y 15
Sarcophagidae	0	9, 13 y 15

## **Grupos de artrópodos encontrados en estado adulto**

### ***Subphylum Hexapoda: Entognatha***

#### ***O. Collembola***

Tabla 10. Géneros y distribución de Collembola

Familia	Género	Días en Luz	Días en Sombra
Entomobryidae	<i>Seira</i>	6	0



Figura 23. Collembola Familia. Entomobryidae

### ***Subphylum Hexapoda: Insecta***

#### ***O. Diptera***

Se encontraron 403 de individuos de Diptera en estado adulto distribuidos en diez familias y doce géneros.

Las familias de dípteros que se encontraron fueron:

Calliphoridae con los géneros: *Pollenia*, *Opsodexia*, *Phaenicia*, *Chloroprocta* y *Paralucilia*.

Sarcophadidae con los géneros: *Erythandra*, *Ranimia* y *Archiminius*.

Muscidae con los géneros *Eudasyphora*, *Lispe* y *Polietes*.

## Familia Calliphoridae



Figura 24. Fam. Calliphoridae

Tabla 11. Géneros encontrados de la Familia Calliphoridae

Género	Presencia en Luz (Días)	Presencia en Sombra (Días)
<i>Paralucilia</i>	4 al 7 y 9	4, 6 al 9
<i>Chloroprocta</i>	5 y 6	2, 5 al 8
<i>Pollenia</i>	3 la 5	3, 5 y 6
<i>Opsodexia</i>	4 al 6	5 al 8 y 10
<i>Phaenicia</i>	3	2, 5 y 6

## Familia Sarcophagidae

Tabla 12. Géneros encontrados

Género	Presencia en Luz (Días)	Presencia en Sombra (Días)
<i>Erythandra</i>	3 y 5	5 al 7 y 9 al 10
<i>Archimimus</i>	9	0
<i>Ranimia</i>	0	7

## Familias de Muscidae

Tabla 13. Géneros encontrados

Género	Presencia en Luz (días)	Presencia en Sombra (Días)
<i>Eudasyphora</i>	0	9
<i>Lispe</i>	4	8
<i>Polietes</i>	4	8

## Otras Familias de Diptera

Tabla 14. Familias encontradas

Familia	Presencia en Luz (Días)	Presencia en Sombra (Días)
Chloropidae	0	8 y 9
Drosophilidae	0	6 y 7
Otitidae	9	6
Phoridae	2 y 5	3, 5 al 8
Sciomyzidae	1, 3 y 7	6 y 7
Sepsidae	1, 2 y 5	8
Neriidae	8	8

Los géneros *Phaenicia* y *Opsodexia* de la familia Calliphoridae están relacionados a cuerpos pequeños en descomposición, *Opsodexia* afín a sitios poco intervenidos por el humano (Martinez-Dueñas 2001). Esto puede ser de gran utilidad ya que podemos concluir el tipo de ambiente en que se encuentra un cuerpo si encontramos dicho género.

El género *Phaenicia* se encuentra tanto en luz como en sombra entre los días dos y seis y no está citado en estudios anteriores a 2003, lo cual puede estar relacionado, con la sinonimia de este género con *Lucilia* (Martinez-Dueñas, 2001). Los dípteros del género *Pollenia* (Calliphoridae) colectados son adultos en su totalidad, claro ejemplo de necrófilos, pues se alimentan de los líquidos ya que sus

larvas se desarrollan como parásitos de oligoquetos (Grasse 1985, en Castillo, 2002).

La mayor abundancia de dípteros se presentó en la familia Calliphoridae, el 50% de los dípteros colectados pertenecen a esta familia. El 14% de la familia Sarcophagidae y el 31 % fueron Muscidae, esto puede ser resultado de la competencia intraespecífica entre estas dos familias por el sustrato. Oliva (1997) y Castillo (2000) mencionan a Sarcophagidae como el segundo grupo en importancia, después de Calliphoridae pues su presencia es continua durante todo el proceso de descomposición.

Es probable que su afinidad en las conductas de oviposición o larviposición según sea el caso, sean factores importantes para la colonización del cadáver

Muscidae es el tercer lugar de abundancia (31%) está presente desde el día tres y hasta el quince, sólo ausente el día trece, tanto en luz como en sombra.

La familia Muscidae se encuentra en todas las regiones del mundo y tiene una gran relación con el hombre están asociadas a productos almacenados, plagas agrícolas y como vectores de infecciones los ambientes en los que se desarrollan sus larvas son muy variables, por ejemplo excremento, carroña de mamíferos en materia vegetal, hongos y madera en descomposición (Carvalho, C.J.B. 1997). Es necesario un análisis mucho más fino, es decir, una determinación más detallada para poder encontrar diferencias entre las moscas de la familia Muscidae involucradas en la sucesión necrofaunística que se aborda en este estudio

La familia Phoridae está asociada con restos de animales (Piera, *in litt*), (Martínez-Ruvalcaba, 2007), en este estudio la relación que se tuvo fue baja, ya que no fueron colectados muchos organismos de esta familia. Los días cuatro y seis fueron colectado en sombra y en luz respectivamente ejemplares de Phoridae, también llamados “gusanos del queso” de los cuales se presume que son atraídos a materia vegetal y animal en descomposición (fermentación caséica), (Oliva s.a.) donde probablemente se reproducen; sin embargo, también pueden ser depredadoras y parasitoides especializados (Brown, B. Sin año),



Figura 25. Familia Phoridae

Por otro lado se encontraron individuos de la familia Neriidae, conocida como la mosca del cactus (Capinera, 2008), apareciendo el día ocho, tanto en luz como en sombra. Esta familia no se encuentra reportada con frecuencia en la fauna asociada a cadáveres, sino a frutos (Núñez, 1988) y a tejido vegetal en descomposición de cactus, (Arnett 2000).

Un factor de importancia, para explicar las diferencias en la sucesión es el tamaño del cuerpo y la estacionalidad, la población puede tener una densidad pequeña durante una estación dada, los efectos de la depredación, parasitismo y competencia por el espacio y alimento son menor y la población como respuesta tiene un crecimiento más rápido (Piera, *in litt*) Pero al tener el sustrato limitado puede generar malformaciones en los organismos y producir la muerte de larvas y pupas.

Algunos de los géneros involucrados dependen de la descomposición de la materia para alimentar a sus larvas mientras que otros sólo acuden para alimentarse en estado adulto como el género *Pollenia* (Calliphoridae). En los primeros días pueden aparecer las moscas para llevar a cabo la oviposición u larviposición (en el caso de Sarcophagidae). Es probable que como avanzan los episodios de descomposición, los dípteros involucrados sean menos dependientes del cuerpo. Todas las especies de Sarcophagidae son vivíparas u ovovivíparas, además los sarcófagidos de México han sido poco estudiados (Moron, 1988)

Existen otros grupos (Familias) que están mencionadas por otros autores, *Drosophila*, por ejemplo, está mencionada por diferentes autores (Payne y Crossley, 1966), (Piera, *in litt*), apoyado por Tullis y Goff, 1986 (Haskell & Catts, 1997) y en el estudio fueron identificadas solamente dos ejemplares. Es conocida la relación entre las moscas de la familia Drosophilidae con los ambientes de descomposición de diferentes plantas y animales, aunque sólo en estado adulto, ya que las larvas se alimentan de bacterias y levaduras (Grimaldi-Sin año).

Un factor a tener en cuenta es el de la presencia de parásitos o parasitoides y depredadores que pueden mermar la población entomológica y afectar el proceso de descomposición del cadáver (Catts & Haskell, 1990).

Los Himenópteros concretamente los las familias de Formicidae y Vespidae, que son verdaderos depredadores de larvas de dípteros y pueden llegar a hacerlas desaparecer; las larvas de *Sarcophaga*, se comportan como verdaderas caníbales del resto de larvas de otras especies. La teoría de la competencia interespecífica sugiere que si dos o más especies tienen requerimientos ecológicos idénticos no serán capaces de existir juntas; una de ellas desalojará a las otras de forma que la especie triunfadora ocupará eventualmente ese nicho ecológico particular (Piera, *in litt*).

