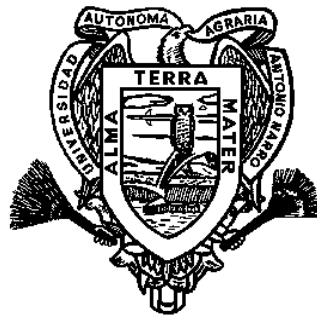


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Identificación y abundancia estacional de géneros de la familia Sarcophagidae  
sobre carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila**

**POR:**

**FABIÁN GARCÍA ESPINOZA**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**MARZO DE 2008**

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

**EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**APROBADA**

**PRESIDENTE:**

\_\_\_\_\_  
**M. Sc. Ma. Teresa Valdés Perezgasga**

**VOCAL:**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos**

**VOCAL:**

\_\_\_\_\_  
**M. C. Javier López Hernández**

**VOCAL SUPLENTE:**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores**

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

\_\_\_\_\_  
**M. C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**MARZO DE 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Identificación y abundancia estacional de géneros de la familia Sarcophagidae  
sobre carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila**

**POR:**

**FABIÁN GARCÍA ESPINOZA**

**APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA**

**ASESOR PRINCIPAL:**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos**

**ASESOR:**

\_\_\_\_\_  
**M. Sc. Ma. Teresa Valdés Perezgasga**

**ASESOR:**

\_\_\_\_\_  
**M. C. Javier López Hernández**

**ASESOR:**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores**

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

\_\_\_\_\_  
**M. C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**MARZO DE 2008**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento, uno de los más importantes de mi vida, Gracias Dios.

A mi Alma Mater, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la universidad más generosa que he conocido y que tantas facilidades me ha dado.

A la Maestra, mi mentora en muchos sentidos, por toda su calidad humana y profesional, M. Sc. Ma. Teresa Valdés Perezgasga muchas gracias.

A mis estimados maestros de la Carrera de Parasitología por darme de beber de esa fuente del conocimiento inagotable que de ustedes brota, mi agradecimiento más especial al Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos, al Maestro Javier López Hernández, Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores. Gracias también al Dr. Vicente Hernández H., al Dr. Florencio Jiménez D., al Biólogo Claudio Ibarra R., al Ing. José Alonso E., a la Ing. Sonia López Galindo.

Y claro, gracias de todo corazón a la Sra. Graciela Armijo Yerena y a la Ing. Gabriela Muñoz Dávila por ser tan buenas personas y brindar su amistad además de la ayuda requerida. Maestro Aldo Iván Ortega muchas gracias.

A mis amigos, que son pocos pero los mejores, por ofrecerme su amistad desinteresada y su apoyo incondicional, gracias de verdad. Mil gracias a Doña Irma, Don Rex y su Show de Osos, excelentes personas y grandes amigos.

Un profundo agradecimiento a mis compañeros de tesis por todo lo que vivimos durante más de un año, Elba (la compañera), José Cruz (pepe), Daniel (pelón) y a mis excompañeros por todos los buenos y malos momentos que pasamos durante 4 años y medio, gracias por todo.

## DEDICATORIAS

### **A mis padres:**

Doña Emilia Espinoza Mendoza. Mujer ejemplar, en el hogar, en el campo y en el corazón de todos sus hijos, dedico este trabajo a ti madre que me diste la vida. Don Braulio García Martínez, el mejor padre del mundo, hombre trabajador que enseña con el ejemplo, incansable ante los rayos del sol y la oscuridad.

Mamá, Papá, los quiero mucho y nunca podré pagarles mi deuda; son lo máspreciado que tengo en el mundo.

### **A mis abuelitos:**

Don Leonardo Espinoza Cruz †, quien no conocí pero admiro profundamente por la madre que me heredó.

Doña Anselma Mendoza de Jesús †, mamá guanábano, mi dulce abuelita, siempre te recordaré.

Don Hilario García Cruz †, tus cuentos y consejos valen más que todo el oro del mundo. De esa herencia vivo y me cobijo.

Doña Concepción Martínez Rentería, tan trabajadora y alegre como siempre. Vivirás mucho aún para seguir venerándote abuelita.

