

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Dípteros sarcosaprófagos y coprófagos de otoño e invierno en Torreón, Coahuila**

**POR:**

**JOSE LUIS ALTUNAR PABLO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2013**

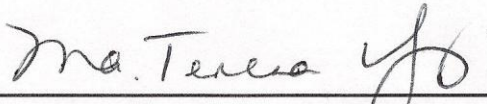
**TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

**EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

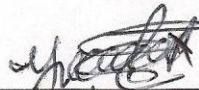
**APROBADA**

**PRESIDENTE:**



**Dra. Ma. Teresa Valdés Pérezgasga**

**VOCAL:**



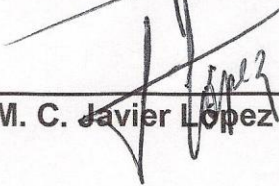
**M.C. Fabián García Espinoza**

**VOCAL:**



**Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos**

**VOCAL SUPLENTE:**



**M. C. Javier López Hernández**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS:**



**Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos**



**Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2013**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

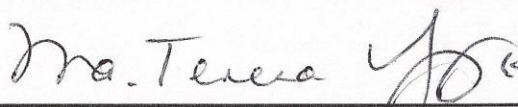
Dípteros sarcosaprófagos y coprófagos de otoño e invierno en Torreón, Coahuila

POR:

JOSE LUIS ALTUNAR PABLO

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:



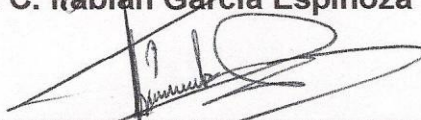
Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga

ASESOR:



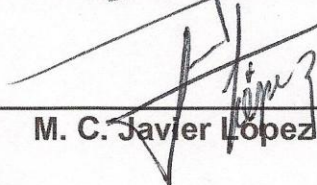
M. C. Fabián García Espinoza

ASESOR:



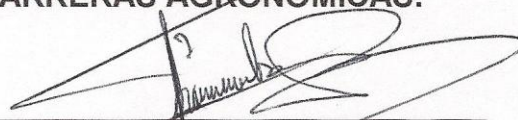
Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

ASESOR:



M. C. Javier López Hernández

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS:



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por guiar mis pasos en cada momento de mi vida, también por darme mucha sabiduría y fuerzas para salir adelante, no dejarme caer en el vicio. Gracias dios mío por estar siempre conmigo.

**A la Virgen de Guadalupe**, por ser mi guía y mi fortaleza de seguir adelante.

**A la Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga**, por darme la oportunidad de formar parte de su proyecto, también por abrirme las puertas en el trabajo que más me gusta.

**Al M.C. Fabián García Espinoza**, por su gran apoyo en las diferentes actividades realizadas y por compartir un poco de sus conocimientos adquiridos, también por estar siempre pendiente en las correcciones de mi tesis.

**Al Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores**, por ser, no solo mi tutora, sino una gran consejera y amiga. Gracias maestra por sus consejos y regaños que hicieron de mí una persona muy responsable y de provecho.

**Al M.C. Javier López Hernández**, por ser, no solo mi maestro, sino un gran amigo y consejero. Gracias por su amabilidad.

**Ala Ing. Gabriela Muñoz**, por su gran amabilidad y atención en prestarme los materiales de laboratorio y también por ser mi amiga, gracias Gaby.

**A mi Alma Mater**, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

**A mis Maestros**, por ser mis amigos, también por compartir sus grandes conocimientos y sabiduría en las clases.

**A mis amigo(as)**, José Eloy Altunar Altunar (kari), Andrés Hernández Altunar (tito), Delfino Altunar Altunar (flaco), Leonardo Canchola Romero (gato), José Crispín Altunar López, Marcial Sánchez Rueda (barriga), que siempre han sido mis mejores amigos en las buenas y en las malas. Gracias mis estimados.

## DEDICATORIAS

### **A mis padres:**

María de Jesús Pablo Altunar, por ser mi madre y mi amiga por siempre, también por su gran apoyo en estos largos años que han pasado, gracias Dios mío por cuidar siempre mi madre.

Celedonio Altunar Juárez, por ser mi padre y por haber puesto su confianza en mí, hoy en día tengo una carrera por sus grandes esfuerzos, gracias papa no sé cómo agradecerte.

### **Amis Hermano(as):**

Ing. Israel Altunar Pablo, que ha sido un gran hermano, aunque hay veces muy enojón pero siempre ha sido para mí un gran ejemplo, te quiero mucho carnal, gracias por tu apoyo hoy tengo una carrera.

Sofía Altunar Pablo (chula), Gloria Altunar Pablo (lucas) y Roger Altunar Pablo (kiwi) que son mis hermanitos del alma con los que he convivido días alegres, triste y de peleas, pero siempre juntos luchando por un bien para todos.

### **A mis primos:**

Rolando Altunar Altunar, José Saint Altunar Altunar, Alex Oliverio Altunar Altunar y Eric Rubicel Altunar Altunar, José Rubelio López Altunar por ser mis primos y mis amigos.

### **A mis Abuelo(as):**

Domingo Hernández Altunar (†), Andrea Juárez Cruz, Francisco Pablo Tovilla (†), Nicolasa Altunar Pablo (†) que fueron mis grandes ejemplos a seguir, hoy en día Dios los tienen en la gloria.

## RESUMEN

Durante los meses de octubre del 2012 y febrero del 2013, se establecieron experimentos de entomología forense en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro–UL ubicado en el municipio de Torreón, Coahuila, divididos en tres etapas. La primera etapa fue la preliminar, se estableció en el Campo Experimental de la UAAAN-UL con la finalidad de observar y conocer los procesos que conlleva el colocar una trampa WOT y una necrotrampa en el sitio de estudio. Las dos etapas siguientes se realizaron en el mismo sitio donde se estableció el estudio preliminar, con el objetivo de determinar la diversidad y abundancia de dípteros presentes en las dos épocas del año, otoño e invierno, en Torreón, Coah. Se colectaron adultos e inmaduros (larvas LIII y prepupas) de la familia Sarcophagidae, Calliphoridae y Muscidae. La especie más abundante de califóridos fue *Chrysomya megacephala*, ésta especie estuvo presente en ambas épocas de estudio. El género de sarcófagidos más abundante fue *Neobellieria*, aunque éste sólo estuvo presente durante el invierno; mientras que especímenes pertenecientes al género *Euboettcheria* fueron colectadas en ambas épocas, presentando su mayor abundancia en el invierno. Sólo 10 especímenes de sarcófagidos del género *Amobia* fueron colectados durante la época otoñal. La familia Muscidae estuvo presente tanto en otoño como en invierno, con una abundancia mayor en la época de otoño al coleccionar 500 especímenes exclusivamente de las trampas WOT.

**Palabras claves:** Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, *Chrysomya megacephala* y *Amobia*.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	iii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	3
1.1.1. Objetivo General .....	3
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
1.2. Hipótesis .....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Introducción a la entomología forense .....	5
2.1.1. Historia de la entomología forense .....	5
2.1.2. Conceptos de entomología forense .....	6
2.1.3. Clasificación de los artrópodos carroñeros .....	6
2.2. El Intervalo Postmortem .....	8
2.2.1. Factores a considerar en el cálculo del intervalo postmortem .....	9
2.3. Procesos y fases de descomposición cadavérica .....	11
2.4. Estados de descomposición e insectos asociados .....	11
2.6. Insectos de importancia forense .....	15
2.6.1. Diptera .....	15
2.6.2. Coleoptera .....	16
2.6.3. Hymenoptera .....	16
2.7. Clasificación de los insectos que colonizan cadáveres .....	17
2.7.1. Especies necrófagas.....	17
2.7.2. Especies depredadoras y parásitas de necrófagos .....	17
2.8. Principales familias de dípteros de importancia forense .....	18
2.8.1. La familia Calliphoridae.....	18
2.9. La familia Sarcophagidae.....	23
2.9.1. Ubicación taxonómica de los Sarcófágidos .....	24
2.9.2. Biología y hábitos de los sarcófágidos.....	25
2.10. La familia Muscidae .....	28
2.10.1. Ubicación taxonómica de los múscidos .....	28
2.10.2. Biología y hábitos de los múscidos .....	29
2.11. Otros dípteros saprófagos y coprófagos .....	30
2.11.1. Piofílidos. ....	30
2.11.2. Fóridos o “moscas jorobadas”. ....	31
2.12. Influencia de la geografía.....	31
2.12.1. Influencia de las estaciones .....	32
3. MATERIALES Y METODOS .....	33
3.1. Zona de estudio .....	33

3.2. Trampas utilizadas y protección de cebos .....	33
3.3. Colecta de especímenes.....	35
3.4. Estudio otoño .....	36
3.5. Estudio de invierno.....	37
3.6. Trabajo de laboratorio .....	39
3.7. Montaje e identificación de especímenes .....	40
3.8. Usos y análisis de datos .....	40
4. RESULTADOS .....	42
4.1. Estudio preliminar .....	42
4.2. Estudio otoño .....	42
4.2. Estudio invierno.....	43
4.4. Clave pictográfica para la separación e identificación de géneros de Sarcophagidae.....	44
4.4.1. <i>Neobellieria</i> spp.....	44
4.4.2. <i>Euboettcheria</i> spp.....	49
4.4.3. <i>Liopygia</i> spp.....	55
4.4.4. <i>Amobia</i> spp.....	60
5. DISCUSIÓN.....	64
6. CONCLUSIÓN.....	68
7. LITERATURA CITADA .....	69



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diferentes clasificaciones a nivel familia de Sarcophagidae.....	25
Cuadro 2. Mezcla de cebos utilizados en el experimento. ....	34
Cuadro 3. Total de especímenes recolectados en la necrotrampas en otoño.....	42
Cuadro 4. Total de especímenes recolectados en las trampas WOT en otoño.....	43
Cuadro 5. Total de especímenes recolectados en la necrotrampa en invierno. ....	43
Cuadro 6. Total de especímenes recolectados en las trampas WOT en invierno. ....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del proceso de descomposición (Daza y Yusseff, 2003).....	13
Figura 2. Trampa WOT modificada. ....	33
Figura 3. Cabeza de cerdo utilizado para captura de larvas LIII y prepupas.....	34
Figura 4. Jaula que sirvió de protección de grandes carroñeros. ....	35
Figura 5. Jaula reforzada para protección de carroñeros.....	35
Figura 6. Frascos contenedores de dípteros colectados. ....	36
Figura 7. Colecta de Larvas III y prepupas de la necrotrampa. ....	36
Figura 8. Trampa WOT colocada en el sitio de estudio.....	37
Figura 9. Necrotrampa (cabeza de cerdo) colocado en el sitio de estudio.....	37
Figura 10. Jaula rota por mamíferos carroñeros. ....	38
Figura 11. Colocación de la segunda cabeza de cerdo.....	38
Figura 13. Alimentando Larvas de LII para que completen su desarrollo.....	39
Figura 14. Frascos con prepupas.....	39
Figura 15. Especímenes montados con alfileres entomológicos.....	40
Figura 16. Caja entomológica con especímenes colectados.....	40
Figura 17. Captura de datos y especies con etiquetas identificadas.....	41
Figura 18. Microscopio estereoscopio utilizado para visualización de dípteros. ....	41
Figura 19. Cabeza de un hembra de <i>Neobellieria</i> spp. donde se aprecia la gena con pelos negros y la parafacial con pelos en grupo. ....	45
Figura 20. Cabeza de un macho de <i>Neobellieria</i> spp.....	46
Figura 21. Tórax de un macho de <i>Neobellieria</i> spp.....	46
Figura 22. Terminalia de un macho de <i>Neobellieria</i> spp. ....	47
Figura 23. Vista lateral de una terminalia de <i>Neobellieria</i> spp. ....	47
Figura 24. Cabeza en vista dorsal de una hembra de <i>Neobellieria</i> spp. ....	48
Figura 25. Tórax de una hembra de <i>Neobellieria</i> spp. ....	48
Figura 26. Terminalia de una hembra de <i>Neobellieria</i> spp.....	49
Figura 27. Cabeza de un macho de <i>Euboettcheria</i> spp. donde se aprecia la gena con pelos negros y la parafacial con pelos en fila. ....	50
Figura 28. Cabeza de un macho de <i>Euboettcheria</i> spp. ....	51

Figura 29. Tórax de un macho de <i>Euboettcheria</i> spp.....	51
Figura 30. Terminalia de un macho de <i>Euboettcheria</i> spp. ....	52
Figura 31. Vista lateral de una terminalia de <i>Euboettcheria</i> spp. ....	53
Figura 32. Cabeza de una hembra de <i>Euboettcheria</i> spp. ....	53
Figura 33. Tórax de una hembra de <i>Euboettcheria</i> spp. ....	54
Figura 34. Terminalia de una hembra de <i>Euboettcheria</i> spp.....	54
Figura 35. Cabeza de una <i>Liopygia</i> spp. donde se aprecia la gena con pelos blancos y la parafacial con pelos en grupo. ....	56
Figura 36. Cabeza de un macho de <i>Liopygia</i> spp. ....	57
Figura 37. Tórax de un macho de <i>Liopygia</i> spp. ....	57
Figura 38. Terminalia de un macho de <i>Liopygia</i> spp.....	58
Figura 39. Cabeza de una hembra de <i>Liopygia</i> spp.....	58
Figura 40. Tórax de una hembra de <i>Liopygia</i> spp.....	59
Figura 41. Terminalia de una hembra de <i>Liopygia</i> spp. ....	59
Figura 42. Cabeza de una <i>Amobia</i> spp. aquí se aprecia la gena con pelos negros y sin pelos en la parafacial. ....	61
Figura 43. Cabeza de una mosca de <i>Amobia</i> spp.....	62
Figura 44. Tórax de una <i>Amobia</i> spp. con el escutelo anaranjado.....	62
Figura 45. Terminalia de <i>Amobia</i> spp.....	63
Figura 46. Vista lateral de <i>Amobia</i> spp.....	63

## 1. INTRODUCCIÓN

Diversos autores (Catts & Goff, 1992; Anderson, 1997; Catts & Haskell, 1997; Hall, 2001) coinciden en definir a la entomología forense como aquella que se encarga del estudio de los insectos asociados a cadáveres, disciplina en donde la ciencia de los artrópodos interactúa con el sistema de procuración de justicia.

La entomología forense suele ser subdividida en tres áreas, a saber, urbana, la cual trata procedimientos legales que involucran insectos y animales relacionados que afectan las construcciones y el entorno del hombre; de productos almacenados, se refiere a los procedimientos que incluyen insectos que infestan comida, como cereales y otros productos de cocina; y médico legal o médico forense, conocida comúnmente como entomología médico criminal, debido a su énfasis en la utilidad de artrópodos como evidencia en la resolución de crímenes (Byrd & Castner, 2001).