## O. Coleoptera

Los coleópteros son importantes en la desintegración de los restos. Se encontraron 53 organismos, repartidos en 12 familias.



Figura 26. Coleopteros a) *Silphidae* b) *Scarabeidae* c) *Nitidulidae*

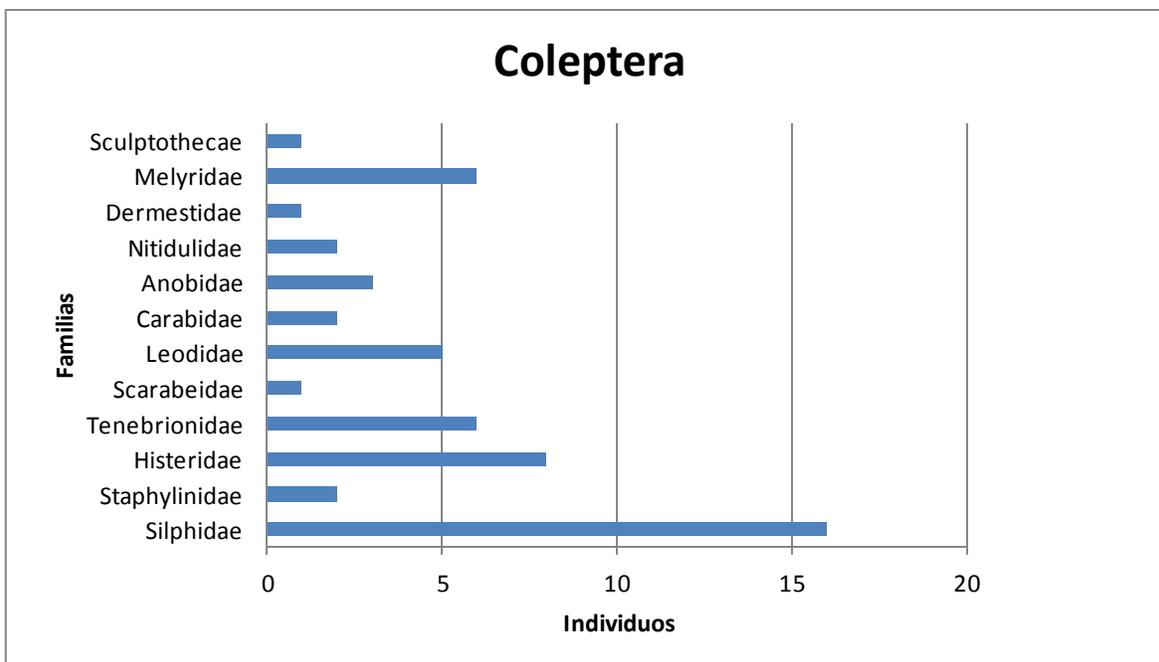


Figura 27. Distribución del Número de Coleopteros por familia

Tabla 15. Se obtuvieron las siguientes familias con sus respectivos géneros, número de individuos y tratamiento en el que fueron colectados

Familia	Subfamilia	Género	Total	Luz	Sombra
Silphidae		<i>Nicrophorus</i>	47	2	40
		<i>Tanathophilus</i>	8	2	6
Histeridae		<i>Xerosaprinus</i>	5	2	3
		<i>Euspilotus</i>	1	0	1
Leodidae		<i>Dissochaetus</i>	5	0	5
Tenebrionidae		<i>Phedius</i>	4	3	1
Carabidae			2	1	1
Staphylinidae	Aleocharinae		2	1	1
Scarabeidae		<i>Onthophagus</i>	1	1	0
Dermestidae		<i>Dermestes</i>	1	1	0
Nitidulidae		<i>Cryptarcha</i>	2	2	0
Anobiidae			3	2	1
Meryridae			6	0	6
Sculpthotecae			1	0	1

Tabla 16. Familias de Coleoptera, sus géneros y los días y tratamientos donde se colectaron.

Familia	Subfamilia	Género	Luz (Días)	Sombra (Días)
Silphidae		<i>Nicrophorus</i>	4-7 y 15	5-15
		<i>Tanatophilus</i>	5 y 6	3-11
Histeridae		<i>Euspilotus</i>	0	7,8 y 13
		<i>Xerosaprinus</i>	4,12	13
Tenebrionidae		<i>Phedius</i>	1,5,14	5
Nitidulidae		<i>Cryptarcha</i>	1,5	0
Staphilinidae	Aleocharinae		6	0
	sp1			
Staphilinidae	Aleocharinae		0	4
	sp2			
Leodidae		<i>Dissochaetus</i>	0	5,7,8,9
Dermestidae		<i>Dermestes</i>	5	0
Carabidae			10	6
Scarabeidae		<i>Onthophagus</i>	9	0

Coe en 1978 reporta la actividad de las familias Staphylinidae y Dermestidae y del orden Hymenoptera con la familia Formicidae, a pocas semanas de la muerte en cuerpos de elefante. (Crawford 1981)

Los coleópteros son el segundo grupo en importancia en los estudios forenses después de los dípteros que están estrechamente asociados a cadáveres; escarabajos de carroña, cléridos, escarabeidos, y dermestidos son algunos de los miembros de Coleoptera que colonizan y se alimentan de un cadáver (Catts & Haskell 1997), o de alguno de los organismos involucrados, mientras que las larvas de díptero se alimentan principalmente de carne.

La actividad en escarabajos fue diferente en luz y sombra (tabla 16). En las trampas de luz se registró una actividad menor (menor cantidad de especies y tiempo de visita) y el día de mayor visita fue de igual modo el día cinco. En luz la visita de los coleópteros parecen incidentales el género *Phedius* se presenta el día

2, 5 y 14; El género *Xerosaprinus* está presente el día cuatro y el día 12; Los géneros *Dermestes*, *Ontophagus* y *Carabidae* se encontraron los días 5, 9 y 10 respectivamente. *Nicrophorus* que se presenta los días 4-7 y reaparece hasta el día 15, y en sombra tiene una presencia desde el día 5 hasta el día quince. Por otro lado el género *Dissochaetus* tiene presencia desde el día 5 y hasta el día 9, en la condición de sombra faltando sólo el día seis, pudiéndose deber a un error de muestreo. *Thanatophilus* se encuentra en el día 3, 6, 7, 8, 10 y 11. La mayor actividad de los coleópteros fue registrada en sombra, además de mostrar una actividad homogénea destacando el día cinco como el día de mayor número de especies visitantes.



Figura 28. *Thanatophilus*

La variedad de familias involucradas en la descomposición de los cadáveres es abundante, en el estudio se encontraron 33 familias de diferentes órdenes, También se encontraron familias y géneros que no son visitantes comunes de los cuerpos humanos en putrefacción pero que se hicieron presentes como en el caso de *Nicrophorus mexicanus*, que se asocia a cadáveres de pequeños mamíferos (Magaña 2001), (Oliva 1997), (González y Labrador, 2003). La abundancia con la que se encontraron fue alta, y no suele ser reportado en otros estudios esto puede deberse a el tamaño del cuerpo, ya que la diferencia entre el peso de un modelo común (Cerdo) y el del modelo utilizado (ratón) es considerable.

Las especies de *Nicrophorus* buscan cadáveres relativamente pequeños y los entierran al mismo tiempo matan y consumen cualquier tipo de larva de mosca presente, (Navarrete-Heredia, 1995), (González y Labrador, 2003). De modo que *Nicrophorus* está presente desde el día cinco y hasta el día quince en sombra;

pero sólo desde el día 4 al 7 y quince en luz. En general los sílfidos pueden considerarse necrófagos en estado adulto y larvario. (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2000)

El género *Nicrophorus* de la familia Silphidae se encuentra con mayor actividad. Conociendo sus hábitos es entendible que, entre mayor sea su presencia, menor frecuencia tengan los otros coleópteros. *Nicrophorus* debe preferir los restos del dosel, pues su actividad en las sombras es mucho mayor que en luz, lo cual permite la aparición de otros escarabajos como los del género *Onthophagus* y *Cryptarcha*; Scarabeidae y Nitidulidae respectivamente (Villamil-Ramirez *et al.*, 2007). Por su parte, los histéricidos se presentan algunos días y se mantienen hasta el último día. Por su lado el género de Scarabeidae *Onthophagus* es cosmopolita y es atraído por excremento, carroña y fruta fermentada (Morón, 1984).