La entomología médico criminal también puede tratar casos de muerte súbita (como anafilaxis por picaduras de abeja) o causas de accidentes de tráfico (falta de atención al conducir durante esfuerzos frenéticos por evadir una avispa dentro de un automóvil por ejemplo). Otros campos en los que se ha involucrado la entomología forense son los relacionados con los análisis toxicológicos en larvas para detección de psicotrópicos y en la tipificación de ADN en las mismas (Boeck *et al.*, 2006; Zehner *et al.*, 2004; Nava *et al.*, 2008).

Cuando se encuentran restos humanos, las preguntas típicas planteadas a la entomología médico criminal involucran la estimación del tiempo de muerte o intervalo *postmortem* (IPM) y con menos frecuencia, causa y lugar donde ocurrió la muerte. Históricamente, la determinación del IPM se ha estimado a través de la

observación y medición de las condiciones en las que se encuentran los restos, parámetros como la temperatura, flacidez muscular, *rigor mortis*, livideces, tono de piel, entre otros (Smith, 1986; Nelson, 1999; Bass, 2001; Byrd & Castner, 2001).

Cuando alguna de las características mencionadas anteriormente no se puede medir, dadas las condiciones del cadáver, la evidencia entomológica juega un papel importante, tanto en estados tempranos de descomposición como en estados tardíos (Nuorteva, 1977; Smith, 1986; Goff *et al.*, 1988; Kashyap & Pillay, 1989; Greenberg, 1991).

Se han realizado estudios de entomología forense que comprueban la importancia de realizar estudios y colectas de insectos carroñeros a lo largo del año o incluso varios años. Estos estudios demuestran que hay una marcada diferencia al estudiar la diversidad de especies de un determinado sitio (García-Espinoza *et al.*, 2009 y García, 2011).

Goff (1993), menciona que la duración de cada etapa de la descomposición y las especies exactas que se hallan presentes, varían según el lugar y la época del año; incluso variaciones menores en la localización de un cadáver pueden provocar diferencias significativas en los rangos de descomposición y en las poblaciones de insectos encontradas sobre y dentro del cuerpo.

El objetivo de esta investigación fue determinar la diversidad y abundancia de los dípteros que se presentan en la descomposición de materia orgánica en la Comarca Lagunera, en dos diferentes épocas del año (otoño e invierno) ya que es sabido que existe diferencia en cuanto a estudios regionales y estacionales sobre la diversidad y abundancia de especies carroñeras.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Conocer la diversidad y abundancia de dípteros saprófagos y coprófagos que ocurren en las diferentes épocas del año (otoño e invierno) en la Comarca Lagunera.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

1. Colectar adultos, larvas LIII y prepupas de dípteros en las diferentes trampas colocadas en el sitio de estudio.
2. Identificar a nivel género y/o especie los especímenes colectados y generar una lista de éstos.
3. Determinar la especie de dípteros más abundante en las dos épocas del año (otoño e invierno) en Torreón, Coahuila.
4. Registrar a los especímenes montados e identificados en la base de datos sobre insectos de interés forense que existe en el Departamento de Parasitología de la UAAAN – UL.

## **1.2. Hipótesis**

La cantidad de especies, así como la cantidad de individuos de cada especie de dípteros carroñeros presentan una variación significativa a través de las distintas épocas del año en Torreón, un municipio de la Comarca Lagunera de Coahuila.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

La entomología forense o médico legal es el estudio de los artrópodos asociados con cadáveres; se utiliza, para estimar el tiempo transcurrido desde la muerte o IPM y la identificación de posibles traslados del cuerpo, así como las características de las zonas de procedencia, entre otros (Anderson & VanLaerhoven 1996; Anderson, 1997).

Aunque uno de los principales objetivos de la entomología forense es el uso de insectos para la estimación del IPM, el conocimiento generado también puede ser útil en otras áreas de análisis de homicidios. La entomología puede ser usada para determinar si un cadáver ha sido movido después de la muerte, indicar la presencia y posición de heridas, puede utilizarse para determinar el uso de drogas prohibidas, puede situar a un sospechoso en la escena del crimen y puede ser utilizada en casos de abuso o descuido en humanos y animales (Goff, 1991; Anderson & Huitson, 2004).

En un homicidio, la determinación del IPM es un elemento fundamental para la investigación en el establecimiento del marco temporal correcto, ayudar en la identificación de la víctima y establecer la línea de tiempo previa a la muerte. Esto ayudará a determinar la localización de la víctima antes de que se produjera la muerte, así como con qué personas se encontraba en ese momento. Esto puede ratificar o descartar las coartadas de los sospechosos, corroborar los dichos de los testigos e incrementar significativamente tanto la eficacia de una investigación como la velocidad de su solución. Aún en muertes no violentas, la determinación del IPM es importante por razones legales como el cobro de un seguro de vida por ejemplo (Catts & Goff, 1992).

## **2.1. Introducción a la entomología forense**

### **2.1.1. Historia de la entomología forense**

La entomología forense no es una ciencia novedosa, ya que se describe un caso donde incluyen a los insectos que data de 1234 a. C., aunque es a partir de mediados del siglo XIX cuando se comienza a utilizar la entomología en el ámbito Legal(Sakuma, 2005).

El primer documento escrito de un caso resuelto por la entomología forense se remonta en el siglo XIII, en un manual de Medicina Legal chino, referente a un caso de homicidio en el que apareció un campesino degollado por una hoz. Para resolver el caso hicieron que todos los granjeros (campesinos) de la zona que podían encontrarse relacionados con el occiso depositen sus hoces en el suelo, al aire libre, observando que tan sólo a una de ellas acudían las moscas y se posaban sobre su hoja, lo que llevó a la conclusión de que él dueño de dicha hoz debía ser el asesino, pues las moscas eran atraídas por los restos de sangre que habían quedado adheridos al “arma” del crimen (Kenneth, 1986; Magaña, 2001).

La fascinación por estudiar y observar los efectos de los insectos en un cuerpo sin vida no ha sido privativa de biólogos, médicos y expertos legistas, ya que escultores, pintores y poetas han observado de cerca la descomposición de un cuerpo humano, señalando, en particular, los efectos que provoca la alimentación de las larvas de insectos. Obras de arte de la Edad Media describen con exactitud el patrón de reducción de masa corporal, en particular los principios de esqueletización del cráneo y la reducción de los órganos internos con gran parte de la piel intacta (Benecke, 2001).



La entomología medico criminal entró en una fase de rápido crecimiento y desarrollo a partir de las reseñas de Leclercq (1978) y Nuorteva (1977), y se convirtió en una disciplina exacta referida a la teoría y práctica forenses. Los precursores han sabido integrar entomología y ciencia forense, y los criminólogos han rescatado muchos detalles hasta obtener conclusiones útiles y una visión holística del tema (Vásquez, 2000).

### **2.1.2. Conceptos de entomología forense**

En la criminología, se manejan diversos términos, en los que se alude al cadáver, a la víctima y al victimario, entre ellos existen algunos que inclusive son indispensables en la práctica de la entomología forense, como los que se definen los siguientes:

**Escena del crimen:** La escena del crimen es, como su nombre indica, el lugar que el asesino ha elegido para matar a su víctima. Las escenas pueden ser varias si el asesino ha usado varios lugares desde que atrapa su víctima hasta que la deja. Puede atraparla en un sitio, torturarla en un segundo, matarla en un tercero y trasladarla a un cuarto para abandonarla allí (Jiménez, 2006).

**Que es un cadáver:** Es el cuerpo humano en el que se haya comprobado la pérdida de la vida (Rodríguez, 2009).

### **2.1.3. Clasificación de los artrópodos carroñeros**

Como señalan Arnaldos *et al.*(2005), cada grupo de insectos y artrópodos juega un papel determinado en los diferentes estados de descomposición de la materia orgánica y pueden clasificarse en una división particular según los hábitos de alimentación de sus miembros.

La clasificación habitual de sarcosaprófagos los divide en cinco grupos ecológicos distintos: necrófagos, los primeros en llegar y colonizar el cuerpo; necrófilos, se alimentan de los necrófagos por depredación o parasitismo; omnívoros, se alimentan del cuerpo y de la fauna asociada; oportunistas, usan el cuerpo como refugio, fuente de calor, etc.; y accidentales, cuya presencia es debida a la casualidad. En general, necrófagos, necrófilos y omnívoros son los más importantes desde la perspectiva forense (Arnaldos *et al.*, 2005).

En 1978 Leclercq publica su libro “Entomología y Medicina Legal: datación de la muerte” en el mismo se puede ver que siguiendo el sistema de J.P. Mégnin, introduce una nueva clasificación y sistema basado en la función ecológica de cada especie:

**Necrófagos:** Organismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición (directamente del cadáver): muchos dípteros de la familia Calliphoridae y Sarcophagidae y coleópteros de las familias Silphidae y Dermestidae, que son más significativos durante las etapas más tempranas de la descomposición.

**Necrófilos:** Depredadores y parásitos de necrófagos. Depredadores: Coleoptera de las familias Silphidae (Adultos), Histeridae y Staphylinidae. Diptera: varias familias, entre ellas Calliphoridae y Stratiomyidae. Parasitoides: varias familias de Hymenoptera; Coleoptera (Staphylinidae: Aleocharinae).

**Omnívoros:** Se alimentan indistintamente de los necrófilos y del propio cadáver. Hymenoptera (Formicidae, Vespidae); Dictyoptera (Blattodea); Dermaptera.

**Oportunistas:** Usan el cadáver como una extensión del hábitat natural; por ejemplo Arácnida, Chilopoda y Diplopoda.

## **2.2. El Intervalo Postmortem**

EIIPM puede ser usado para confirmar o refutar la coartada de un sospechoso y para ayudar en la identificación de víctimas desconocidas, enfocando la investigación dentro de un marco correcto de tiempo. Esta investigación puede llegar a ser vital en la investigación de un homicidio (Magaña, 2001).

Magaña (2001), menciona en forma general que las causas de la muerte son determinadas por análisis de los restos a través de observación externa, control físico químico y estimación del deterioro producido por el paso del tiempo en artefactos como ropa y zapatos entre otros.

La observación se inicia con los principios que la medicina médico legal nos expone, es por eso que se utilizan tres métodos:

a) Primer método: La observación externa que incluye factores como temperatura del cuerpo, livideces cadavéricas, rigidez, signos de deshidratación, lesiones externas, acción por animales e invasión de insectos.

b) Segundo método: Con los datos del primer método se hace un análisis lo más exactamente posible sobre la datación de la muerte e incluye técnicas como determinación de elementos químicos y compuestos como nitrógeno, aminoácidos y ácidos grasos.

c) Tercer método: Es la que viene con la valoración del deterioro de tejidos plásticos, nylon y materiales semejantes.

Los insectos son con frecuencia los primeros en llegar a la escena del crimen, y además llegan con una predecible frecuencia (Anderson, 1995).

A pesar de todo, es muy importante tener en cuenta, que la entomología forense se basa en el estudio de elementos biológicos, por lo que posee las

limitaciones inherentes a la propia variabilidad de estos elementos. La determinación del IPM es en realidad la determinación de la actividad de los artrópodos, más que la determinación del tiempo *per se* (Goff, 1993).

Existen dos métodos para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte usando la evidencia de los insectos. El primero utiliza la edad de las larvas y la tasa de desarrollo hasta llegar a ser adultas; mientras que el segundo método utiliza la sucesión de insectos en la descomposición del cuerpo (Magaña, 2001).

Por lo general en las primeras fases de la descomposición, las estimaciones se basan en el estudio del crecimiento de una o dos especies de insectos, particularmente dípteros, mientras que en las fases más avanzadas se utiliza la composición y grado de crecimiento de la comunidad de artrópodos encontrada en el cuerpo y se compara con patrones conocidos de sucesión de fauna para el hábitat y condiciones más próximas (Magaña, 2001).

### **2.2.1. Factores a considerar en el cálculo del intervalo postmortem**

Cuando los insectos son usados como indicadores en el cálculo del IPM, usualmente se emplean dos métodos para dicho cálculo; en la primera, se usa la presencia o ausencia de determinadas especies como indicador del tiempo de muerte, basado en los patrones de sucesión. La segunda está basada en el tiempo de desarrollo de los insectos, sobre todo las larvas, encontradas en el cadáver. Estos dos métodos pueden ser usados de forma complementaria; aunque para el segundo se requiere del conocimiento preciso de los estados inmaduros de desarrollo de las especies involucradas (Higley & Haskell, 2001).

Independientemente del método a utilizar, si se pretende hacer un cálculo a la aproximación del IPM usando evidencias entomológicas, existen numerosas

variables que pueden alterar el establecimiento del IPM, las cuales deben tomarse en cuenta a la hora de desarrollar un método de investigación con miras a extrapolar los datos obtenidos a una situación forense particular. De las variables más importantes a tener en cuenta es la temperatura (Higley & Haskell, 2001).

**Temperatura.** De todos los factores ambientales, la temperatura es uno de los más importantes, dado el carácter exotermo de los insectos. Grassberger & Reiter (2001), reportan que la oviposición en dípteros es significativamente baja a temperaturas menores de 10 °C. Esto influye directamente en el proceso de descomposición cadavérica haciéndolo más lento en los meses del año en que las temperaturas son inferiores a 10 °C. Además la velocidad de desarrollo en larvas disminuye debido a las bajas temperaturas, convirtiéndolo en otro factor que afecta el proceso de descomposición. Otro punto a considerar es la tolerancia de algunas especies al frío, por ejemplo, *Protophormia terranova* es una especie abundante en zonas árticas y es más tolerante a climas fríos que otras especies de califóridos (Byrd & Castner, 2001).

**Masa larval.** Otro factor que debe considerarse es la masa larval, esta puede causar un incremento de temperatura debido a la actividad propia de alimentación de las larvas. Experimentos de laboratorio han permitido reportar que dentro de una masa activa de larvas LII y LIII se producen un aumento de 1-1.3 °C en la temperatura del aire circundante (Grassberger & Reiter, 2001). Este aumento de temperatura puede dar lugar a un aumento en la velocidad de desarrollo y mejora el efecto de las condiciones climáticas de frío y, por tanto, pueden tener un efecto

perjudicial sobre la exactitud de los cálculos IPM si no se toma en condiciones (Catts & Goff 1992; Turner & Howard 1992; Tantawi *et al.*, 1996).

### **2.3. Procesos y fases de descomposición cadavérica**

La descomposición de un cuerpo se caracteriza por la destrucción de tejidos mediante procesos de autólisis y descomposición microbiana. Después de estos procesos suceden periodos con duración variable de degradación de materia orgánica. En el periodo de descomposición inicial, el cadáver luce fresco. Durante el periodo enfisematoso o de putrefacción, el cadáver se hincha por gases producidos durante la fermentación de sustancias orgánicas de los tejidos corporales. Durante el periodo de descomposición activa, la carne toma una consistencia cremosa. Con el periodo de putrefacción avanzada, el cadáver se seca externamente; y finalmente, en el periodo de reducción esquelética, lo que resta del cadáver queda seco (Magaña 2001; Moura *et al.*, 1997; Méndes, 1996).

### **2.4. Estados de descomposición e insectos asociados**

Los cambios biológicos y químicos que ocurren en un cuerpo después de la muerte, son conocidos como descomposición. Después de la muerte, la descomposición es un proceso continuo de putrefacción gradual y desorganización de los tejidos orgánicos y estructuras. Algunos tejidos, tales como huesos, dientes y pelo son los más resistentes a la acción de los microorganismos y otros factores ambientales, pudiendo durar intactos por espacio de siglos. Los huesos fosilizados de animales y homínidos, extintos hace millones de años, son estudiados en la

actualidad por paleontólogos y antropólogos, gracias a su duración (Rodríguez, 2003).

Tanto la medicina como la antropología forense, investigan la secuencia y tipos de cambios que afectan a los cuerpos en descomposición, bajo diferentes condiciones y ambientes. Un número de variables pueden afectar tanto la velocidad como la secuencia de la descomposición (Van den Oever, 1976).

Anderson & VanLaerhoven (1996), en su trabajo con cerdos, reconocieron cinco fases: fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y restos secos. Moura *et al.* (1997), en su trabajo con ratas precisaron cinco etapas de descomposición: fresco, hinchado, descompuesto, seco y adipocira. Komar & Beattie (1998), siguieron las cinco fases propuestas por Anderson & VanLaerhoven (1996).

Un rasgo común en la mayoría de los estudios, ha sido el intento de dividir procesos de descomposición en etapas. Sin embargo ésta es un proceso continuo y en la naturaleza no se producen combinaciones discretas de parámetros físicos y asociaciones de artrópodos (Flores, 2009). El valor de esas etapas, como señalaron Schoenl & Reid (1987), es el de aportar puntos de referencia que permitan explicar alguno de los hechos asociados con la descomposición y sobre todo, poderlo exponer ante un tribunal o jurado.



Figura 1. Etapas del proceso de descomposición (Daza y Yusseff, 2003).

**Estado fresco.** Los primeros insectos en llegar son las moscas de la familia Calliphoridae y Sarcophagidae. Las hembras adultas inspeccionan el cadáver, se alimentan con frecuencia de él y, según las especies, depositan huevos o larvas alrededor de las aberturas naturales. Están serán, en principio, las asociadas con la cabeza (ojos, nariz, boca y orejas) y región ano-genital (Goff *et al.*, 2004).

**Estado hinchado.** En este estado, la temperatura interna se eleva por el efecto combinado de los procesos de descomposición bacteriana y la metabólica de las larvas de dípteros. Los califóridos son atraídos al cuerpo durante este estado. Según se va hinchando el cuerpo, los fluidos salen por las aberturas naturales y se precipitan al suelo. Estos fluidos, junto con otros productos derivados de la actividad metabólica de larvas de dípteros, provocan una alcalinización del suelo subyacente al cadáver, y la fauna edáfica normal desaparece (Goff *et al.*, 2004).

**Descomposición activa.** En este estado, las larvas de dípteros son los insectos predominantes, y forman grandes masas alimentándose. Mientras que



algunas formas depredadoras como los escarabajos, avispas y hormigas, estaban presentes en el estado hinchado, al final del estado de descomposición activa, se observan tanto necrófagos como depredadores en gran número. Hacia el final de este estado, la mayoría de los Calliphoridae y Sarcophagidae han completado su desarrollo y abandonan el cuerpo para pupar; en esta etapa, los restos suelen sufrir una repentina pérdida de humedad. Las larvas de dípteros habrían eliminado la mayoría de los tejidos blandos del cuerpo al final de este estadio (Goff *et al.*, 2004).

**Descomposición avanzada.** Conforme los restos se van reduciendo a piel, cartílago y hueso, los dípteros dejan de ser las especies predominantes. A lo largo de esta etapa, diversos coleópteros resultan ser los más predominantes (Goff *et al.*, 2004).

**Restos secos.** Esta etapa se alcanza cuando solo quedan pelo y huesos. No aparecen insectos claramente asociados y se producen una vuelta gradual de la fauna edáfica normal en el suelo subyacente. No existe un momento final definido para esta fase, y las variaciones en la fauna edáfica pueden detectarse meses e incluso años después de la muerte, en función de las condiciones locales (Goff, 1993).

## **2.5. Entomotoxicología, drogas y otras sustancias tóxicas.**

Cuando se encuentra un cuerpo en avanzado estado de descomposición existen un problema, ya que las muestras tomadas para análisis toxicológico, tales como sangre, orina y órganos internos, no están presentes (Goff, 2000).

Sin embargo, los insectos pueden ser usados para el análisis de toxinas y sustancia de drogas. Esta área de la entomología forense es conocida como

entomotoxicología. Cuando las larvas se alimentan de tejidos de un cadáver que murió por sobredosis de algún tipo de droga o toxina, esta metabolizada e incorporada al tejido de la larva; si estas a su vez son comidas por coleópteros depredadores. Dichas sustancias son incorporadas al depredador por bioacumulación. En diversos estudios, se ha tratado recuperar un gran número de sustancias químicas tóxicas con éxito, algunas sustancias que se han encontrado en tejidos de larvas son Cocaína, Triazolam, Oxazepam, Alimemezina, Clorimipramina y Fenobarbital (Kintz *et al.*, 1990), Metanfetamina (Goff *et al.*, 1992), Amitriptilina y Coproxamol (Wilson *et al.*, 1993). Esto aparte de ser una herramienta valiosa para la entomología forense, puede alterar el patrón de crecimiento larva, lo que influye directamente con el cálculo del IPM.

## **2.6. Insectos de importancia forense**

### **2.6.1. Diptera**

Este es uno de los órdenes más grandes de insectos. Muchos dípteros, están asociados a materia orgánica (animal o vegetal) en descomposición, otros son depredadores o parásitos de insectos. Los dípteros de las familias Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae son los más comunes en la descomposición de un cadáver, tanto en etapa larval como en etapa adulta, siendo así las familias más útiles en la evidencia forense. Hay muchas otras familias asociadas a la descomposición o a remanentes de ésta y la importancia que tienen para determinar el intervalo *postmortem* varía de un caso a otro; algunas de estas familias son Fanniidae, Phoridae, Sepsidae, Piophilidae, Sphaeroceridae, Drosophilidae, Syrphidae (Goff & Catts, 1997).

### **2.6.2. Coleoptera**

Este orden contiene muchos grupos de importancia forense y según Payne & King (1970), los coleópteros son el grupo más rico en especies en un cuerpo en descomposición. Sin embargo, debido a las diferencias en el papel que juegan las diferentes especies en la descomposición, no existe un tiempo característico de aparición. Los depredadores de las familias Staphylinidae y Carabidae arriban al cuerpo desde las primeras etapas de descomposición y perduran hasta las etapas finales. Los depredadores de la familia Histeridae permanecen durante las primeras etapas de descomposición, alimentándose de larvas. Los coleópteros de la familia Silphidae llegan durante la fase de descomposición activa y perduran hasta la fase seca, mientras que las familias Dermestidae y Cleridae llegan en la etapa de restos secos.

Kulshertha & Deloya (2001), mencionan que estas dos últimas familias son las más comunes en restos humanos y que proveen evidencia confiable para estimar el IMP. Por otro lado, algunas especies de la familia Trogidae han sido reportadas como necrófagos-saprófagos facultativos muy eficientes en la remoción de materia orgánica (Rosano & Deloya, 2002).

### **2.6.3. Hymenoptera**

Los miembros de este orden juegan un papel importante en la descomposición de cadáveres (Payne & Mason, 1971). Varias especies de hormigas son depredadores de huevo y larvas, retardando así los procesos de descomposición (Early & Goff, 1986). Los miembros de las familias Ichneumonidae, Braconidae y Chalcidoidea son parasitoides de larvas y pupas de dípteros, coleópteros y otros

insectos, influenciando así la descomposición del cadáver (Goff & Catts, 1997; Turchetto, 2004).

## **2.7. Clasificación de los insectos que colonizan cadáveres**

### **2.7.1. Especies necrófagas**

Son los insectos que se alimentan del cuerpo. Incluyen dípteros (Calliphoridae y Sarcophagidae) y coleópteros (Silphidae y Dermestidae). Las especies de este grupo pueden ser las más significativas para estimar el IPM en las primeras etapas de la descomposición (Magaña, 2001).

### **2.7.2. Especies depredadoras y parásitas de necrófagos**

Según Smith (1986), éste es el segundo grupo más significativo de los insectos asociados a los cadáveres, e incluye himenópteros (parásitos de larvas y puparios de dípteros), y coleópteros que son necrófagos en los primeros estados de su desarrollo, se vuelven depredadores en los últimos estadios de su desarrollo (Goodbrod & Goff, 1990).

### **2.7.3. Especies omnívoras.**

En esta categoría se incluye insectos como las avispas, hormigas y otros coleópteros, que se alimentan tanto del cadáver como de los artrópodos asociados (Magaña, 2001).

Según Early & Goff (1986), cuando las poblaciones de estas especies son muy numerosas pueden provocar retrasos en la tasa de descomposición del cuerpo, ya que disminuye la población de necrófagos.

## **2.8. Principales familias de dípteros de importancia forense**

Los dípteros de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae son los más comunes en la descomposición de un cadáver, tanto en etapa larval como en etapa adulta, siendo así las familias más útiles en la evidencia forense. Hay muchas otras familias asociadas a la descomposición o a remanentes de ésta y la importancia que tienen para determinar el IPM varía de un caso a otro; algunas de estas familias son Fannidae, Phoridae, Sepsidae, Piophilidae, Sphaeroceridae, Drosophilidae y Syrphidae (Goff y Catts, 1997).

### **2.8.1. La familia Calliphoridae**

De acuerdo con Triplehorn y Johnson (2005), la familia Calliphoridae se encuentra prácticamente en todas partes del mundo, son de tamaño parecido al de la mosca doméstica o un poco más grande de color verde o azul metálico. Este grupo de moscas es considerado de gran importancia económica (Shewell, 1987; Byrd y Castner, 2010b).

Esta familia de dípteros contiene las moscas conocidas como azul-metálico y verde que se observan comúnmente alrededor de basura y desechos durante los meses de verano. Este es un grupo extremadamente grande de moscas de tamaño mediano que agrupa más de 1,000 especies en cerca de 150 géneros pudiendo ser encontrados alrededor de todo el mundo (Shewell, 1987; Byrd y Castner, 2010b).

Muchas especies de califóridos son famosas por sus hábitos necrófagos, siendo los primeros en llegar al cadáver y explotar al máximo la comida que tienen a su disposición dejando fuera de competencia a otros géneros de moscas. Cuando la carroña no está disponible, estos insectos pueden alimentarse de estiércol y otros

tipos de desechos en descomposición para lograr su supervivencia (Gillott, 1995; Hutton y Wasti, 1980).

Dentro de esta familia se encuentran los géneros *Lucilia*, *Calliphora*, *Cochliomyia* y *Chrysomya*, que son los más importantes en entomología forense. Los adultos son moscas más o menos robustas de tamaño mediano que miden de 4 a 16 mm. La mayoría de las especies tienen colores metálicos brillantes (azul, verde, bronce y negro), sin embargo algunos géneros pueden presentar un color mate u opaco como *Pollenia* y *Opsodexia* (Flores, 2008).

### **2.8.1.1. Ubicación taxonómica de los califóridos**

Siguiendo la clasificación propuesta por McAlpine (1989) y respaldada por Triplehorn y Johnson (2005), la clasificación taxonómica de Calliphoridae queda como se muestra a continuación.

Dominio: Eukarya  
Reino: Animal  
Phylum: Arthropoda  
Clase: Hexapoda-Insecta  
Orden: Diptera  
Suborden: Brachycera (Cyclorrhapha y Orthorrhapha)  
Sección: Schizophora  
Subsección: Calyptratae  
Superfamilia: Oestroidea  
Familia: Calliphoridae

Whitworth (2006), de acuerdo con Hall (1948) agrupa a las especies de esta familia en cinco subfamilias (para la región Neártica), que son: Calliphorinae, Chrysomyiinae, Luciliinae, Polleniinae y Melanomyiinae.

Según Amat *et al.* (2008) las subfamilias presentes en el Neotrópico son: Mesembrinellinae, Calliphorinae, Chrysomyiinae, Toxotarsinae y Rhiniinae.

Rognes (1991), enlista las especies de Calliphoridae de Fennoscandia y Dinamarca en siete subfamilias: Chrysomyiinae, Helicoboscinae, Luciliinae, Melanomyiinae, Polleniinae, Rhiniinae y Rhinophorinae. Esta agrupación es considerada válida aun cuando se trabaje con califóridos de todo el mundo.

### **2.8.1.2. Biología y hábitos de los califóridos**

**Adulto.** Tanto la hembra como el macho adulto de los califóridos miden entre 6 y 14 mm de longitud. El tamaño del adulto depende de la especie y de la disponibilidad de alimento durante el desarrollo larval. La mayoría de estas especies son de apariencia metálica, con rangos de color que van del verde brillante o de azul a bronce o negro brillante. En algunas especies, una cubierta de pelos finos, polvo o microtomentum cubre la coloración metálica brillante de la epicutícula de la mosca (Byrd y Castner, 2010b).

El adulto es más ancho que alto, de perfil cerca de la mitad hasta casi tres cuartos tan largos como altos. El frente presenta una pendiente regular, raramente prominente. El eje antenal de igual tamaño o menor que el eje vibrisal. La lúnula expuesta, desnuda, brillante. Las setas frontales alcanzando el pedicelo. La placa fronto-orbital y margen de vitta frontal usualmente con pelos largos, finos y casi siempre numerosos (Shewell, 1987a).

La mayoría de las hembras de Calliphoridae son ovíparas. Las especies comunes llamadas moscas azul botella o verde botella (Calliphorini, Luciliini) ovipositan en el interior de carnes frescas o cocinadas, pescado o productos lácteos y al aire libre en cadáveres de todo tipo. Algunas de estas especies son atraídas también a excremento y por lo tanto pueden ser transmisoras de patógenos intestinales (Shewell, 1987a).