En general los Sílfidos pueden considerarse necrófagos en estado adulto y larvario en ocasiones pueden alimentarse de otros insectos que habitan la carroña, principalmente larvas de dípteros. Las especies de *Nicrophorus* evitan la competencia directa con las moscas; los adultos buscan cadáveres relativamente pequeños y los entierran en el suelo o debajo de hojarasca, y al mismo tiempo matan y consumen cualquier larva de díptero que esté presente (Nuñez, 1988), (Navarrete-Heredia, 1995)

Además también transportan ácaros foréticos que comen o destruyen los huevos de moscas, de modo que ayudan a los coleópteros a brindar un ambiente libre de competencia, y en un cadáver pequeño libre de competencia, es utilizado exclusivamente por las larvas de *Nicrophorus*, mientras que uno grande sería difícil, sino imposible de enterrar. (Navarrete-Heredia & Fierros-López 2000) lo cual explica, por un lado la abundancia inversamente proporcional de *Nicrophorus* particularmente y dípteros, y la aparición de dicho género en los cadáveres de *Mus musculus*.

Por otro lado las especies de *Nicrophorus* evitan la competencia con las moscas devorando las larvas de éstas (Navarrete-Heredia & Fierros-López, 2000) esto del mismo modo que los Formicidae van a afectar la descomposición y la presencia

de dípteros que ovopositan en el cuerpo. En este caso puede que haya afectado pues los individuos de la familia Sílfiide están presentes casi todo el proceso.

La presencia de Staphylinidae es presumible en cadáveres, sin embargo, solamente fueron colectados dos individuos de esta familia, la identificación se llevó a cabo a nivel de Subfamilia dada la complejidad taxonómica en la que se encuentra el grupo. Debido a la versatilidad de hábitos de los Staphylinidae que van desde troncos hasta asociaciones con nidos de roedores (Navarrete-Heredia, *et al*, 2001) es difícil definir si los individuos colectados corresponden a una fauna asociada a cadáveres de *Mus musculus*

A pesar de esto podemos reconocer a los estafilinidos como los visitantes comunes en un cadáver, Early & Goff los reportan a las pocas horas de la muerte (Catts & Haskell, 1997) por otro lado están tan diversificados en cuanto a hábitos alimenticios que si desconocemos el género no podríamos concluir demasiado. Sus hábitos van desde los troncos, hasta los que están asociados a nidos de roedores. (Navarrete-Heredia *et al*, 2001)

Los Dermestes adultos se alimentan de organismos secos o parcialmente secos. (Fierro-López, sin año) son frecuentes cuando el cadáver está momificado con el objeto de alimentarse de pelo, uñas y cabello (Morrone, 1999). Esto no se observa, pues están presentes el día 5 en la trampa expuesta a la luz, cuando aun se encontraba en una etapa de descomposición activa.

Algunos de los factores que pueden haber causado esta diferencia son las temperaturas ambientales, así como la estacionalidad de los insectos o la presencia del estado de momificación.

Se cita que Nitidulidae es encontrada en la etapa más avanzada de la descomposición, Pocas especies son atraídas por la carroña y usualmente encontradas durante las etapas más avanzadas de descomposición. Al mismo

tiempo que Dermestidae (González y Labrador, 2003) pero fue colectada en el estudio en el día 2 y 5 en las trampas expuesta a la luz.

Debo recordar que en la mayoría de los cuerpos en el estudio presentó momificación parcial o total después del día 15. Por lo tanto, durante los días del estudio limitó la utilización de los recursos a organismos como moscas y no favorece a los dermestidos y otros como los ácaros.

Otras familias fueron encontradas y a la vez han sido reportadas en otros trabajos. Por un lado son comunes en la mayoría de los trabajos la aparición de Staphylinidae, así como de Dermestidae o Silphidae, en los cuales se tiene bien establecida su relación con el cadáver, pero también están otras familias que no tienen un papel claro en la descomposición, como los integrantes de la familia Tenebrionidae, que fueron encontrados en este estudio y que sólo algunos autores los mencionan así también reportan la asociación a cadáveres de pequeños vertebrados (McKinnerney 1978 en Crawford, 1981)

Los Carábidos, tanto adultos como larvas, son depredadores de larvas y adultos, nocturnos y presentes durante todo el proceso de descomposición (Catts & Haskell, 1997),(Moron & Terrón, 1984) además que no están sujetos a un hábitat, ya que son muy diversos. Están asociados a plantas, troncos, cuerpos de agua, materia vegetal en descomposición, excremento, hongos, cadáveres y a nidos de hormigas (Navarrete-Heredia *et al*, 2001) por esta razón es difícil saber qué papel juegan en la sucesión, así como es complicado determinar la importancia de su presencia. Pero al ser depredadores podría afectar la presencia de otras especies, principalmente dípteros, que colonizan el cuerpo. Los Carábidos son frecuentemente mencionados (Mavárez-Cardozo *et al*, 2005), (Castillo, 2002) (Catts & Haskell, 1997) sin embargo, por las características ya indicadas no pueden ser tomados como indicadores eficientes. Los carábidos han demostrado ser más abundantes en cuerpos expuestos a la intemperie que en los enterrados (Scampini *et al.*, 2002), lo cual nos hace suponer que se encontrarán de modo inverso a la distribución de los Nicrophorus, ya que estos últimos prefieren enterrar los cuerpos. En este estudio se capturaron en estado adulto y según Scampini (2002) están presentes en todos los estados de

descomposición.(Scampini, 2002). El rol de Carabidae como depredador de una facción de la artropodofauna tanatobionte es mencionado como minoritario, respecto a los otros grupos explosivamente muscófagos de coleópteros de la familia Staphylinidae e Histeridae según Payne y King en 1970 (Scampini, 2002). No obstante la consistencia y la condición de abundancia de algunas especies hace que daban incluirse como parte integral de la sucesión (Scampini, 2002) Otro caso parecido podría ser el de Histeridae, que está reportado por Payne & Crossley 1966 en Haskel & Catts, 1997 que son preferentemente depredadores de larvas.

Por otro lado en la aparición específica de la familia Tenebrionidae mientras que McKinnerney en 1978 menciona pocos y esparcidos, los resultados muestran una tendencia hacia los primeros días de la descomposición activa (días 2 y 5) y en una ocasión cerca del final (día 14), obedeciendo a su tendencia de depredador probablemente buscando larvas para alimentarse durante las primeras apariciones ya que coincide con las apariciones de larvas de dípteros. Payne & Crossley, (1966) en Catts & Haskell, 1997 reportan la aparición de Tenebrionidae, sin embargo, no aclara su papel en la sucesión. Por lo demás sigue apareciendo de manera común en escenas del crimen y en gran número de casos (Catts & Haskell, 1997). Esta aparición puede deberse a los hábitos poco especializados que presenta dicho grupo. Navarrete-Heredia *et al*, 2001 los asocia a hongos, excremento y flores, no sólo a cadáveres.

Por otro lado Anobiidae se alimenta de materia seca tanto animal como vegetal (Navarrete-Heredia, *in litt*) y Melyridae se considera polífago, sin hábitos específicos, ya que se alimenta tanto de materia vegetal como animal, y en algunos casos puede ser depredador de pequeños artrópodos (Arnett, *et al*, 2002)

No se obtuvieron datos suficientes de los géneros restantes de coleópteros por lo cual se puede inferir poco o nada acerca de sus patrones. Sin embargo es un hecho que la mayor actividad se observa en los cuerpos de ratón expuestos a sombra.