**Huevos.** Los huevos son de 0.9-1.5 mm de longitud y de 0.3-0.4 mm de ancho, de color blanco brillante, oscureciendo con la edad a grisáceo de forma ovoide alargada, ligeramente arqueado, en vista lateral plana o ligeramente cóncava y convexa dorso-ventralmente y corión con un leve reticulado. Presentan un área mediana estrecha, delimitada por carinas paralelas las cuales se unen posteriormente. El área mediana funciona como un plastrón, permitiendo al huevo respirar cuando se encuentra sumergido en agua (Shewell, 1987a; Rognes, 1991).

**Larva.** La larva es de color amarillo pálido a blanco, cilíndrica o cónica en su parte anterior, por lo general cinco veces más larga que ancha. Segmentos con bandas más o menos completas de pequeñas espinas reclinadas hacia delante; últimos cinco segmentos o más, con bandas de espinas proclinadas posteroventralmente; rara vez la cutícula se observa con prominentes espinas reclinadas uniformes. El esqueleto cefalofaríngeo bien desarrollado, mandíbulas con pares de ganchos fuertes (Shewell, 1987a; Rognes, 1991).

Las larvas de la mayoría de los califóridos son vermiformes, con el cuerpo puntiagudo hacia adelante y con fuertes ganchos bucales. Las larvas de algunas especies del género *Chrysomya* poseen procesos carnosos que le dan una apariencia “peluda” (Byrd y Castner, 2010b).

La alta fecundidad de los califóridos y el rápido desarrollo larvario crean una intensa competencia contra otras especies, por alimento y espacio (Hutton y Wasti, 1980). Las larvas del primer instar miden alrededor 2 mm de largo, generalmente con la punta roma, labrum rudimentario y con ganchos en la mandíbula, a veces con mandíbulas fuertes y conectando con el borde vestigial o ausente. Espiráculo anterior ausente o en parte con flecos de pelos finos (Shewell, 1987a; Rognes, 1991).



Las larvas de segundo instar son de 2-9 mm largo, similares al tercer instar, pero con esqueleto cefalofaríngeo relativamente débil y espiráculo posterior con sólo dos aberturas (Shewell, 1987a; Rognes, 1991).

Las larvas de tercer instar miden de 9-22 mm de longitud. Mandíbulas largas, fuertemente conectadas, a veces con accesorios orales entre sus puntas; *cornu* dorsal de esclerito tentorofaríngeo sin abertura (Shewell, 1987a; Rognes, 1991).

En los dos primeros instar larvales la alimentación es mayor que el tercer instar larval en el cual la larva entra en un estado de reposo. En esta etapa se aleja de la fuente de alimento y busca un sitio adecuado para prepupar, sin embargo algunos de los individuos pueden encontrar en el cadáver un sitio seguro para prepupar. Esta etapa se caracteriza por un acortamiento del cuerpo y una inactividad aparente. La etapa prepupal es seguida por el estado de pupa, que se caracteriza por el endurecimiento de la cutícula (Morris, 1991; Williams y Richardson, 1984).

Las condiciones más importantes que afectan el establecimiento y desarrollo de las larvas tienen que ver directamente con la competencia originada en el cadáver, su tamaño, la temperatura y la humedad ambiental (Denno y Cothran, 1976).

Denno y Cothran (1976), señalan que el establecimiento y desarrollo de larvas de Calliphoridae se retrasa cuando la temperatura nocturna y la humedad relativa son bajas. Cuando los recursos alimenticios son escasos, se ha observado que algunas especies de califóridos ovipositan larvas de primer instar en lugar de huevos consiguiendo ahorro de tiempo de desarrollo (Blackith, 1989; Kamal, 1958).

Es importante señalar que mientras los sarcófágidos pupan entre la ropa o en los pliegues del cuerpo y aprovechan los orificios naturales para sus puestas, los califóridos se entierran para realizar la pupación y prefieren hacer sus propios orificios (Magaña, 2001).

## **2.9. La familia Sarcophagidae**

La familia Sarcophagidae hace parte de la superfamilia Oestroidea (McAlpine, 1981) y puede dividirse en tres subfamilias: Miltogramminae, Paramacronychiinae y Sarcophaginae; las cuales contiene más de 2500 especies, ampliamente distribuidas en el trópico y las regiones cálidas (Pape, 1996; Mello-Patiu y Pape 2000; Byrd y Castner, 2001b); en total la familia cuenta con unos 100 géneros, 27 registrados en Colombia (Pape *et al.*, 2004).

Los sarcófágidos pueden reconocerse por la presencia de tres bandas conspicuas sobre fondo gris en el tórax, así como por la combinación de características como la presencia de dos a cuatro setas notopleurales, la coxa posterior con setas sobre la superficie posterior y arista comúnmente plumosas. Las hembras son vivíparas u ovovivíparas, depositando larvas vivas de primer instar (Shewell, 1987).

Sus hábitos son variados, comportándose como necrófagos, coprófagos, depredadoras y parasitoides (Pape, 1996). En un importante número de especies las larvas son carroñeras, alimentándose de materia orgánica en descomposición, lo cual las ubica dentro de los insectos de importancia forense como uno de los primeros organismos que colonizan cadáveres (Smith, 1986).

El conocimiento sobre su crecimiento y desarrollo en condiciones ambientales particulares, así como de las características de los tejidos del sustrato del cual se alimentan, se convierten en pruebas relevantes en la estimación del tiempo y en ciertos casos del lugar de muerte (Byrd y Castner, 2001). Adicionalmente, algunas especies pueden llegar a ser indicadoras de ciertas etapas de descomposición (Smith, 1986; Goff, 1993; Byrd y Castner, 2001; Wolff *et al.*, 2001; Camacho, 2005; Pérez *et al.*, 2005; Segura *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2007).

En las zonas con clima cálido templado y zonas tropicales, los sarcófagidos son considerados colonizadores primarios de la carroña. En las regiones más frías, los miembros de esta familia son considerados colonizadores secundarios de la carroña en comparación con los califóridos (Early y Goff, 1986).

### **2.9.1. Ubicación taxonómica de los Sarcófagidos**

Siguiendo la clasificación propuesta por McAlpine (1989) y respaldada por Triplehorn y Johnson (2005), la clasificación taxonómica de Calliphoridae queda como se muestra a continuación.

Dominio: Eukarya

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

Clase: Hexapoda-Insecta

Orden: Diptera

Suborden: Brachycera (Cyclorrhapha y Orthorrhapha)

Sección: Schizophora

Subsección: Calyptratae

Superfamilia: Oestroidea

Familia: Sarcophagidae

Aunque Shewell (1987b) propone la agrupación de Sarcophagidae en dos subfamilias (Sarcophaginae y Miltogramminae), existen trabajos anteriores como el de Aldrich (1916) en donde para Norteamérica se describen 145 especies

pertenecientes a sólo 16 géneros sin considerar subfamilia alguna. Williston (1908), en su “Manual of North American Diptera” sostiene que aunque esta familia comprende unos cuantos géneros, tiene un gran número de especies presentando una lista de 12 géneros. Pape (1996), enumera 2,600 especies agrupadas en tres subfamilias.

Uno de los sistemas de clasificación de sarcófagidos está basado en opiniones de científicos norteamericanos como Roback (1954) y Downes (1955); ellos dividen a Sarcophagidae en Miltogrammatinae (originalmente escrito como Miltogramminae) y Sarcophaginae.

García-Espinoza y Valdés-Perezgasga (2012), compilan diferentes clasificaciones a nivel subfamilia de los sarcófagidos según varios autores, tal y como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Diferentes clasificaciones a nivel familia de Sarcophagidae.

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Subfamilias</b>
Strobl	1894	Sarcophaginae, Miltogrammatinae, Paramacronychiinae y Macronychinae
Aldrich	1916	145 especies pertenecientes a solo 16 géneros sin considerar subfamilia alguna de sarcófagidos de Norteamérica
Pape	1987	Miltogrammatinae, Paramacronychiinae, Sarcophaginae (Género Macronychia 1996 incluido en Miltogrammatinae)
Roback	1954	Miltogrammatinae (originalmente escrito como Miltogramminae) y Sarcophaginae
Downes	1955	Miltogrammatinae, Sarcophaginae
Lópes	1969	Sarcophaginae, Miltogrammatinae, Paramacronychiinae y Macronychinae con mayor relación filogenética
Shewell	1987	Sarcophaginae, Miltogrammatinae

### **2.9.2. Biología y hábitos de los sarcófagidos.**

**Adulto.** Moscas robustas, en su mayoría de color gris claro, 2.5-18.0 mm de largo. Coloración gris o negra, muchas con tres franjas negras en el tórax. Parte dorsal del abdomen frecuentemente con mosaicos de mancha gris claro y oscura. Tórax con cuatro cerdas notopleurales (dos grandes y dos pequeñas intercaladas);

subescutelo no desarrollado, cerdas merales presentes. Alas con vena M con un doblez siempre presente. Abdomen con el extremo posterior a menudo rojizo o anaranjado, especialmente en los machos (Zumbado, 2006).

**Huevo.** Los huevos son de 0.5-3.5 mm de longitud y de .12-0.8 mm de ancho. En casi todos los casos, la incubación parece ocurrir en el útero o justo antes de la larviposición. Por lo tanto, las descripciones publicadas sobre huevo son raras. Hilton (1981), ilustra huevos de *Neobellieria bullata*(Parker) bajo alta ampliación y dice que se asemejan a los de Calliphoridae.

**Larva.** La larva es de color blanco amarillento o pálido, generalmente cilíndrica alargada o cónica en su parte anterior. Segmentos completos a excepción del primero, bandas posteriores con espinas o dentículos, campo espiracular hundido en la cavidad posterior. Esqueleto cefalofaríngeo grande, mandíbula por lo general fuerte con ganchos, a veces rudimentaria durante el primer instar (Miltogramminae) (Shewell, 1987b).

Las larvas de primer estadio miden alrededor de 0.5-5.0 mm de largo, generalmente con labrum desarrollado como un gancho mediano fuerte; esclerito mandibular reducido a pequeñas placas basales y apicales delgadas dentadas (Miltogramminae). Mientras que Sarcophaginae tiene labrum reducido o ausente, el cual puede observarse como una pequeña placa triangular conformando mandíbulas fuertes (Shewell, 1987b).

Las larvas de segundo instar miden alrededor de 4.0-10.0 mm de largo. Similares al tercer instar pero espiráculo posterior con solo dos aberturas. El tercer instar larval mide alrededor de 9.5-20.0 mm de largo, mandíbula grande más o menos fuerte de forma curva (Shewell, 1987b).

Denno y Cothran (1976) encontraron que el ciclo de vida de los Sarcófágidos era generalmente más corto en comparación con el de los califóridos. Las larvas de los Sarcófágidos se desarrollan más rápidamente en el otoño y se convierten en pupas, que posteriormente entran en diapausa. La eclosión ocurre en la primavera por lo que suelen no observarse en los meses de invierno en las zonas templadas cálidas y regiones tropicales.

Los Sarcófágidos están relativamente limitados en su capacidad de reproducción, ya que éstos depositan menor cantidad de larvas que califóridos y múscidos. Sin embargo, muchos de los Sarcófágidos son ovovivíparos, lo que significa que las hembras ponen larvas de primer instar en lugar de huevos (Gillott, 1995). Esta adaptación puede compensar de manera significativa la baja fecundidad, el desarrollo del óvulo se produce en el interior de la hembra, por lo tanto las larvas de Sarcófágidos deben de tener a su disposición inmediata carroña para ser los primeros en desarrollarse sobre el cadáver en descomposición (Denno y Cothran, 1976).

Se han consignado hábitos caníbales en esta familia, alimentándose de larvas de su misma especie o de califóridos. Ésto sucede cuando el alimento es escaso y limitado (Blackith, 1989). A pesar de que estas moscas son comúnmente asociadas a cadáveres en descomposición, su utilización forense, a menudo está limitada debido a la falta de conocimientos de taxonomía, la variabilidad de su presencia y a la abundancia de carroña (Arnaldos *et al.*, 2004).

## **2.10.La familia Muscidae**

Estas moscas son bastante comunes en una gran variedad de hábitats, por lo general se asocian a ambientes humanos. Las especies de esta familia se crían en lugares cercanos a basura, excrementos y carroña de las cuales se alimentan (Smith, 1986). Triplehorn y Johnson (2005), mencionan que en la actualidad se conocen alrededor de 620 especies de múscidos solo el norte de América.

Debido a sus hábitos alimenticios, los múscidos son asociados a la carroña en el proceso de descomposición donde los órganos internos están expuestos, siendo invasores secundarios sobre un cadáver en descomposición, sin embargo no se reproducen sobre el cadáver (De Souza y Linhares, 1977).

### **2.10.1. Ubicación taxonómica de los múscidos**

Siguiendo la clasificación propuesta por McAlpine (1989) y respaldada por Triplehorn y Johnson (2005), la clasificación taxonómica de Calliphoridae queda como se muestra a continuación.

Dominio: Eukarya

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

Clase: Hexapoda-Insecta

Orden: Diptera

Suborden: Brachycera (Cyclorrhapha y Orthorrhapha)

Sección: Schizophora

Subsección: Calyptratae

Superfamilia: Oestroidea

Familia: Muscidae

Henning (1965), agrupa a 15 géneros de la región Neotropical y la parte sur de la región Neártica dejando fuera de la clasificación a la pequeña tribu Egniniini debido a su dudosa posición taxonómica.

Algunos grandes géneros existentes casi en todo el mundo son: *Coenosia*, *Limnophora* Robineau-Desvoidy, *Helina* Robineau-Desvoidy y *Phaonia* Robineau-Desvoidy (Huckett, 1965).

### **2.10.2. Biología y hábitos de los múscidos**

**Adulto.** Moscas de tamaño variable, desde pequeño hasta mediano, 3-12 mm de largo. Coloración generalmente gris a negra, algunas especies son amarillentas con manchas en las alas. Probóscide bien desarrollada, con labelos carnosos tipo almohadilla. Tórax con dos cerdas notopleurales, subesculeto no desarrollado y cerdas merales ausentes. La vena A<sub>2</sub> no alcanza el margen posterior del ala y la vena M carece de doblez, a excepción de *Musca domestica* (Zumbado, 2006).

**Huevo.** Pálido, usualmente elongado oval, aplanado cerca de la base y redondeado arriba (usualmente depositado con la superficie ventral hacia arriba), abajo con un par de crestas (surcos) débiles o de estrechas a ancho submedianas a los flancos, al menos el tercio anterior del huevo y a menudo en más o la totalidad de su longitud; estas crestas o rebordes pueden a veces unirse delante y proyectando como un proceso que se proyecta como un par de procesos que se estrechan sublaterales que pueden ser más largo que el cuerpo del huevo y puede tener un proceso de mediano entre ellos (Huckett y Vockeroth, 1987).

**Larva.** Larva es de forma subcilíndrica o deprimida estrechándose hacia delante, con engrosamiento cuticular, con cresta y espículas. Mandíbulas generalmente fusionadas o adheridas a excepción de Fanniinae en la cual se encuentran separadas, de tamaño igual o desigual. Esclerito mandibular usualmente presente pero ausente en Fanniinae, Stomoxyinae, y algunos Muscinae. Esclerito dental en la base de la mandíbula separada o fusionada. Hipofaringe bien



desarrollada. Larva formada por ocho segmentos con un par de patas falsas; espiráculo posterior con tres aberturas dispuestas en un arco alrededor de la cicatriz ecdisial (Huckett y Vockeroth, 1987).

Las larvas se producen en muchos hábitats donde se encuentre materia en descomposición, siendo en su mayoría coprófagos, sarcófagos o bien facultativos e incluso depredadores de presas más pequeñas (James, 1948).

Unas pocas especies de múscidos chupan sangre de pollos, otras se desarrollan en gramíneas. Los adultos en conjunto, muestran hábitos alimenticios variados: consumen material vegetal o animal en descomposición, néctar, polen y sangre de vertebrados; algunos son depredadores de otros insectos (Zumbado, 2006).

## **2.11. Otros dípteros saprófagos y coprófagos**

### **2.11.1. Piofílicos.**

Se presenta en cadáveres de más de mes y medio, cuya especie más común es la "*Piophilidae casei*", mosca de pequeñas dimensiones, cuyas larvas se distinguen del resto pues se desplazan saltando, es llamada "casei" por su afición al queso donde se puede aparecer con bastante frecuencia si este no se encuentra en lugares adecuados. Su ciclo vital suele ser de unos veinte días, y es una especie muy resistente a altas temperaturas, soportando hasta 24 horas a temperaturas de 45°C, lo que hace que aparezca en los cuerpos encontrados en pleno verano a la intemperie. Junto con estas moscas suelen aparecer otras de la familia "Phoridae", concretamente la "*Megaselia scalaris*", mosca muy común también en los cadáveres enterrados (Comba, 2004).

### **2.11.2. Fóridos o “moscas jorobadas”.**

La familia Phoridae (“mosca jorobadas”), es una extensa familia con más de 3000 especies en la actualidad y con una amplia distribución (Bentancourt *et al.*, 2009). De hábitos variados, sus larvas se les pueden encontrar sobre hongos, excrementos, cadáveres, nidos de aves a materia vegetal en descomposición, parasitoides o depredadores de otros insectos.

### **2.12.2. Influencia de la geografía**

El desconocimiento de la fauna local y regional es muy importante especial en ciertas áreas biogeográficas, uno porque es preocupante a la hora de poner en práctica la entomología forense, dos tiene consecuencia y la necesidad de recurrir a datos procedentes de la bibliografía, en la mayoría de los casos, corresponden a áreas y hábitats muy diferentes a los de la zona a evaluar (MacGregor, 1999a, 1999b).

La composición faunística y la colonización de la carroña por los artrópodos dependen de muchos factores; uno de los más importantes es la región biogeográfica o zona bioclimática en la que se encuentran los restos. La región bioclimática define el hábitat, vegetación, tipo de suelo y las condiciones meteorológicas del área. Esto, obviamente, tiene influencia tanto en los tipos y especies de insectos presentes, como en su aparición estacional. Todos estos factores, además, afectan a la descomposición de los restos, lo cual incide en los insectos que las colonizan (Anderson, 2001).

Muchas especies de insectos son relativamente cosmopolitas, pero las especies implicadas en la descomposición varían de una región a otra y, la descomposición es, en sí misma, bastante diferente en varias regiones

biogeográficas (MacGregor, 1999a, 1999b). Para efectos de la estimación del IPM, a todo lo anterior hay que añadir el tiempo que tardan los adultos en localizar y acceder al cadáver, esto es, hay que conocer la pauta de colonización del cadáver, que también varía en función de la región biogeográfica, hábitat y estación del año (Anderson, 2001).

El medio ambiente es esencial cuando se va a estimar el PMI, dado el desarrollo de cualquier insecto está influenciado por las condiciones ambientales y por el microclima. Los factores más importantes a tener en cuenta son: temperatura, humedad relativa, pluviosidad, irradiación solar y nubosidad (Flores, 2009).

### **2.12.1. Influencia de las estaciones**

Las estaciones del año representan una categorización del clima y ejercen gran impacto sobre la flora y fauna de una región geográfica, a la vez que sobre la colonización de los insectos en la carroña. Muchas moscas califóridos varían en presencia y abundancia dependiendo de la estación en la que ocurre la muerte (Johnson, 1975; Goddard y Lago, 1985; Introna *et al.*, 1991; Davies, 1999; Schroeder *et al.*, 2003; Sharanowski *et al.*, 2008).

La abundancia relativa de ciertos insectos es muy importante en diferentes estaciones del año y deberá tomarse en cuenta para realizar estudios de sucesión insectil a través del año, lo cual ayudará a desarrollar bases de datos válidas que incluyan a todas las especies presentes en una región determinada (Anderson, 2001b). Cuando se conoce la estacionalidad de las especies carroñeras en un área en particular, se puede inferir que los insectos constituirán una herramienta valiosa para determinar la estación en que los restos fueron colonizados (Dillon y Anderson, 1995; Anderson y VanLaerhoven, 1996a; Dillon, 1997).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Zona de estudio

El experimento se realizó en una parcela agrícola sin cultivar en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, localizada en el municipio de Torreón, Coahuila, México (25° 33' 23" N, 103° 21' 59" W). El clima predominante en la región lagunera es semidesértico con lluvias muy escasas durante el verano; con una elevación de 1140 msnm, registrándose precipitaciones anuales de 300 mm.

#### 3.2. Trampas utilizadas y protección de cebos

Para la captura de adultos se utilizó un modelo de trampas tipo WOT modificada, compuesta por una base cuadrada de madera y cuatro patas que sirven de apoyo, para mantenerla fija al suelo; cabe mencionar que se siguió la metodología utilizada por Becerril (2013), Chirino (2013) y García (2013), quienes utilizaron para la captura de adultos las mismas trampas (Figura 2).



Figura 2. Trampa WOT modificada.

Las trampas para adultos utilizadas durante el estudio se cebaron con diferentes mezclas, tal como se puede observar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Mezcla de cebos utilizados en el experimento.

Etapa	Otoño	Invierno
Estiércol/CarneRes/Pollo/Pescado	x	
Estiércol/Pollo/Pescado		x

Para la captura de inmaduros (larvas LIII y prepupas), se utilizaron cabezas de cerdo de aproximadamente 6 kg como necrotrampas (Fig. 3). Las necrotrampas se protegieron con una jaula de armazón de varilla de 3/8' de 0.75 m x 0.6 m x 0.5 m recubierta con malla pajarera, en la parte superior de la jaula se colocó una rama grande que sirvió como refuerzo para mamíferos y aves carroñeros (Fig. 4). En cada lado de la jaula se reforzaron con una varillas de 1/4' de 0.60 m de longitud (Fig. 5).



Figura 3. Cabeza de cerdo utilizado para captura de larvas LIII y prepupas.



Figura 4. Jaula que sirvió de protección de grandes carroñeros.



Figura 5. Jaula reforzada para protección de carroñeros.

### **3.3. Colecta de especímenes**

Se colectaron adultos de la familia Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae de las trampas WOT durante cinco días.

Los dípteros atrapados eran extraídos de las trampas y llevados al laboratorio de Parasitología para su captura, se dejaban máximo 7 minutos en el congelador para aletargarlosy asípoder facilitar su captura, después se colocabanen frascos de vidrios con alcohol 70% para su preservación (Fig. 6).



Figura 6. Frascos contenedores de dípteros colectados.

De las necrotrampas colocadas, se recolectaron larvas LIII y prepupas. Se hicieron observaciones diarias para poder determinar el momento de la colecta de los inmaduros; las recolecciones se llevaron a cabo en el quinto y sexto día después de la colocación de las necrotrampas (Fig. 7).



Figura 7. Colecta de Larvas III y prepupas de la necrotrampa.

### **3.4. Estudio otoño**

Durante el otoño del 2012 (del 5 de octubre al 10 de octubre) se colocaron dos trampas WOT cebadas con una mezcla compuesta de trozos de carne de res, pollo, pescado, estiércol de bovino (100 g c/u) y agua (150 ml), las cuales se colocaron a una distancia de 10 metros una de otra (Fig.8).



Figura 8. Trampa WOT colocada en el sitio de estudio.

Durante el periodo que va del 5 al 10 de octubre se colocó una necrotrampa en el sitio de estudio conformado por una cabeza de cerdo (Fig. 9) la cual se dejó expuesta durante cinco días a la intemperie a partir de la cual se colectaron estados inmaduros de las moscas.



Figura 9. Necrotrampa (cabeza de cerdo) colocado en el sitio de estudio.

### **3.5. Estudio de invierno**

Durante el invierno del 2013 (del 24 febrero al 2 de marzo) se colocaron dos trampas WOT cebadas con una mezcla compuesta carne de res, pescado, estiércol de bovino



(100 g c/u) y agua (150 ml), las cuales se colocaron a una distancia de 10 metros una de otra.

Durante el periodo del 24 al 28 de febrero se colocó una necrotrampa en el sitio de estudio, conformada por una cabeza de cerdo la cual fue sustraída por mamíferos carroñeros rompiendo la malla de la jaula (Fig. 10).



Figura 10. Jaula rota por mamíferos carroñeros.

A los dos días se volvió a colocar otra cabeza de cerdo en el sitio de estudio la cual se dejó expuesta durante siete días a la intemperie a partir del 3 al 10 de marzo, de las cuales se colectaron estados inmaduros de dípteros (Fig. 11).



Figura 11. Colocación de la segunda cabeza de cerdo.

### **3.6. Trabajo de laboratorio**

Las larvas LIII colectadas de la necrotrampa en invierno (cabeza de cerdo), que aún no completaban su desarrollo se transportaron al cuarto de cría, donde se criaron hasta el estado adulto, siguiendo la metodología propuesta por Valdés (2009) (Fig.13).



Figura 12. Alimentando Larvas de LII para que completen su desarrollo.

Las prepupas colectadas en el campo de estudio fueron traspasadas en frascos de pupación con aserrín donde éstas completaron su ciclo de vida, colocando tela-tul en la rosca del frasco para evitar el escape y facilitar el manejo al momento de la emergencia de los adultos (Fig. 14).



Figura 13. Frascos con prepupas.

### **3.7. Montaje e identificación de especímenes**

Los adultos emergidos fueron sacrificados y montados con alfileres entomológicos para su identificación (Fig. 15). Luego se colocaron en cajas para colecciones entomológicas (Fig. 16).



Figura 14. Especímenes montados con alfileres entomológicos.



Figura 15. Caja entomológica con especímenes colectados.

### **3.8. Usos y análisis de datos**

Los especímenes identificados se registraron en la base de datos de insectos de importancia forense que se encuentra en el Departamento de Parasitología de la

UAAAN UL, éstos se etiquetaron debidamente y se les colocó sus respectivas cajas entomológicas(Fig. 17).

JLOW José Luis Otoño Wot		JLOW José Luis Invierno Wot	
FOW Freddy Otoño Necrotampa		FIW Freddy Invierno Necrotampa	
DOW Diana Otoño Necrotampa		DIW Diana Invierno Necrotampa	
DOW Diana Otoño Wot		DIW Diana Invierno Wot	
<b>JLOW</b>		<b>JIW</b>	
DATOS DE COLECTA	Municipio: TORREÓN Lugar/sitio: UAAAN-UL Época: OTOÑO Col. LIII 10/10/2012 Prepupa: 10/10/2012 Emergencia Calliph. 16-19/10/12 Trampas: Necrotampas	DATOS DE COLECTA	Municipio: TORREÓN Lugar/sitio: UAAAN-UL Época: OTOÑO Colectó: J. L. ALT. P Fecha: 06-10/10/2012 Trampas: WOT Modif.
DATOS DE COLECTA	Municipio: Torreón Lugar/sitio: Campo Exper. época: otoño Col. LIII 05/11/2012 Prepupa: 05/11/2012 Emergencia Sarc. 05/12/2012 Trampas: Necrotampas	DATOS DE COLECTA	Municipio: Torreón Lugar/sitio: Campo Exper. Época: otoño Colectó: Freddy F.C Fecha: 3-5/10/2012 Trampas: WOT Modif.
DATOS DE COLECTA	Municipio: Gómez Palacio Lugar/sitio: Taller Sr. Hugo Época: Otoño Col. LIII 22/10/2012 Prepupa: 22/10/2012 Emergencia 13-17/11/2012 Trampas: Necrotampas	DATOS DE COLECTA	Municipio: Gómez Palacio Lugar/sitio: Taller Sr. Hugo Época: otoño Colectó: Diana A.A.C Fecha: 15-22/10/2012 Trampas: WOT Modif.
DATOS DE COLECTA	Municipio: Torreón Lugar/sitio: Campo Exper. Época: invierno Col. LIII 11/03/2013 Prepupa: 11/03/2013 Emergencia Sarc. 17/03/2013 Calliph. 17/03/2013 Trampas: Necrotampas	DATOS DE COLECTA	Municipio: Torreón Lugar/sitio: Campo Exper. Época: invierno Colectó: Freddy F.C Fecha: 5-11/03/2013 Trampas: WOT Modif.
DATOS DE COLECTA	Municipio: Gómez Palacio Lugar/sitio: Taller Sr. Hugo Época: Verano Col. LIII 29/06/2012 Prepupa: 29/06/2012 Emergencia 11-15/07/2012 Trampas: Necrotampas	DATOS DE COLECTA	Municipio: Gómez Palacio Lugar/sitio: Taller Sr. Hugo Época: Verano Colectó: BGE Fecha: 24-29/06/2012 Trampas: WOT Modif.

Figura 16. Captura de datos y especies con etiquetas identificadas.

La identificación se realizó hasta género y/o especie, observando el espécimen con ayuda del microscopio estereoscópico (Fig. 18). Se utilizaron las claves taxonómicas de Shewell (1987b) y Whitworth (2006) para Sarcophagidae y Calliphoridae, respectivamente.



Figura 17. Microscopio estereoscópico utilizado para visualización de dípteros.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Estudio preliminar

El primer estudio se realizó en el campo experimental de la UAAAN-UL, éste fue el estudio preliminar, se estableció con el objetivo de observar y conocer los procesos que conlleva dicha actividades y le proceso de descomposición que ocurre al momento de establecer un experimento/estudio de entomología forense, así como determinar la dipterofauna que coloniza las trampas y cebos utilizados; las trampas utilizadas en este estudio fueron trampas WOT y necrotrampas.