## O. Hymenoptera

Tabla 17. Los insectos del orden de los himenopteros encontrados

Suborden	Género	Presencia en Luz (Días)	Presencia en sombra (días)
Formicidae	<i>Creमतogaster</i>	1, 3, 5, 7, 8, 12	2, 3, 4, 5 7, 8, 13
	<i>Paratrechina</i>	5, 7, 8	4, 8
	<i>Pseudomyrmex</i>	0	2, 8
	<i>Liometopum</i>	12	7
	<i>Monomorium</i>	3	0
Vespidae		2, 7, 8	2, 14

La familia Formicidae se divide en 16 subfamilias y 296 géneros. Los problemas en la taxonomía de estos organismos son debidos a sinonimias no reconocidas, caracterizaciones insuficientes de los géneros conocidos, confusión zoogeográfica (Bolton, 1994) Las hormigas son generalmente territoriales, *Creमतogaster* puede vivir en los mismos sitios que *Pseudomyrmex* y *Camponotus*, (Quiroz, 1989) quienes son principalmente arborícolas. Los tres géneros fueron encontrados en el estudio. Sin embargo, la mayor proporción la tuvo *Paratrechina*. Algunas especies de este género son omnívoras y oportunistas (Chacón de Ulloa *et al.*, 2006) esto puede explicar la presencia, aunque es altamente probable que una vez que el sustrato cambiara buscarán otro alimento. Durante el estudio se observó a *Paratrechina* cargando larvas de díptero, tal vez para alimentación.

En trabajos como el de McKinnerney en 1978 al norte de Chihuahua, las hormigas están presentes en todo el periodo de descomposición aunque con más individuos en los días iniciales, posteriormente el número de individuos desciende, pero se mantienen presentes (Crawford, 1981). La abundancia de hormigas, como depredadores, puede afectar significativamente el proceso de descomposición ya que puede retardarlo por la disminución de población de larvas (Haskell & Catts 1997). Por otro lado Castillo en 2002 reportó la aparición del género

*Crematogaster* en trampas de sombra en estado fresco y activo. En este trabajo el reporte de formicidos fue limitado en tiempo y abundancia, lo cual puede indicar que los géneros encontrados no tienen ingerencia directa sobre la descomposición de los cuerpos en el estudio, y que otros depredadores pudieran haber alterado la abundancia de las hormigas, ya que sí se observó que éstas tenían conductas depredadoras, sobre todo con las larvas de dípteros.

Asociado con la aparición de dípteros específicos como los sarcófagos y Calliphoridae viene la aparición de integrantes de avispas. Según De Carvalho Moretti, 2007 citando a Silveira, los cuerpos en descomposición son una buena fuente de alimentación para estos organismos (abejas y avispas) en las regiones Neotropicales. Para los insectos, arañas y larvas de avispas, la carroña es fuente alimenticia adicional de proteínas (Gomes, L, 2007).

Mientras que la presencia de avispas fue poco frecuente. Incluso la aparición de Vespidae fue reportada por Payne en 1965 (Catts & Haskell, 1997) durante un experimento sobre lechones muertos, haciéndose presente entre los días 1 y 4, y el mismo Payne detalló que la alimentación fue de los fluidos del cuerpo y de moscas de la familia Calliphoridae. El mismo Gomes (2007) menciona haber capturado avispas durante todos los estados de descomposición del cerdo *Sus scrofa*. Además es necesario mencionar la implicación que tiene este grupo en los casos de parasitismo en Diptera.

Por consiguiente podemos colocar a las avispas como fauna necrófila, pero como Calliphoridae se presenta durante casi todo el periodo no podríamos determinar si corresponde a un solo estado o a más de uno. Para ello sería necesario realizar nuevos estudios. En otros casos es posible que se remplace a Calliphoridae de un cuerpo por la presencia de avispas (De Carvalho Moretti, 2007), sin embargo en este caso no fueron muy frecuentes, además que no alteraron la presencia de Calliphoridae. Tal vez la presencia de los Vespidae y de Formicidae puedan mermar la abundancia de moscas, pero en este estudio ni uno ni otro fueron muy frecuentes. Otra fuente (Mc Kinnerney 1978 en Crawford, 1981) sugiere que las avispas y lepidópteros que se aproximan al cadáver asisten para alimentarse de los fluidos del cuerpo en estudio realizado con lagomorfos. En el estudio es poco

probable que podamos determinar el papel, ya que tenemos avispa presentes los días 2, 4, 7 8 y 14. Definitivamente la diferencia puede estar dada por una determinación más detallada en la taxonomía de estos ejemplares.

## O. Blattaria

Tabla 18. Las Familias de Blattoidea encontradas en los tratamientos luz/sombra y los días de su colecta.

Familia	Género	Días en Luz	Días en Sombra
Blattaria	<i>Lattiblattella</i>	4, 5, 6	3, 4
	<i>Blatta</i>	5	0
	No	0	10
	Identificada		



Figura 29. Fam. Blattoidea

El orden Blattaria (cucarachas) tiene una amplia distribución además de poseer hábitos omnívoros, por lo que pueden ser considerados como oportunistas por lo cual no están asociados a un periodo particular de descomposición (Catts & Haskell, 1997). La presencia de estos organismos carece de importancia aparentemente, pero es posible que pueda indicar la ausencia de otros organismos más grandes, por ejemplo *Nicrophorus*, ya que este coleóptero entierra el cuerpo. Si *Nicrophorus* consigue enterrar el cadáver o ya este enterrado es probable que blattoidea no tenga oportunidad de aparecer asociado al cuerpo.

## O. Hemiptera

Tabla 19. Familias de Hemipteros halladas

Familia	Género	Días en Luz	Días en Sombra
Rhopalidae	<i>Jadera</i>	6	0
Alydidae	<i>Neomegalotomus</i>	6	8

Con respecto al grupo Hemiptera y Homoptera la colecta fue muy limitada y se considera fauna incidental pues sus hábitos son fitófagos. De Hemiptera se obtuvieron los géneros *Jadera* y *Neomegalostomus*; es probable que ninguno tenga una relación directa con los cadáveres, en ambos casos otros géneros de la misma familia Rhopalidae tienen hábitos fitófagos, (Maes, 1993; Da Costa Lima, 1940); (Capinera, 2008) por otro lado integrantes de *Neomegalostomus* son plaga en el almacenamiento de semillas de soya (Santos, 1998), por este hecho es probable que la aparición de estas familias sea incidental.

## O. Dermaptera

Tabla 20. Ordenes de Dermaptera encontrados

Orden	Suborden	Presencia en Luz (Días)	Presencia en Sombra (Días)
Dermaptera	Forficulina	5 y 15	5

Los dermápteros son organismos nocturnos que se alimentan de plantas en estado de putrefacción e insectos muertos, sin embargo, algunas especies son depredadoras, Sabemos que existe la presencia de estos insectos en los cuerpos, aun cuando no están especificados para restos descompuestos. Donde se encuentran con mayor probabilidad es en los sitios húmedos (Tullis & Goff en 1987; mencionado en Catts & Haskell, 1997), (Romoser, 1994).

Los elementos colectados del Orden Homóptera no fueron identificados, debido a sus hábitos y a su caracterización como fauna accidental, pues son

terrestres y de partes bucales chupadoras. Su alimentación depende de la savia que extraen de distintas partes de las plantas (Vázquez, 1980).

### **Subphylum Cheliceromorpha: Clase Arachnida**

#### **O. Araneae**

Los individuos colectados del orden Araneae corresponden a las familias: Ciblionidae, Gnaphosidae, Salticidae, Thomisidae y Araneidae.