Después de haber hecho el estudio preliminar, se determinó que los cebos a utilizar en las etapas siguientes serían estiércol, carne de res, pollo y pescado, la primera mezcla fue compuesta de estiércol, carne de res, pollo, pescado y en la segunda fue estiércol, pollo y pescado; también se determinó en base a las observaciones y a estudios realizados con anterioridad en la localidad de estudio, que las necrotrampas a utilizar serían las cabezas de cerdo de alrededor de 6 kg cada uno.

### 4.2. Estudio otoño

Durante el estudio que corresponde a otoño se colectaron un total de 542 dípteros en las necrotrampas, los especímenes colectados pertenecieron a las familias de Calliphoridae y Sarcophagidae (Cuadro 3).

Cuadro 3. Total de especímenes recolectados en la necrotrampa en otoño.

<b>Familia</b>	<b>Género/especie</b>	<b>Cantidad</b>
Calliphoridae	<i>Ch. megacephala</i>	528
	<i>Ch. rufifacies</i>	4
Sarcophagidae	<i>Amobia</i>	10

En las trampas WOT se colectaron un total de 753 dípteros de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae (Cuadro 4).

Cuadro 4. Total de especímenes recolectados en las trampas WOT en otoño.

<b>Familia</b>	<b>Género/especie</b>	<b>Cantidad</b>
Calliphoridae	<i>Ch. megacephala</i>	143
	<i>Ch. rufifacies</i>	102
Sarcophagidae	<i>Eubottecheria</i>	8
Muscidae	<i>Musca</i>	500

#### 4.2. Estudio invierno

Durante el estudio que corresponde invierno se llegaron a colectar un total de 77 dípteros en necrotrampas de las familias de Calliphoridae y Sarcophagidae que corresponde al género *Chrysomia*, *Euboettcheria*, *Neobellieria*, *Leopygiay Lucilia*, las especies *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies* y *L. sericata* (Cuadro 5).

Cuadro 5. Total de especímenes recolectados en la necrotrampa en invierno.

<b>Familia</b>	<b>Género/especie</b>	<b>Cantidad</b>
Calliphoridae	<i>Ch. megacephala</i>	2
	<i>Ch. rufifacies</i>	2
	<i>L. sericata</i>	39
Sarcophagidae	<i>Euboettcheria</i>	7
	<i>Neobellieria</i>	26
	<i>Liopygia</i>	1

En las trampas WOT se colectaron un total de 421 Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae que corresponden al género *Chrysomia*, *Lucilia*, *Liopygia*, *Neobellieria* y *Euboettcheria* las especies *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *L. sericata* y *L. cuprina* (Cuadro 6).

Cuadro 6. Total de especímenes recolectados en las trampas WOT en invierno.

<b>Familia</b>	<b>Género/especie</b>	<b>Cantidad</b>
Calliphoridae	<i>Ch. megacephala</i>	1
	<i>Ch. rufifacies</i>	2
	<i>L. sericata</i>	20
	<i>L. cuprina</i>	1
Sarcophagidae	<i>Euboettcheria</i>	52
	<i>Neobellieria</i>	59
	<i>Liopygia</i>	18
Muscidae	<i>Musca</i>	268

#### **4.4. Clave pictográfica para la separación e identificación de géneros de *Sarcophagidae*.**

Con el objetivo de facilitar posteriores identificaciones, basadas en los caracteres mencionados por Shewell (1987b), a continuación se presenta una especie de referencias anatómico-descriptivas para los géneros de *Sarcophagidae* colectados en el presente estudio. Esto pretende contribuir al conocimiento de los sarcófagos ya que para la región en estudio no existen claves taxonómicas específicas.

##### **4.4.1. *Neobellieria* spp.**

Es una mosca robusta, en su mayoría de color gris. Tórax usualmente con rayas longitudinales. Abdomen con un patrón a cuadros, con rayas, con bandas o con manchas; presenta muchas setas diseminadas en la mayor parte del cuerpo, en la región genital presenta pelos negros y labrafacial con un grupo de pelos diseminados (Fig. 18), no en filas como en *Euboettcheria* (Figs. 18-25).



Figura 18. Cabeza de un hembra de *Neobellieria* spp. donde se aprecia la gena con pelos negros y la parafacial con pelos en grupo.



***Macho de Neobellieria spp.***



Figura 19. Cabeza de un macho de *Neobellieria* spp.



Figura 20. Tórax de un macho de *Neobellieria* spp.



Figura 21. Terminalia de un macho de *Neobellieria* spp



Figura 22. Vista lateral de una terminalia de *Neobellieria* spp.

***Hembra de Neobellieria spp.***



Figura 23. Cabeza en vista dorsal de una hembra de *Neobellieria* spp.



Figura 24. Tórax de una hembra de *Neobellieria* spp.



Figura 25. Terminalia de una hembra de *Neobellieria* spp.

#### **4.4.2. *Euboettcheria* spp.**

Es una mosca muy parecida a *Neobellieria*, robusta de color gris. Es un género que presenta setas diseminadas en la mayor parte del cuerpo, en la región genal presenta pelos negros y los pelos blancos se encuentran confinados en la postgena; la parafacial con pelos en una hilera cerca del ojo (Figs. 26-33).



Figura 26. Cabeza de un macho de *Euboettcherria* spp. donde se aprecia la gena con pelos negros y la parafacial con pelos en fila.

**Macho de *Euboettcheria* spp.**



Figura 27. Cabeza de un macho de *Euboettcheria* spp.

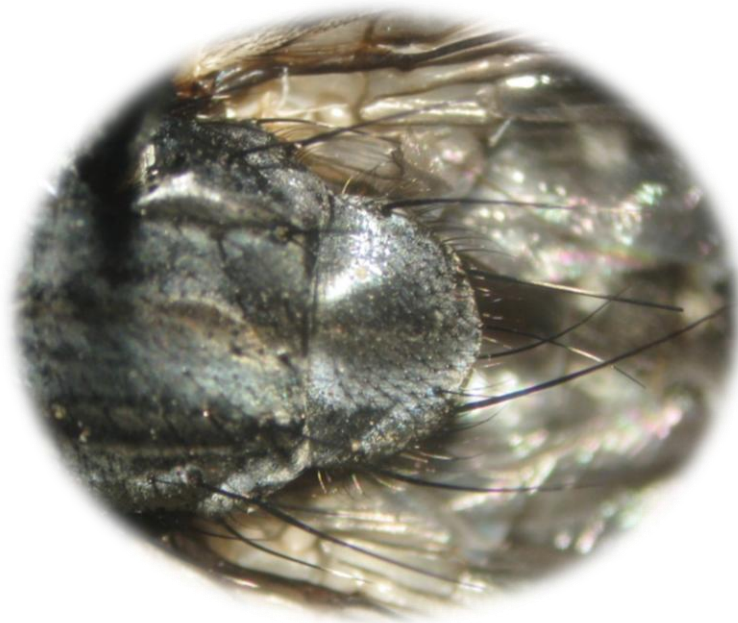


Figura 28. Tórax de un macho de *Euboettcheria* spp.



Figura 29. Terminalia de un macho de *Euboettcheria* spp.



Figura 30. Vista lateral de una terminalia de *Euboettcheria* spp.

***Hembra de Euboettcheria spp.***



Figura 31. Cabeza de una hembra de *Euboettcheria* spp.





Figura 32. Tórax de una hembra de *Euboettcheria* spp.



Figura 33. Terminalia de una hembra de *Euboettcheria* spp.

#### **4.4.3. *Liopygia* spp.**

Las moscas pertenecientes al género *Liopygia* son robustas, como casi todos los sarcófagos de la subfamilia Sarcophaginae. Dentro de las características más representativas de los especímenes pueden resaltar el color de los pelos de la parte anterior de la gena, pudiéndose observar que, existen pelos blancos ocupando el área que abarca desde la postgena hasta el margen anterior de la gena (García-Espinoza y Valdés-Perezgasga, 2013) (Fig. 34).

Los especímenes de *Liopygia* presentan una arista plumosa larga, pared postalar con pelos en la mitad, las hileras de setas frontales divergen a nivel la base antenal con más de dos setas por debajo de éstas en cada lado (Figs. 34-40).



Figura 34. Cabeza de una *Liopygia* spp. donde se aprecia la gena con pelos blancos y la parafacial con pelos en grupo.

**Macho de *Liopygia* spp.**



Figura 35. Cabeza de un macho de *Liopygia* spp.



Figura 36. Tórax de un macho de *Liopygia* spp.



Figura 37. Terminalia de un macho de *Liopygia* spp.



Figura 38. Cabeza de una hembra de *Liopygia* spp.



Figura 39. Tórax de una hembra de *Liopygia* spp.



Figura 40. Terminalia de una hembra de *Liopygia* spp.

#### **4.4.4. *Amobia* spp.**

De acuerdo con Verves y Khrokalo (2006), el género *Amobia* es un sinónimo de *Macronychia*, único género perteneciente a la subfamilia *Macronychiinae*, señalado como el grupo más plesiomórfico (Plesiomorfía: estado ancestral o primitivo de un carácter; el concepto se opone al de apomorfía, que es el estado derivado de dicho carácter) de sarcófagidos.

Existen cerca de 20 especies dentro del género *Macronychia* (*Amobia* Robineau-Desvoidy 1830 (Shewell, 1987)), las cuales habitan en casi todas regiones biogeográficas, con excepción en las regiones de Australasia/Oceanía y Madagascar.

Son moscas de color gris, de tamaño medio por lo general (longitud de cuerpo 7 o 10 mm), a veces pequeñas (de 4 mm) o grandes (de 13 mm) de longitud. Cabeza de perfil a nivel de las vibrisas claramente más corta que en la lúnula. Proepisternum desnudo. Flagelómero 1.1 a 2.2 veces más largo que pedicelo, aristas casi desnuda, microscópicamente pubescentes (Fig. 41), engrosada en la base 0.4-0.7. Vibrissas bien desarrollada y situada por encima del margen inferior de la cabeza. Tórax con varias vittas (franjas) anchas oscuras en el dorso. Espiráculo posterior no operculado, sin "lappets". Coxa posterior desnuda. Uñas y pulvillas en ambos sexos son fuertes y alargadas. Alas hialinas o algunas veces oscuras. Abdomen gris pollinoso, con 3 manchas oscuras más o menos desarrolladas de forma triangular alargado en cada tergito, a veces estas manchas indistintas o ausentes. En los machos el terguito 6 del postabdomen bien desarrollado, con cerdas marginales. En las hembras el terguito abdominal 10 es más pequeño,

el terguito 8 en algunas especies (subgénero *Macronychia* s. str.) está modificado en un ovipositor alargado en forma de espina (Verves y Khrokalo, 2006) (Figs. 41-45).



Figura 41. Cabeza de una *Amobia* spp. aquí se aprecia la gena con pelos negros y sin pelos en la parafacial.





Figura 42. Cabeza de una mosca de *Amobia* spp.

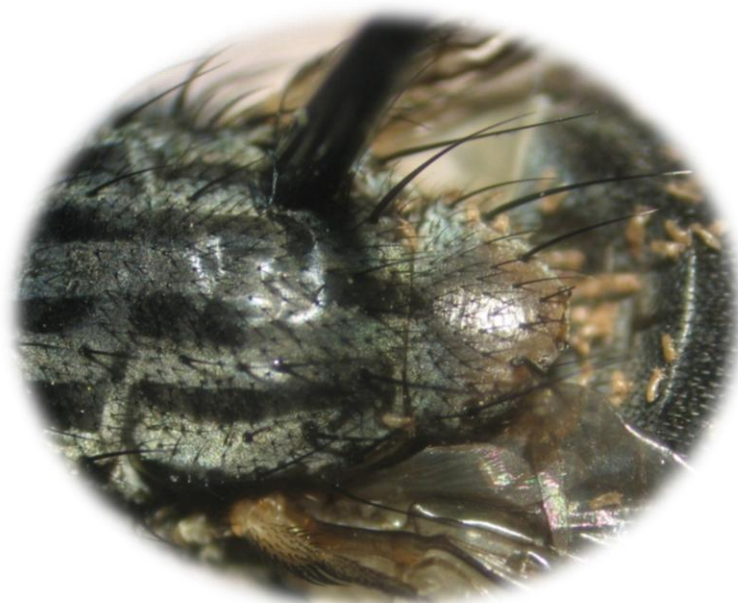


Figura 43. Tórax de una *Amobia* spp. con el escutelo anaranjado.



Figura 44. Terminalia de *Amobia* spp.



Figura 45. Vista lateral de *Amobia* spp.

## 5. DISCUSIÓN

Al comparar los resultados de las colectas e identificaciones de los distintos grupos de moscas colectados en otoño del 2012 e invierno del 2013, se encontró que tanto la abundancia como la diversidad de géneros y especies, presentan una variación. Lo anterior se puede observar al encontrar que durante el otoño se colectaron los siguientes números de especímenes, 671 *Ch. megacephala*, 106 de *Ch. rufifacies*, 10 del género *Amobia*, ocho del género *Eubottcheria* y 500 especímenes del género *Musca*, mientras que en invierno se colectaron 59 especímenes de *L. sericata*, uno de *L. cuprina*, tres de *Ch. megacephala*, 4 de *Ch. rufifacies*, 85 de *Neobellieria*, 59 de *Euboettcheria*, 19 de *Liopygia* y 268 especímenes de *Musca*.

Tanto en otoño como en invierno se colectaron moscas pertenecientes a las familias de Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae, sin embargo en otoño se identificaron para Califóridos *Ch. megacephala* y *Ch. rufifacies*, en tanto que en invierno para Califóridos se colectaron *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *L. sericata* y *L. cuprina*, dos especies más que en el otoño.

Al comparar la diversidad de sarcófágidos colectados en ambas épocas del año, se encontró que hay más diversidad en invierno, ya que fue en esa época donde se colectaron especímenes pertenecientes a los géneros de *Neobellieria*, *Euboettcheria* y *Liopygia*, mientras que en otoño sólo se colectaron especímenes clasificados dentro de *Euboettcheria* y *Amobia*.

Para la familia Muscidae en ambas épocas se colectaron especímenes pertenecientes todos al género *Musca*, aunque hay que remarcar que en otoño fueron más abundantes con un total de 500 especímenes (invierno 268 especímenes).

Comparando las dos épocas del año se confirma que en invierno se colectó un mayor número de géneros y especies, lo anterior puede atribuirse a la preferencia de las especies consignadas por climas más frescos, entre ellos los sarcófagidos y lucilinos (Diptera: Calliphoridae: Luciliinae) colectados en esa época.

*Lucilia sericata*, estuvo presente en este estudio durante la época de otoño, lo cual concuerda parcialmente con Miralbés (2001), quien consigna a *L. sericata* como la especie dominante en cuanto a su capacidad para llegar en primer lugar hasta los cadáveres y realizar sus oviposiciones durante las estaciones de otoño, verano y primavera. Miralbés (2001) también menciona que la especie *L. sericata* es la que domina en la estación primaveral, aunque en este estudio prefirió una época más fría como el otoño.

*Chrysomya megacephala*, también estuvo presente durante el otoño, concordando con Wolff *et al.* (2001), quienes consignan a *Ch. megacephala* como una especie cosmopolita y que es más abundante en tiempos de calor ya que la temperatura más altas le facilita su rápido desarrollo.

*Chrysomya megacephala* fue colectada tanto en las trampas WOT como en las necrotrampas, esto concuerda con lo reportado por García-Espinoza (2011), quien menciona que *Ch. megacephala* no tienen preferencia por el tamaño del cadáver, se encuentran desde cadáveres de humano hasta de ratón; podría entonces confirmarse también que puede colonizar cualquier tipo de materia orgánica en descomposición.

De acuerdo con Grimaldi (2005), *Ch. rufifacies* es una de las especies más importantes en la entomología forense, esta especie fue colectada también en otoño y no en invierno, haciendo alusión a sus hábitos por climas y temporadas cálidas, tal y como lo consigna García-Espinoza *et al.* (2012).

De acuerdo con Valdés-Peresgasga (2009), menciona que la diversidad de especies del género *Lucilia* se presenta principalmente en primavera, mientras que especies del género *Chrysomya* son más abundantes en verano teniendo preferencia por climas más cálidos.

Del total de especímenes identificados, se encontró que únicamente un espécimen de la especie *L. cuprina* (Diptera: Calliphoridae), dicho ejemplar fue colectado en las necrotrampas, esto concuerda Figueroa *et al.* (2007), quienes señalan que esta especie tiene preferencia por cuerpos en descomposición y que es exclusivamente de hábitos necrófagos y no coprófagos.

Shewell (1987b) hace mención a los hábitos carroñeros de los sarcófagidos, concordando con lo encontrado en este estudio, ya que fueron colectados especímenes pertenecientes a los géneros *Euboettcheria*, *Neobellieria*, *Liopygia* *Amobia*.

Comparando con Chirino (2013), quien menciona que *Euboettcheria* y *Neobellieria* son especies de hábitos necrófilos y coprófilos, debido a que los géneros mencionados fueron colectados en las trampas cebadas así como en las necrotrampas, de la misma manera que sucedió en el presente estudio.

Especímenes identificados dentro del género *Liopygia*, uno de los géneros de Sarcophagidae de importancia forense, sólo se colectaron en la época de invierno. Los trabajos llevados a cabo por Chirino (2013), García (2013) y García-Espinoza

y Valdés-Perezgasga (2013), confirman que *Liopygia* se encuentra en la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango, México.

Como se mencionó anteriormente, también fueron colectadas moscas del género *Amobia* Robineau-Desvoidy 1830 en la época de otoño. El género *Amobia*, tiene una ubicación taxonómica discutida, por ejemplo Shewell la ubica como *Amobia* dentro de la subfamilia Sarcophaginae, mientras que Pape (1987) considera a ese grupo con mismo nombre del género pero dentro de la subfamilia Miltogrammatinae; sin embargo Verves y Khrokalo (2006) en una revisión reciente de la subfamilia Macronychiinae, ubican al género *Macronychia* como único género dentro de esa subfamilia de sarcófagidos, colocando ahí como sinónimo de *Macronychia* a *Amobia*. De acuerdo con Verves y Khrokalo (2006), existen cerca de 20 especies de un solo *Macronychia* (*Amobia*), y éstas se conocen en casi todas regiones biogeográficas, con excepción en las regiones de Australasia/Oceanía y Madagascar.

Magaña (2001), consigna que la diversidad y la abundancia de dípteros, es afectada por una serie de factores que retardan o aceleran el proceso de descomposición, tal como se pudo observar en este estudio, en otoño se colectó un mayor número de especímenes y en invierno el número de especímenes colectados fue menor, eso se puede atribuir a las variaciones de temperatura y humedad relativa que se presentan en la región de estudio.

## 6. CONCLUSIÓN

Una vez vistos y analizados los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis planteada que menciona que tanto la diversidad de especies y abundancia de especímenes de dípteros saprófagos y coprófagos presentan una variación según transcurren las distintas épocas del año en la Comarca Lagunera, mismas que se ven afectadas por las condiciones medioambientales, principalmente la temperatura.

Se confirma también que tanto especies de califóridos como algunos géneros de sarcófagidos tienen preferencias por climas cálidos y otros por ambientes más frescos.

Se reafirma una vez más la importancia de las familias Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae son de importancia forense, así como las principales colonizadoras de cadáveres y materia orgánica en descomposición.

*Chrysomya megacephala* fue la especie más abundante en todo el estudio, su número fue mayor comparado con los de otros califóridos como *Ch. rufifacies* quien prefiere épocas como primavera y verano. También puede confirmarse el gusto por climas más fríos de las especies del género *Lucilia*, al ser éstos colectados sólo en el invierno.

*Amobia*, género de la familia Sarcophagidae, aunque en menor número que los demás sarcófagidos, fue colectado en otoño únicamente en las trampas WOT, pudiendo concluir que si bien no es un género de moscas que prefiera colonizar cadáveres, sí son moscas atraídas al estiércol y M.O. en descomposición. El nombre del género *Amobia* puede ser considerado sinónimo de *Macronychia*, que pertenece a la subfamilia Macronychiinae.

## 7. LITERATURA CITADA

- Aldrich J.M. 1916. Sarcophaga and allies in North America. Vol. I. Thomas Say Foundation, Ent. Soc. Am. La Fayette, Indiana. 301 pp.
- Amat E., M. C. Vélez y M. Wolff. 2008. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia* 30(1):231-244.
- Anderson G. 1997. The use of insects to determinate time of decapitation: A case-study from British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*.42 (5):947-950.
- Anderson G. S. 1995. The use of insects in death investigations: an analysis of forensic entomology cases in British Columbia over a five year period, *Can. Soc. Foren. Sci. J.*, 28(4):277-292.
- Anderson G.S. and S.L. VanLaerhoven. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of forensic Sciences*. 41(4):617-625.
- Anderson G.S. & N.R. Huitson. (2004). Myiasis in pet animals in British Columbia: The potential of forensic entomology for determining duration of possible neglect. *Special report. Can. Vet. J.* 45:993-998.
- Anderson G.S. 2001. Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. In J. H. Byrd and J. L. Castner [eds.], *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press. Boca Ratón. pp. 143-175.
- Arnaldos M.I., E. Romera, J.J. Presa, A. Luna y M.D. García. 2004. Studies on seasonal arthropod succession carrion in the southeastern Iberian Peninsula. *Int. J. Legal Med.* 118:197-205.



- Arnaldos M.I., E. Romerae, J.J. Presa & A. Luna. (2005) Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Sci Int.* (1):57-65.
- Aspoas B.R. 1994. Afrotropical Sarcophagidae in a carrion fly community. *Medical and Veterinary Entomology* 8:292-294.
- Bass W.M. 2001. Preface. In J. H. Byrd and J. L. Castner [eds.], *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press. pp. IXX.
- Becerril O. E. 2012. Estudio de Dípteros (Insecta: Diptera) saprófagos y coprófagos de Matamoros, Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna.
- Benecke M. 1998. Six forensic entomology cases: description and commentary *Journal of Forensic Sciences*. 43(4):797-805.
- Benecke M. 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Sci. Int.* 120:2-14.
- Bentancourt C., I. Scatoni y E. Morelli. 2009. *Insectos del Uruguay*. Facultad de agronomía. Facultad de ciencias. Universidad de la República. Uruguay. 667 pp.
- Blackith R.E. y R.M. Blackith. 1989. Insects infestations of small corpses. *J. Nat. Hist.* 24:699-709.
- Boeck G.M. & N. Samyn. 2006. Recent Applications of LC-MS in Forensic Science. *LCGC Europe*. 2-8.
- Byrd H.J. y J.L. Castner. 2001b. insects of forensic importance. En: Byrd y Castner (Eds.). *Forensic entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Second edition. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 681pp.

- Byrd J. y J. Castner, 2001. Forensic entomology, the utility of arthropod in legal investigations. CRC Press, Estados Unidos. 418 pp.
- Camacho G. 2005. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*) en Bogotá. Revista Colombiana de Entomología 31(2):189-197.
- Campobasso C. and F. Introna. 2001. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. Forensic Science International. 120:132-139.
- Carvalho L., P. Thyssen, L. Goff & A. Linhares. 2004. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in an urban area of southeastern Brazil. Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology. 5:33-39.
- Castilla G. J. 2004. Procesos conservadores del cadáver. *In*: Calabuig, J.A. y Villanueva C. E. Medicina Legal y Toxicología. Sexta edición. Barcelona, España. 1395 p.
- Catts E.P. and M.L. Goff. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. Annual Review of Entomology. 37:253-272.
- Catts E.P. and N. Haskell. 1997. Entomology & Death a Procedural Guide. Joyce's Print Shop, Inc. Clemson, SC USA. 182 p.
- Chirino L. A. C. 2013. Dípteros (Insecta: Diptera) Sarcosaprofagos de Gomez Palacio, Durango. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. 36-38.
- Comba C.J. 2004. Informe de Investigación Bibliográfica. Identidad Humana I. 9 p.

- Davies L. 1999. Seasonal and spatial changes in blowfly production from small and large carcasses at Durham in lowland northeast England. *Medical and Veterinary Entomology*. 13(3):245-251.
- Daza M. y S. Z. Yusseff. 2003. Caracterización de la entomofauna asociada a la descomposición cadavérica empleando como biomodelo el cerdo (*Sus scrofa*) en el municipio de Tunja. Tesis Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.
- De Souza A.M. y A.X. Linhares. 1977. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in Southeastern Brazil: Relative abundance and seasonality. *Med.Vet.Entomol*. 11:8-12.
- Denno R.F. y W.R. Cothram. 1976. Competitive interactions and ecological strategies of Sarcophagid and calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 69:109-113.
- Dillon L.C. 1997. Insect succession on carrion in three biogeoclimatic zones in British Columbia, M.Sc. thesis, Department of Biological Science, Simon Fraser University, Burnaby.B.C.
- Dillon L.C. y G.S. Anderson. 1995. Forensic entomology: the use of insects in death investigations to determine the time elapsed since death. Technical report TR -05-95. Canadian Police Research Centre. Ottawa, Ontario, Canada.
- Downes W.L.Jr. 1955. Notes on the morphology and classification of the Sarcophagidae and other calyptrate (Diptera). *Proc. Iowa Acad. Sci.* 62:514-538.
- Early M. &M.L. Goff. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu Hawaiian Islands. *Journal Medical Entomology*. 23: 520-531.

- Easton A.M. and K. G.V. Smith. 1970. The entomology of the cadaver. *Medicine, Science and Law*. 208-215.
- Evans, A. V. 2007. *Field Guide to Insects and Spiders & Related Species of North America*. Sterling Publishing Co., Inc. New York, New York, USA. 497 p.
- Figueroa, L., J. Flores, y S. Rodríguez. 2007. Método de cultivo de larvas de moscas *Lucilia sericata* para terapia larval. *Parasitol. Latinoam.* 62:79-82.
- Flores P.L., H. Sánchez, S. Ibáñez, M.D. García. 2008. Insectos sarcosaprófagos asociados a la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* en Texcoco, México. *Entomología Mexicana*. 7:768-774.
- Flores P.L.R. 2009. Sucesión de entomofauna cadavérica utilizando como biomodelo cerdo blanco, *Sus scrofa* L. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. 42 pp.
- García E. B. 2013. Dípteros (Insecta: Diptera) sarcosaprófagos de Gomez Palacio, Durango. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. 56-57.
- García E. F., Ma. Teresa. V. P, Elba P.O, Francisco J. S. R y Bertha A. C. F. 2009. Identificación y abundancia estacional de géneros de la familia Sarcophagidae (Diptera) sobre carroña de puerco en una área semidesértica de Coahuila. *Folia Entomol. Mex.*, 48(3):151-160.
- García E. F., Ma. Teresa. V. P, Francisco J. S. R, S. Zamira. Y. V, y Ma. Teresa. Q. M.2012. Desarrollo larval y requerimientos calóricos de *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) durante primavera y verano en Torreón, Coahuila. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 28(1):172-184.

- García E.F. 2011. Estudio del desarrollo y ciclo vital de califóridos y beatificación de géneros de sarcófágidos de Torreón, Coahuila. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. 10-23.
- García S.J.A. 2006. Necesidad de la Aplicación de la Entomología Forense dentro del Proceso Penal Guatemalteco. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Guatemala.81-82.5
- García-Espinoza F. y M.T. Valdés-Perezgasga. 2012. Listados de los géneros de la familia Sarcophagidae (Diptera) asociados a carroña en Torreón Coahuila. Entomología Mexicana. 2:897-901.
- García-Espinoza, F. y M. T. Valdes-Perezgasga. 2013. Morfología externa de *Liopygia* Enderlein, 1928, (Diptera: Sarcophagidae), generó de Importancia Forense en la Comarca Lagunera. Entomología mexicana. 12:839-844.
- Gillott C. 1995. Entomology. Plenum Press, Saskatoon, SK.
- Goddard J. y P.K. Lago.1985. Notes on blowfly (Diptera: Calliphoridae) succession on carrion in Northern Mississippi. J Entomol Sci. 20:312-317.
- Goff L. 1993. Festín de pruebas insectos al servicio de la muerte. Memorias del Taller de la Academia Americana de Ciencias Forenses 1 (4):28-34.
- Goff L. y E. Catts. 1997. Arthropods Basics Structure and Biology (Ch. 3), 38-71 in: Catts, E., Haskell, H. 1997. Ed. Entomology-Death: A Procedural Guide: Joyce's Print Shop, Inc., Clemson, South Carolina. 182 pp.
- Goff M. L., A. I. Omori and K. Gunatilake. 1988. Estimation of postmortem interval by arthropod succession. Am. J. Foren. Med. Pathol. 9:220-225.