Tabla 21. Familias del orden Araneae presentes en el estudio y días de aparición de las familias en Luz (\*) y en sombra (°)

Grupo	Día														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cublionidae								*	*			*			
Gnaphosidae		*			*										
Salticidae					o	*									
Thomisidae							o								
Araneidae	*														

Los arácnidos están asociados a los restos en descomposición como depredadores de otros artrópodos (Catts & Haskell, 1997)

Con respecto a los Araneae se separaron en cinco familias Cuclionidae, Gnaphosidae, Salticidae, Thomisidae y Araneidae donde cuatro de las cinco familias colectadas son cazadoras mientras que sólo la familia Araneidae corresponde a arañas comunes de jardín, conocidas como tejedoras. Estas producen telaraña en ramas altas de árboles y arbustos, debido a esto son consideradas como incidentales o accidentales los individuos colectados. Las familias restantes son depredadoras de larvas y no son especialistas en cuanto al estado de desarrollo de estas, motivo por el cual han sido colocadas en fauna asociada, en el nivel ecológico número tres según Merritt (Foelix, 1982). La aparición de estos organismos no favorece ni está directamente relacionado con

ningún estado de putrefacción en particular. Los individuos que se colectaron fueron pocos, tal vez porque son de hábitos alimenticios nocturnos y las colectas fueron diurnas. Los organismos colectados se incluyen en los individuos necrófilos, ya que todas las arañas son carnívoras y los insectos constituyen la mayor fuente de alimentación. (Foelix, 1982)

## O. Pseudoscorpiones

Tabla 22. Familia Chernetidae

Género	Presencia en Luz (días)	Presencia en Sombra (días)
<i>Psephalochernus</i> sp.	15	7

Los Pseudoescorpiones pertenecen al grupo de depredadores en un cadáver, están presentes en los últimos niveles de descomposición (Catts & Hasckell, 1997). Los pseudoescorpiones del género *Pselaphochernus* fueron colectados en los últimos días de estudio. Castillo en su monografía “Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el alto Aragón (España) en 2002 identifica a la familia Chernetidae y el género *Pselaphochernes* en otoño en un cerdo expuesto al sol, en descomposición avanzada, del mismo modo se encontró el mismo género en ratón, en estado de momificación (día 15).



Figura 30. Pseudoescorpiones. Fam. Chernetidae Género. Pselaphochernes

*Pselaphochernes* es de vida libre y de hábitos alimenticios variados, ya que es depredador. Debido a esto no se puede asociar directamente con la fauna cadavérica. Por consiguiente puede encontrarse desde la aparición de las larvas sin importar su estado de desarrollo.

## Subphylum Cheliceromorpha: Clase Acarida

Tabla 23. Los ácaros encontrados y su Distribución de Acarii en Luz (\*) y en sombra (°)

Orden	Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mesostigmata	Thinozerconidae					*		*				*				
	Olagomasidae					*										
	Uropodidae							*								
Progstigmata	Adamysidae						o									
	Smarididae							*								

Los individuos de la clase Acarida, fueron encontrados en los días 5-7 y 10 y 11, en algunos casos su presencia está asociada con forésis en *Nicrophorus mexicanus*, por lo cual es un poco difícil discernir si los ácaros encontrados acudieron por medios propios, en cuyo caso sería fauna asociada o si fueron llevados por los Silphidae o por algunos dípteros de la familia Sarcophagidae, del género *Erythandra* el cual fue identificado posteriormente como un acaró de la familia Thinozerconidae. Mientras que Catts & Haskell (1997) aseguran que los ácaros están presentes en todas las etapas de la descomposición, Castillo (2002) menciona que no intervienen en el proceso, pueden ser considerados como integrantes de alguno de los tres niveles tróficos que utiliza Merritt, siendo catalogados como asociados. Ya que se encontraron en asociación forética con algunos insectos claramente necrófagos. Como los sílfidos y los dípteros de la familia Sarcophagidae. Los ácaros incluidos en los resultados de Castillo en 2002 son los de la familia Trombidiidae, quien tiene hábitos depredadores en estado adulto (Castillo, 2002)

Los ácaros presentes según Morrone (1999) en una sexta oleada, se alimenta de restos putrúlagos desecados o momificados. Sin embargo como el cuerpo se descompone en diferentes velocidades y pueden presentarse dos o más estados de descomposición en el mismo cuerpo al mismo tiempo, podríamos encontrar varios ácaros en un cuerpo cuando no está deshidratado por completo.

## **Subphylum Crustacea: Clase Malacostraca**

### **O. Isopoda**

Tabla 24. Las familias de Crustacea

Familia	Presencia en Luz (Días)	Presencia en Sombra (Días)
Oniscidae	5	8 al 10 y 12
Armadillididae	5	2

El orden Isopoda es un grupo que limpia los cadáveres, se encargan de consumir grasas y órganos internos (González y Labrador, 2003) y se encuentran en cualquier estado de la descomposición (Catts & Haskell, 1997) debido a la humedad en el sitio de siembra.

En el estudio se colectaron Isopodos los días 2, 5, 8, 9, 10 y 13, es decir se encuentran durante todo el periodo de descomposición.

## **Subphylum Myriapoda: Clase Diplopoda**

### **O. Diplopoda**

Tabla 25. Los organismos colectados del orden Diplopodae

Familia	Presencia en luz (Días)	Presencia en sombra (Días)
Atopetholidae	5	13

## **DISCUSIÓN GENERAL**

### ***Cría de larvas colectadas***

La cría de las larvas colectadas generaron dípteros de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae, el número de adultos fue reducido debido a la alta mortandad que se presentó entre ellas debido, probablemente, a la mala elección del alimento, almacenamiento inadecuado y al manejo y transporte en situación no óptima. El total de los adultos obtenidos fue de 18 también se obtuvo un himenóptero de la familia Vespidae, probablemente depredador incidental o parasitoide.

### ***Estados de descomposición***

Los estados de descomposición que se observaron fueron cinco (Fresco, Hinchado, Activo Avanzado y Seco) En cada estado se presentaron organismos asociados. Los dípteros fueron los primeros en llegar presentándose desde el primer estado y permaneciendo hasta el día 15, sin embargo, las familias de este orden variaron, solo Calliphoridae Sarcophagidae y Muscidae se mantuvieron presentes durante todo el tiempo. Otras familias como Phoridae, Sepsidae y Otitidea aparecen en momentos muy específicos. En Coleoptera ocurre algo similar, Nitidulidae y Tenebrionida se presentan en el día 1 mientras el sustrato está fresco y están presentes de manera intermitente, por otro lado Staphylinidae aparece en solo un día por cada condición y no aparecen nuevamente. La familia Silphidae es la que se presenta durante más tiempo. La diversidad en hábitos de las familias explica que tanto el grupo Diptera y Coleoptera tengan representantes durante todo el proceso. Durante el estado inicial o fresco aparecen los colonizadores primarios. Y en el estado Activo, se encuentra el mayor número de grupos participando, y este número desciende nuevamente cuando nos acercamos al estado seco. Incluso en el estado de mayor actividad encontramos grupos exclusivos de Hemiptera y Dermaptera y las familias de Diptera Chloropidae y Neriidae.

## **Luz y Sombra**

Algunos organismos se presentan particularmente en algún momento específico de la descomposición mientras que otros aparecen dependiendo de la exposición del cuerpo. En el caso de la familia Calliphoridae, Sarcophagidae (Diptera); no existe diferencia pues estos grupos están presentes en todo momento. Para Muscidae la presencia es solo durante un momento específico (descomposición activa) pero indistintamente en luz y sombra; para Ottidea (Diptera) solo se presenta en sombra y durante el episodio de descomposición activa. Silphidae (Coleoptera) se presenta en el estado hinchado y activo durante todas las exposiciones y solo en sombra después en el seco. En el caso de Nitidulidae, familia de Coleoptera, muestra preferencia por la luz, ya que cuando se presenta (estado fresco y activo) lo hace solo en los cuerpos expuestos a la luz y Leolidae (Coleoptera) cuando se presenta es en sombra de igual modo Carabidae actúa en los cuerpos sin exposición directa. Tanto Dermestidae como Scarabeidae prefirieron solo las trampas expuestas a la luz durante el estado de descomposición activo.