- Goff M. L., Brown WA and Omori AI. 1992. Preliminary Observations of the Effect of Methamphetamine in Decomposing Tissues on the Development Rate of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of This Effect on the Estimations of Post Mortem Intervals. *Journal of Forensic Sciences* 37 (3):867-872.
- Goff M.L. 1991. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. *J. Forensic Sci.* 36:748-753.
- Goff M.L. 1993. Festín de pruebas de insectos al servicio forense. Informe científico patología forense 4. Instituto nacional de medicina legal y ciencias forenses. In *Memorias del Taller de la Academia de ciencias forenses, Reunión Anual de la AAFS*. Boston, Massachusetts. 28-34.
- Goff M.L. 2000. *A Fly For The Prosecution: How Insect Evidence Helps Solve Crimes*. Harvard University Press, Cambridge. 2nd ed. p. 1-225.
- Goff M.L., M.D. García, S.M. Arnaldos, R.E. Lozano. 2004. Entomología cadavérica: fundamentos y aplicación, referencia a la entomología española. In Calabuig, J.A. & Villanueva C. E. *Medicina legal y toxicología*. Sexta edición. Barcelona, España. 253-262.
- Goodbrod J.R. y M.L. Goff. 1990. Effects of larval population density on rates of development and interactions between two species of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in laboratory culture. *J. Med. Entomol.* 27:338-343.
- Grassberger M. & C. Reiter. 2001. Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorpe diagram. *Forensic Sci. Int.* 120:32-36.

- Greenberg B. 1973. *Flies and Disease*. Vol. I and II. Princeton Univ. Press. Princeton. 447 pp.
- Greenberg B. 1990. Nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). *J. Med. Entomol.* 27:807-810.
- Greenberg B. 1991. Flies as forensic indicators. *J. Med. Entomol.* 28:565-577.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel. 2005. *Evolution of insects*. Cambridge University Press. 772 pp.
- Hall D.G. 1948. *The Blowflies of North America*. Thomas Say Foundation, Lafayette, Indiana. 477 pp. 51 plates.
- Hall R. D. 2001. Introduction: perceptions and status of forensic entomology. In J. H. Byrd and J. L. Castner (eds.), *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, Boca Raton. pp. 1-15.
- Haskell N.H., R.D. Hall, V.J. Cervenka and M. A. Clark. 1997. On the body: insect's life stage presence and their postmortem artifacts. In W. D. Haglund and M. H. Sorg [eds.], *Forensic Taphonomy*. CRC Press, Boca Raton. pp. 415-448.
- Hennig W. 1965. Vorarbeiten zu einem phylogenetischen System der Muscidae (Diptera: Cyclorrhapha). *Stuttg. Beitr. Naturk.* 141:1-100.
- Higley L.G. & H. Haskell. 2001. Insect development and forensic entomology. In: Byrd, J. & J. Castner. (eds.). *Forensic Entomology: the utility of arthropod in legal investigations*. CRC press. USA. 418p.
- Huckett H.C. 1965. The Muscidae of Northern Canada, Alaska, and Greenland (Diptera). *Mem. Ent. Soc. Can.* 42:1-369.

- Huckett H.C. y J.R. Vockeroth. 1987. Muscidae. En: J. F. McAlpine (Ed.). En: Manual of Nearctic Diptera. Ottawa, Ontario, CA, Biosystematics Research Center, Research Branch Agriculture Canada 2:1115-1131.
- Hutton G.F. y S.S. Wasti. 1980. Competitive interactions between larvae of the Green bottle fly, *Phaenicia sericata* (Meigen) and the black blow fly, *Phormia regina* (Meigen). *Comparative Physiology and Ecology* 5: 1-4.
- Introna F., T.W. Suman, Smialek J.E. 1991. Sarcosaprophagous fly activity in Maryland. *J Forensic Sci.* 36:238–243.
- James M.T. 1948. The flies that cause myiasis in man, USDA, Pub 631: Washington D. C.
- Johnson M.D. 1975. Seasonal and microseral variations in the insect populations on carrion, *Am. Midl. Nat.* 93:79-90.
- Kamal A.S. 1958. Comparative study of thirteen species of sarcosaprophagous Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera). I. Bionomics. *Ann Entomol Soc Am* 51:261-270.
- Kashayap V.K. and V.V. Pillay. 1989. Efficacy of entomological method estimation of postmortem interval: A comparative analysis. *Forensic Sci. Int.* 40:245-250.
- Kenneth G.V. Smith. 1986. A manual of Forensic Entomology, the British Museum (Natural History) and Cornell University Press: London. 13-67.
- Kintz P., A. Tracqui, B. Ludes, J. Waller, A. Bonkhabza, P. Mangin, A. Lugnier and A.J. Chaumont. 1990. Fly Larvae and Their Relevance in Forensic Toxicology. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology.* 11 (1): 63-65.



- Komar D. and O. Beattie. 1998. Postmortem insect activity may mimic perimortem sexual assault clothing patterns. *Journal of Forensic Sciences*. 43 (4):792-796.
- Kulshrestha P. & D.K. Satpathy. 2001. Use of beetles in forensic entomology. *Forensic Sci Int*. 120:15-17.
- Leclercq M. 1969. Entomological Parasitology-The relations between Entomology and the Medical Sciences. *Médecine Légale et de toxicology Medicale*. Pergamon Press. Oxford, UK. 108:1-100.
- Leclercq M. 1978. Entomologie et Médecine Légale. Datation de la mort; Colletion de *Médecine Légale et de Toxicologie Medicale*. París.108:100.
- Lopes H. de S. 1969. Sarcophagidae. En: N. Papavero (Ed.). A catalogue of the dipteral of the Americas south of the United States. Departamento de Zoología, Secretaría de Agricultura, Sao Paulo, Brasil. 88 pp
- MacGregor D.M.1999a. Decomposition of pig carrion in southeast Queensland, Australia, during summer. Paper presented at 51st American academy of Forensic Sciences Annual Meeting, Orlando, Florida.
- Magaña C. 2001. La entomología forense y su aplicación a la medicina legal: data de la muerte. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonense (SEA)* 28:49-57.
- Martínez E., P. Duque y M. Wolff. 2007. Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. *Forensic Science International* 166:182-189.
- McAlpine J., B. Peterson, G. Shewell, H. Teskey, J. Vockeroth and D. Wood. 1981. *Manual of Nearctic Diptera*, vol. 2, Ministry of Supply and Services, Quebec, Canada. 1332 p.

- McAlpine J.F. 1989. Phylogeny and classification of the Muscomorpha. Pág. 1397-1518 en: J. F. McAlpine, et al. (Eds.). Manual of Nearctic Diptera. Vol.3. Monograph No. 32. Research Branch, Agriculture Canada.
- McKnight B.E. 1981. The Washing Away of Wrongs: Forensic Medicine in Thirteenth Century China. The University of Michigan Center for Chinese Studies, Ann Arbor. 181 pp.
- Mello-Patiu C. y T. Pape. 2000. Definitions of *Dexosarcophaga* Townsend, 1917 and *Sarcophartiopsis* Hall, 1933, including two new species and a redescription of *Sarcophartiopsis cuneata* (Townsend, 1935) (Diptera: Sarcophagidae). Boletín de Entomología Venezolana 15(2):181-194.
- Méndez A. 1996. Fenomenología cadavérica. Brasil: facultades integradas Riopretense. 114 pp.
- Miralbés C. M. 2001. Artrópodos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huasca). Bol. S.E.A., n° 28:133-140.
- Morris B. 1991. Description of the life history stages of *Calliphora nociva* Hardy (Diptera: Calliphoridae). Journal of the Australian Entomological Society 30: 79 -82.
- Moura A., J. Carvalho y E. Monteiro. 1997. A preliminar analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, state of Paraná. Memorias instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro 92:92:269-274.
- Nava H.M., A. Basurto, H. Molina, J. Luy, S. Gutiérrez y N. Galindo. 2008. Determinación de ADN humano en larvas de dípteros colectados en distintos tejidos. Entomología Mexicana. 6.

- Nelson E.L. 1999. Estimation of short-term postmortem interval utilizing core body temperature: a new algorithm. *Forensic Sci. Int.* 109:31-38.
- Nuorteva P. 1977. Sarcosaphrophagous insects as forensic indicators. In C. G. Tedeschi, W. G. Eckert and L.G. Tedeshi [eds.] *Forensic Medicine: A Study in Trauma and Environmental Hazards*. W. B. Saunders and Company, Toronto. pp. 1072-1095.
- Pape T. 1987. *The Sarcophagidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark*. Scandinavian Sciences Press Ltd. Leiden, Copenhagen. *Fauna Entomológica Scandinávica*, Vol. 19:208 pp.
- Pape T. 1996. Catalogue of the Sarcophagidae of the world (Insecta: Diptera). *Memoirs on Entomology International* 8:1-558.
- Pape T. y J. Méndez. 2004. A new species of *Sarcophagtiopsis* (Diptera: Sarcophagidae). *Zootaxa* 485:1-7.
- Payne J. & E.W. King. 1970. Coleoptera associated with pig carrion. *Entomologist's Monthly Magazine*. 105:224-232.
- Payne J. & W. Mason. 1971. Hymenoptera associated with pig carrion. *Proc. Entomological Society Washington*, 73:132-141.
- Payne J. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* 46:592-602.
- Pérez S., P. Duque and M. Wolff. 2005. Successional behavior and occurrence matrix of carrion-associated arthropods in the urban area of Medellín, Colombia. *Journal Forensic Science* 50(2):1-7.
- Putman R.J. 1983. *Carrion and Dung: The Decomposition of Animal Wastes*. Edward Arnold, London. UK. 1-62 pp.

- Roback S.S. 1954. The evolution and taxonomy of the Sarcophaginae (Diptera, Sarcophagidae). Illinois boil. Monogr. 23(3-4):1-181.
- Rodríguez J. M. (2003). Del diagnóstico de la muerte en atención primaria: la muerte “doméstica”. (En línea). <http://www.peritajemedicoforense.com/index.htm> (F.consulta:15/10/13).
- Rognes K. 1991. Blow flies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark. Scandinavian Sciences Press Ltd. Copenhagen. Fauna Entomológica Scandinávica, Vol. 24:277 pp.
- Rosano H. M. C. & Deloya C. 2002. Interacción entre trogidios (coleoptera: Trogidae) y tortugas marinas (Reptilia: Cheloniidae) en el pacífico mexicano. Acta Zool. Mex. (n.s.) 87:29-46.
- Schoenly K. y W. Reid. 1997. Dynamics of heterotrophic succession in carrion-arthropod assemblages: discrete series or a continuum of change? Oecology. 73:192-202.
- Schroeder H., H. Klotzbach y K. Pûschel. 2003. Insects' colonization of human corpses in warm and cold season. Legal Med. S372-S374.
- Segura N., W. Usaquén, M. Sánchez, R. Narváez, L. Chuaire, G. Camacho, L. Ramírez, M. Carreño y F. Bello. 2005. Curvas de crecimiento y desarrollo de los primeros insectos colonizadores (Diptera: Calliphoridae) sobre cadáveres de cerdo (*Sus scrofa*) en Bogotá, Colombia. Revista de Investigación Universidad de la Salle 5(1):129-139.
- Sharanowski B.J., E.G. Walker y G.S. Anderson. 2008. Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons. Forensic Sci. Int. 179:219-240.

- Shewell G. 1987. Sarcophagidae, pp.1159-1186. En: McAlpine J., B Peterson, G. Shewell, H. Teskey, J. Vockeroth, D. Wood, (Eds.). Manual of Nearctic Diptera. Volume II. Research Branch, Agriculture Canada, Monograph 28. Ottawa, Canada. 1332 pp.
- Shewell G.E. 1987a. Calliphoridae. En: J. F. McAlpine (Ed.). Manual of Nearctic Diptera. Ottawa, CA, Biosystematics Research Center, Research Branch Agriculture Canada 2:1133-1145.
- Shewell G.E. 1987b. Sarcophagidae. En: J. F. McAlpine (Ed.). En: Manual of Nearctic Diptera. Ottawa, Ontario, CA, Biosystematics Research Center, Research Branch Agriculture Canada 2:1159-1186.
- Singh D. and Bharti M. 2001. Further Observations on the Nocturnal Oviposition Behaviour of Blow Flies (Diptera: Calliphoridae). Forensic Science International; 120:124-126.
- Smith K. G.V. 1986. A Manual of Forensic Entomology. British Museum of Natural History, London. 207 pp.
- Smith K.G. 1986. A manual of forensic entomology. The Trustees of the British Museum (Natural History), Londres. 205 pp.
- Tantawi T.I., E.M.EL-Kady. B. Greenberg and H.A. El-Ghaffar. 1996. Arthropod Succession on Exposed Rabbit Carrion in Alexandria, Egypt. Journal of Medical Entomology; 6:179-181.
- Tomberlin J. K., A. M. Albert, J. H. Byrd y D. W. Hall. 2006. Interdisciplinary workshop yields new entomological data for forensic sciences: *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) established in North Carolina. Journal of Medical Entomology 43(6):1287-1288.

- Triplehorn C.A. y N.F. Johnson. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insect. Belmont, C.A. USA, Peter Marshall. 864 pp.
- Turchetto M., S. Lafisca & G. Costantini. 2001. Postmortem interval (PMI) determined by study sarcophagus biocenoses: three cases from the province of Venice (Italy). *Forensic Science International*. 120:28-31.
- Turchetton M. 2004. Fly parasitoids. In *Forensic entomology, special issue*. Anil Aggawl's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology. 5:12-18.
- Turner B.D. and Howard T. 1992. Metabolic Heat Generation in Diptera Larval Aggregations: A Consideration for Forensic Entomology. *Medical and Veterinary Entomology*; 6:179-181.
- Valdés P., .M.T. 2009. Estudio inicial de insectos sobre carroña de cerdo en un área semidesértica de Coahuila. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. 218 pp.
- Van den Oever R. 1976. A review of the literature as to the present possibilities and limitations in estimating the time of death. *Med. Sci. Law*. 16:269-276.
- VanLaerhoven S.L. y G.S. Anderson. 1999. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. *J. Forensic Sci.* 44(1):32-43.
- Vásquez H. 2000. Autopsias medico legales. Ediciones Depalma. Buenos Aires, Argentina. 256 p.
- Verves G. Y. y L. A. Khrokalo. 2006. Review of Macronychiinae (Diptera, Sarcophagidae) of the World. *Vestnit zoologii*. 40(3):219-239.
- Whitworth T. 2006. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of Mexico. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 108(3):689-725.

- Williams H. y A.M.M. Richardson. 1984. Growth energetics in relation to temperature for larvae of four species of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae). *Australian Journal of Ecology* 9:141-152.
- Williston S.W. 1908. A manual of North American Diptera. Third Edition. James T. Hathaway. New Haven, Connecticut, USA. 405 pp.
- Wilson Z., S. Hubbard and Pounder DJ. 1993. Drug Analysis in Fly Larvae. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 14(2):118-120.
- Wolff M., A. Uribe, A. Ortiz y P. Duque. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellin, Colombia. *Forensic Science International* 120:53-59.
- Zehner R., Amendt J. & R. Krettek. 2004. STR typing of human DNA from fly larvae fed on decomposing bodies. *J Forensic Sci.* (2):337-40.
- Zumbado M.A. 2006. Muscidae. *Dípteros de Costa Rica y la América tropical*. 1:194-195.