## **Niveles ecológicos**

Los resultados incluyen a artrópodos de los tres niveles ecológicos que Merritt propone, los necrofágos (Diptera y Coleoptera); los necrófilos y omnívoros (Coleoptera, Hymenoptera y Blattaria); los parasitoides y depredadores (Hymenoptera y grupos de arácnidos) y algunos organismos incidentales (Hemipteros y Homopteros); por otro lado existen organismos que aun no podemos definir su rol ecológico como el caso de la familia Neriidae (Diptera) que también ha sido colectada en cadáveres de cerdo (Carvalho, *et al.* 2000), además está la familia Anobiidae (Coleoptera) que fue encontrada y son referidos en los trabajos de Maverez-Cardozo en 2002.

La colecta pudo verse sesgada por los hábitos depredadores de algunos de los grupos presentes como los Dermaptera y los Arachnida. Además la sucesión se ve afectada por la composición de los colonizadores iniciales y sobrevivientes de

la comunidad anterior (Showalter 2000). De modo que las colectas fueron sistemáticas y se dejó en libertad a todos los organismos, que aparecieron o se posaron sobre los cuerpos una vez terminadas las colectas. Es difícil establecer los niveles tróficos con exactitud en el cadáver cuando no están claros los roles de muchos de los protagonistas o cuando son generalistas, además de las dificultades que presenta la determinación debido a la falta de textos especializados y claves de identificación, el daño de algunos especímenes, la presencia o ausencia de algunos caracteres y por supuesto, la falta de experiencia y la dificultad de los grupos.

Para hacer una primera comparación entre las familias encontradas en *M.musculus* y los reportados para humanos (Bermúdez y Pachar, 2010) (Magaña2001) (González y Labrador, 2003) se presenta la tabla 26. En el caso de Neriidae (Diptera), fue encontrada en el trabajo de (Molina-Chávez et al, 2006).

Los organismos, géneros y especies encontrados dependen del área biogeográfica en la que se lleva a cabo el estudio. Por ejemplo las moscas difieren en abundancia de región de región, de hábitat en hábitat y de estación en estación (Catts y Haskell, 1997). Por otro lado Ianncone (2003) indica que los resultados obtenidos en modelos diferentes varían, Esto explica que algunas de las observaciones hechas en el presente estudio difieran de las obtenidas en un humano, ya que se presentó el género *Nicrophorus* (Coleoptera: Fam.Silphidae) que aparece en cadáveres pequeños y no está reportado en otros estudios como los realizados por Magaña (2001), Oliva (1997) y González y Labrador (2003)



Figura 31. Dípteros comúnmente asociados a cadáveres

Tabla 26. Comparación entre los organismos reportados en cadáveres humanos y los hallados en este trabajo

Familia	Humanos	<i>Mus musculus</i>
Calliphoridae ( D )	X	X
Sarcophagidae ( D )	X	X
Muscidae ( D )	X	X
Fannidae (D)	X	
Piophilidae ( D )	X	
Drosophilidae ( D )		X
Phoridae ( D )	X	X
Otitidae ( D )		X
Stratiomyidae	X	
Sciomyzidae (D)		X
Neriidae (D)	X	X
Silphidae ( C )	X	X
Cleridae ( C )	X	
Tenebrionidae ( C )	X	X
Histeridae ( C )	X	X
Scarabidae ( C )	X	X
Nitidulidae ( C )		X
Carabidae ( C )		X
Dermeestidae ( C )	X	X
Staphylinidae ( C )		X
Leodidae ( C )		X
Lycosidae ( C )	X	
Anobiidae ( C )		X
Meryelidae ( C )		X
Vespidae ( H )	X	X
Formicidae ( H )	X	X
Blattoidea ( B )	X	X
Collembola	X	X
Ropalidae ( H )		X
Alydidae ( H )		X
Araneidae ( A )		X
Cublionidae ( A )		X
Thomisidae ( A )		X
Gnaphosidae ( A )		X
Salticidae ( A )		X
Chernetidae ( P )		X
Uropodidae ( Ac)		X
Thinozerconidae ( Ac)		X
Oligomasidae ( Ac)		X
Adamyetidae ( Ac)		X
Smarididae ( Ac)		X

En la Entomología forense se requiere de trabajo multidisciplinario entre especialidades ya que las conclusiones dependen, en gran medida, de la determinación de las especies (Magaña, 1997) Las claves taxonómicas y el

panorama mismo de los dípteros se basa en reportes aislados que en general no contemplan un enfoque integral (Mariluis, 2002), esto dificulta de identificación válida para todos

Por el lado de Coleoptera, existe una marca desproporcionada entre los grupos de especialistas, de tal modo, que muy pocas familias asociadas a cadáveres han sido trabajadas, la taxonomía de Coleoptera para México puede resumirse en la frase de Navarrete-Heredia y Fierros-López (2001), “Existe varios especialistas en muy pocos grupos”.

Para la datación del periodo Post-Mortem, la aparición de las cuadrillas no debe ser concluyente (Basile,1991) esto debido a las variantes que pueden alterar la presencia de los organismos en el proceso, por ejemplo, existen ciertos organismos que son propios de sitios de gran altitud, mientras que otros son exclusivos de tierras bajas. En el caso real las escuadras o cuadrillas propuestas por Megnin (1894) no son plenamente identificadas ya que los cuerpos pueden presentar diferentes etapas de descomposición en diferentes partes al mismo tiempo dependiendo del microclima.

El presente trabajo presenta los resultados de las observaciones en modelos (*Mus musculus*) con la finalidad de enlistar los organismos asociados a la descomposición y eventualmente pueden ser utilizados como punto de origen en la comparación y contraste de las observaciones que se puedan presentar en humanos. Ya que tanto los humanos como la especie utilizada tienen semejanza en los periodos de descomposición. Siempre se debe considerar las diferencias en los resultados que se pueden generar debido a la diferencia en la masa de cada especie, ya que los cuerpos que son de menor masa se descomponen con mayor rapidez, además de las diferencias que significaría el microclima, latitud, las condiciones del cadáver y la entomofauna autóctona (Basile &Waisman, 1991).

El estudio actual constituye un acercamiento al conocimiento de la entomofauna asociada a cadáveres en el área de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Y ofrece un listado de familias y algunos géneros relacionados con dicho proceso, sin embargo para determinar el periodo después de la muerte con estos

datos es difícil y se requiere de un análisis mucho más fino y extenso, por un lado no se colectaron todos los organismos que visitaron el cuerpo, pues se pretendía no interrumpir la sucesión, y por otro lado la limitante de tiempo, ya que la descomposición ocurre a diferentes ritmos y siempre variando dadas las condiciones.

Es importante analizar las dinámicas poblacionales a lo largo del año para conocer la variación en la presencia y la abundancia de los grupos. La información que se obtenga puede ser utilizada para la integración de una base en la comparación con los cadáveres humanos e ir conformando un catálogo de insectos de importancia forense en México (Villamil-Ramírez, *et al.*2007)

## CONCLUSIONES

- De los artrópodos asociados a cadáveres en estado de descomposición en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Se encontraron 32 géneros distribuidos en 30 familias de Hexapoda, una subfamilia (Staphillinidae) y un suborden, también estuvieron presentes Cheliceromorpha, Myriapoda y Crustacea aunque en menor abundancia.
- Los dípteros son los agentes necrófagos más inmediatos después de la muerte, sin embargo la aparición de otras especies, que dados su hábitos alimenticios pueden alterar la presencia y abundancia de dichos organismos. Es probable que la misma colecta influya en la presencia y abundancia
- Existe una relación cualitativa entre las preferencias de los coleópteros involucrados en la descomposición en los cadáveres expuestas en luz y sombra. Siendo preferida la Sombra por la mayoría de los Sílidos. Y la luz en el caso de Tenebrionidae y Nitidulidae.
- Los artrópodos podrían brindar una estimación de tiempo siempre y cuando no perdamos de vista las condiciones del cadáver. Debido a la gran cantidad de factores que afectan el proceso de descomposición en cada uno de los cuerpos.

## LITERATURA CITADA

Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. Mus musculus. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F. <https://docs.google.com/presentation/d/1x2B4wdYGNJtiQLft1wz-qJ6MYzwGlkwsv07wPIXH0Cc/edit#slide=id.p>

Arnett-Ross, T. M, Jr. 2000 "Handbook of the Insect of America North of Mexico" CRS Press Boca Raton. Florida.

Arnett-Ross, T. M, Jr. 2002 "American beetles polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea" Vol. 2 CRC Pres United estates.

Basile, A., D. Waisman. 1991 "Fundamentos de Medicina Legal" El Atereo. Argentina

Bermudez S. y J. V. Pachar 2010 "artrópodos asociados a cadáveres humanos en la ciudad de Panama, Panama. Revista Colombiana de Entomología Vol 36 No.1 Bogota, Enero

Bolton, B. 1990 "Identification guide to the ant genera of the world" Harvard University Press Cambridge

Brodrick, M y A. Morton, 2003. "Diccionario de Arqueología Egipcia". Edimat Libros S. A. Arganda del Rey Madrid.

Brown, B. s.a. "Familia Phoridae en:  
[www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/texto37.html](http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/texto37.html)  
Revisado Octubre, 2006

Carvalho LML; P.J. Thyssen. A.X. Lindares, F.A.B. Palhares, "A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil" 2000 Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol 95 (1): 135-138, Jan./Feb

Carvalho, C.J.B. 1997 "Familia Muscidae" Solís, A. (ed.) Las Familias de insectos de Costa Rica. INBio. En: <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto538.html>

Capinera, John. 2008 "Encyclopedia of entomology. Vol 4 U.S.A

Castillo-Miralves, M. 2002 "Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España)" Zaragoza. Sociedad Entomológica aragonesa España

Casas-Sánchez, JD., A. Santiago-Saez., M. S. Rodríguez-Albarrán & M.E. Albarrán-Juan. 2006. "Fenómenos de conservación cadavérica. Saponificación" Revista de la escuela de Medicina legal Septiembre 27-33 En: [www.gencat.net/justicia/doc/doc\\_18507083\\_1.pdf](http://www.gencat.net/justicia/doc/doc_18507083_1.pdf)

Catts E. P & Haskell N. editors 1997 "Entomology & Death. A procedural guide" Joyce's Print shop. Inc. U.S.A.

Chacón de Ulloa, P., G. I. Jaramillo. y Lozano, M. M. 2006. "Hormigas urbanas en el departamento del Valle del Cauca, Colombia." Rev. Acad. Coloma. Cienc, 30 (116),435-441.

En:

[www.accefyn.org.co/PubliAcad/Periodicas/Volumen30/116/435%20a%20442.PDF](http://www.accefyn.org.co/PubliAcad/Periodicas/Volumen30/116/435%20a%20442.PDF)

Crawford, C.S. 1981 "Biology of Desert Invertebrates" Springer-Verlag New York

De Carvalho, M. et eal. 2007 "Observations on necrophagy by *Agelaia pallipes* (Oliver 1792) (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini) during forensic investigations in

Southeastern Brazil” entomología Mexicana Vol. 6 Tomo 2 Sociedad Mexicana de entomología México Pág. 857-860

Da Costa Lima, A. 1940 “Insetos do Brasil” Escola Nacional de Agronomia.) Serie didáctica nº 3 tomo 2 Brasil. En: [www.ufrj.br/institutos/ib/ento/tomo02.pdf](http://www.ufrj.br/institutos/ib/ento/tomo02.pdf)

Dillon, E. S. & L.S. Dillon 1972 “A manual of common beetles of eastern north” vol1 Dore publications inc. New York \*

Elzinga, R.J. 1997 “Fundamentals of Entomology” Prentice Hall New Jersey

Fernandez-Álamos María Ana y G. Rivas (Editores) 2014. “Niveles de Organización en animales”. Las prensas de ciencias. UNAM. México.

Foelix R.F. 1982 “Biology of spiders” Harvard University press. Usa

Fraume, Néstor, 2006. “Manual Abecedario Ecologico” San Pablo. Fundacion Hogares juveniles campesinos. Bogota Colombia

Fuentes, J. C., J. C. Forneiro y C. Fuentes, 2007 “Manual de Ciencias Forenses” Arán editores. Madrid.

Fuertes-Rocañin, Jose Carlos; ose Cabrera-Forneiro y Carlos Fuentes Iglesias Manual de Ciencias forences, 2007, Arán ediciones, Madrid en: <http://books.google.com.mx/books?id=kz-fJ7MkvmMC&pg=PA125&dq=oleadas+muerde+megnin&hl=es&sa=X&ei=hZffUfOKMHXyAGazoHoAQ&ved=0CC8Q6AEwAA#v=onepage&q=oleadas%20muerde%20megnin&f=false>

Goff, I. C. Odom 1987 “Forensic Entomoly in the hawaiiian Island” The American Journal of forensic Medicine and Pathology 8 (1): 45-50

Gomes L. *et al.* Occurrence of Hymenoptera on Sus scrofa carcasses during summer and winter seasons in southeastern Brazil. Rev. Bra. Entomol. Set. 2007

Vol. 51 No. 3 En: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0085-56262007000300019&lng=&nrm=iso&tlng=](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0085-56262007000300019&lng=&nrm=iso&tlng=)

González E.,D. y G. Labrador Ch. 2003- "Insectos relacionados con cadáveres humanos" Revista Jalisciense de Ciencias Forenses.1 (4): 40-46

Grimaldi D.A.. s. a. Familia Drosophilidae en:  
[www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/texto39.html](http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/texto39.html)

Revisado: Octubre, 2006

Gullan P.J.& P.S. Cranston 2000 "The insects An outline of entomology" 2ª  
BlackWell Science Usa.

Halffter, G, Ann. Rev. Entomol. 1987 32. 95-114 "Biogeography of the montane  
Entomofauna of México and central America.

Hedard, M. 1917 "The Blattidae of North of America North of the mexican  
boundacy" Mem. Ame. Ent. Soc. Vol 2

Hortelano-Moncada, Yolanda; Fernando A Cervantes y Aída Trejo Ortiz  
"Mamíferos Silvestres de la Reserva del Pedregal de San Ángel en Ciudad  
Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. Revista  
mexicana de biodiversidad 80: 507-520, 2009 en:  
<http://www.ejournal.unam.mx/bio/BIO80-02/BIO080000221.pdf>

Iannacone, 2003 "Artrópoda de importancia forense en un cadáver de cerdo en  
el Callao, Perú" Revista Brasileira de Zoología 20 (1): 85-90 Marzo

Jolievet P. 1988 "Los insectos y el hombre" Fondo de Cultura económica México  
D:F

Kaston B.J. 1979, "How to know the spiders" wnc. Brown CO. Usa

Knigth B. 1999 "Medicina Forense de Simpson" Manual Moderno México D.F  
Latreille 1802 (2000) "Claves para identificar los taxones genéricos y supragenericos de Scarabaeoidea (coleóptera) de México Folia Entom. Mex 110:33-87

Levi, H.W. 2002 "Key of Genera of araneid orbweavers (araneae, araneidae) of the America Journal of arachnology", 30: 529-562

Maes, J. M. & U. Goellner-Scheiding 1993 "Catálogo de Coreoidea (Heteroptera) de Nicaragua" Rev. Nica. Ent. 25:1-19 En: <http://www.bionica.info/RevNicaEntomo/RevNicaEntomo.htm>

Magaña, C. 2001 "La entomología Forense y su aplicación a la medicina. Legal Data de Muerte" Aracnet 7 BOL S.E.A., no 28(): 49-57 En: [www.entomologia.rediris.es/aracnet/7/06forense](http://www.entomologia.rediris.es/aracnet/7/06forense)

Martínez-Rubalcaba, H; J. Escoto-Rocha y F. Tafoya 2007 "Sucesión de insectos necrófagos en *Sus scrofa*, durante el periodo estacional de primavera en la ciudad de Aguascalientes México" En: Programa y Resúmenes VII Congreso Latinoamericano de Entomología y XLII Congreso de la SME 2007 Acapulco Guerrero (México). Sociedad Mexicana de Entomología Vol. 6 Tomo II

Martínez-Dueñas, W. A. 2004 "Inventario preeliminar de los Calliphoridae (insecta:Diptera) de Popayan (Cauca-Colombia)" Antropacifico Vol. 2 no 1 113-116 Grupo de Investigadores antropacifico Universidad de Cauca

Mariluis, J. C. & J. A. Schnack. 2002 En: Salomón, O.S. editor *Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina*, Fundación Mundo Sano, Buenos Aires, p. 23-37.. Calliphoridae de la Argentina. Sistemática, ecología e importancia sanitaria (Insecta, Diptera).

Mavárez-Cardozo, Espina de Ferrer, Barrios-Ferrer y Fereira- Paz 2005 “La entomología Forense y el Neotrópico”. Cuadernos Medicina Forense No. 39 Sevilla Enero

Mc Alpine, J.F. 1981 “Morphology and termonology- adult” McAl (Eds) Manual of Nearthic Diptera. Vol 1 Agriculture Canada Manograph 9-63 p

Megnin, P. 1894. La fauna de los cadáveres. Aplicación de la entomología la medicinalegal. Ed. Facsimil:Li. Paris-Valencia, DL 1992 Consultado en: Castillo-Miralbes, 2002)

Merrit. R. 2001 Forensic Entomology en:  
[www..cj.msu.edu/people/forent.html](http://www..cj.msu.edu/people/forent.html)

Revisado: Enero 2007

Molina-Chavez, Luy-Quijada-Nava- Hernández & Galindo-Miranda 2006” “Datos preeliminares de la captura de dípteros relacionados con le proceso de descomposición cadavérica en la Ciudad. de México” Entomología Mexicana Vol. 5 Tomo 2 Sociedad Mexicana de Entomología A.C. México pág. 925-930.

Morrone, J. 1999 “¿Cómo pueden los insectos resolver un crimen?” Medico Moderno Abril. 54-60p

Moron, A. y R, Terrón. 1988 “Entomologías Practica” Instituto de Ecología A.C. México

Moron, M.A. 1984 “Escarabajos 200 millones de años de evolución” Instituto de Ecología A.C. México.

Navarrete-Heredia, J.L. 1995 "Coleopteros Silphidae de Jalisco y del volcán de Tequila incluyendo comentarios generales de su biología" Dugesiana num.26 Jalisco. México

<http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/DUG/article/viewFile/3730/3506>

Navarrete-Heredia, J.L.; Newton A.F. M.K. Thayer. J.S. Ashe & D.S. Chandler 2002 "Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México"

Universidad de Guadalajara y Conabio, México.401 pags,

Navarrete-Heredia, J.L. Fierros- López y A.Burgos-Solorio Editores 2001 "Coleoptera de México: Situación actual y perspectivas": Tópicos sobre coleoptera en México. UAG-UAM México pág. 1-21

Navarrete-Heredia y H.E. Fierros López 2000 "Silphidae (Coleoptera) en Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento" Volumen II Unam. México.

Nuñez, 1988 "Las moscas de la fruta (Diptera:Tephritidae) Sociedad Colombiana de Entomología Miselanea 5:3-15 en: [people.scalenet.inf](http://people.scalenet.inf)

Olivia, A. s.a. "sitio argentino de producción animal" En: [www.produccion\\_animal.com.ar/veterinaria\\_forense/34-entomologia\\_forense.pdf](http://www.produccion_animal.com.ar/veterinaria_forense/34-entomologia_forense.pdf).

Revisado Noviembre 2015

Oliva, A. 1997 "Insectos de interés forense de Buenos Aires (Argentina), primera lista ilustrada y datos bionomicos Revista del museo de Ciencia Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las ciencias Entomología tomo VII no 2 pag 14-59.

Oliva, A. 1999 "Diptera (Insecta) de interes forense o causante de miasis. Claves artificiales para estados premarginales. .Actualizaciones en artropodología

Sanitaria argentina. Organizada por el Centro nacional de Diagnóstico e Investigación de Entomoepidemias (CeNDIE).

Ortega-Madrid A. 2006 “Estudio de larvas, de mosca encontrada en los cadáveres, como auxilio del cronotanodiagnostico en el estado de México en diferentes estaciones del año” Revista mexicana de ciencias forenses Año 1 No 3 Junio p 26-31

Quiroz-Robledo, L. 1989 “Algunos aspectos ecológicos de las hormigas del género *Crematogaster* (Lund) En el estado de Morelos México”. En: Programa y Resúmenes II Simposio Nacional de Insectos Sociales (México). Sociedad Mexicana de Entomología Oaxtepec Morelos.

Reichardt, H. 1997 “A synopsis of the genera of neotropical carabidae (insecta coleopteran)” A periodical record of entomology investigations published at the departament of entomology University of Alberta Edmonton Canada) *Quaestiones Entomologicae* #4 13: 346-493

Reinach, S. 1944 “Historia General de las religiones” Orfeon. México D.F.

Rojo, A. Editor 1994 “Reserva ecológica del Pedregal de San Ángel. Ecología, Historia Natural y Manejo” UNAM. México

Romoser, W. & Stoffolano. 1994 “The Science of Entomology” WnC Brown publisher. E:U: of America.

Roth, V. D. 1993 “Spiders genera of North America” Edition American Arachnological society. Usa

Santos, C. 3 1998 “Danos qualitativos causados por *Neomegalotomus parvus* (Westwood) em sementes de soja.” An. Soc. Entomol. Bras. Vol 27 No En: [www.scielo.br/scielo.php?pid=S030180591998000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S030180591998000300006&script=sci_arttext))

Scampini E., A. Cichino y N. Centeno. 2002 Especies de Carabidae (Coleoptera) asociada a cadáveres de cerdo (*Sus scrofa*, L) en Santa Catalina (Buenos Aires, Argentina) Rev. Soc. Entomologica. Argentina 61 (3-4):85-88. En: [www.entomologiaforense.unq.edu.ar/Nc4-carabidae.pdf](http://www.entomologiaforense.unq.edu.ar/Nc4-carabidae.pdf)

Secretaria Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Coordinación de la investigación científica. Universidad Nacional Autónoma de México. “Biodiversidad de la REPSA” 12 Noviembre de 2015 en: <http://www.repsa.unam.mx/index.php/component/content/article?id=17>

Scholwalter, T. 2000 “Insect Ecology: An Ecosystem approach” Academic Press U.S.A.

Shulz, Leo-Clements 1985 “Tratado de Anatomía: Patología General para veterinarios y estudiantes de veterinaria” Labor España.

Terrazas, T; *et al.* s. a. “La vegetación urbana del campus universitario y la polémica del eucalipto” Programa de Mejoramiento de las áreas verdes del campus universitario UNAM. México

Trujillo Nieto, A. y P. R. Trujillo 2002 “Medicina Forense” Manual Moderno. México.

Vázquez L. 1980 “Phyllum Arthropoda” UNAM México

Valverde-Valdés, Teresa y Zenón Cano-Santana 2005 “Ecología y medio ambiente” Pearson Pp 240

Villamil-Ramírez, E. D.; Galindo-Miranda y Navarrete-Heredia 2007 “Caracterización de la coleopterofauna asociada a cadáveres de *Mus musculus* L. en la reserva ecológica del pedregal de San Ángel, México”. En: Programa y Resúmenes VII Congreso Latinoamericano de Entomología y XLII Congreso de la SME 2007. Sociedad Mexicana de Entomología Acapulco Guerrero (México) Vol. 6 Tomo II Pag.

Zaragoza-Caballero S. y H. Pérez-Ruiz 1975 “Varianza del *Nicrophorus mexicanus* (Matt) (Coleoptera: Silphidae) y su correlación ambiental en el Pedregal de San Ángel, Distrito Federal, México”. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México 50 Ser. Zoología (1): 459-479.