### **A mis hermanas, hermanitos y sobrinos:**

Valentina, mujer de coraje y empeño, de encino tu corazón; Ma. Nieves, una de las mujeres más perseverantes que he conocido, nada es imposible para ti hermana; Sidronia, no existe el miedo para ti, chaparrita y entrona que das todo por los tuyos; Víctor; Bardomiano; Bernarda; Juan Braulio; Horiana Xóchitl y Leonardo Hilario García Espinoza. Braulio Emmanuel Cortéz García, Horeb Cruz García, Diana Asunción Santana García, Carlos Alexis Oropeza García y Víctor Manuel García Ángel. Ustedes que son el mañana de la familia y que sufren hoy por los grandes. Mis angelitos traviesos.

A ese amor que aún no conozco... ya vendrá, ya iré.

## RESÚMEN

Durante el año 2007, en el período de Invierno-Primavera, se realizó una investigación que incluyó a 7 cadáveres completos de cerdos y dos cabezas de estos mismos con el fin de identificar los géneros de moscas de la familia Sarcophagidae de un área semidesértica de Coahuila. Dicho experimento se estableció en el campo experimental de la UAAAN-UL. Se identificaron especímenes pertenecientes a dos subfamilias, Sarcophaginae y Miltogramminae (Diptera: Sarcophagidae). De la tribu Sarcodexiini se colectaron especímenes de los géneros *Sarcodexia* Townsend y *Tytanogrypa* Townsend; un solo género de la tribu Bellieriini identificado como *Bellieria* Robineau-Desvoidy; cuatro géneros de la tribu Parasarcophagiini, *Neobellieria* Blanchard, *Bercaea* Robineau-Desvoidy, *Liopygia* Enderlein y *Paraphrisopoda* Townsend. De la tribu Miltogrammini sólo se colectó un espécimen del género *Anicia* Robineau-Desvoidy. De los géneros mencionados el más abundante fue *Sarcodexia* Townsend y los de menor abundancia fueron *Tytanogrypa* Townsend, *Bellieria* Robineau-Desvoidy, *Bercaea* Robineau-Desvoidy, *Paraphrisopoda* Townsend y *Anicia* Robineau-Desvoidy. *Neobellieria* Blanchard fue el segundo género más abundante. Se determinaron también cinco etapas de descomposición de los cadáveres, Muerto fresco, Abotagado, Descomposición activa, Descomposición avanzada y Restos secos. De acuerdo a las observaciones durante las colectas de larvas, estas estuvieron presentes desde la etapa de abotagado hasta comienzos de la etapa de descomposición avanzada. Aparentemente existieron dos oleadas de abundancias de larvas de sarcófagos, una al principio durante la etapa de descomposición activa y otra durante los inicios de la etapa de descomposición avanzada.

## ÍNDICE GENERAL

|  | Pág. |
|--|------|
| AGRADECIMIENTOS .....  | i    |
| DEDICATORIAS.....  | ii   |
| RESÚMEN .....  | iii  |
| ÍNDICE GENERAL .....   | iv   |
| ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS .....  | vi   |
| 1. INTRODUCCIÓN .....  | 1    |
| OBJETIVOS .....  | 3    |
| Objetivo General.....  | 3    |
| Objetivos específicos .....  | 3    |
| HIPÓTESIS.....   | 3    |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA .....  | 4    |
| 2.1. Historia y generalidades de la entomología forense.....                                       | 4    |
| 2.1.1. Antecedentes de la entomología médico-legal .....   | 4    |
| 2.2. Artrópodos de importancia forense.....  | 6    |
| 2.2.1. Clasificación de los grupos de artrópodos de importancia<br>forense según sus hábitos ..... | 7    |
| 2.3. Etapas de descomposición y sucesión de insectos en cadáveres ...                              | 8    |
| 2.3.1. Factores que influyen en la descomposición de los cadáveres..                               | 9    |
| 2.3.2. Insectos presentes en la descomposición .....   | 11   |
| 2.4. Dípteros presentes en la escena de los hechos .....   | 12   |
| 2.5. Dípteros que causan miasis .....  | 13   |
| 2.5.1. Tipos de miasis .....   | 14   |
| 2.6. Sarcófagidos como insectos de importancia forense .....                                       | 17   |
| 2.6.1. Características anatómicas y fisiológicas de la Familia<br>Sarcophagidae .....              | 18   |

|  |    |
|--|----|
| 2.6.2. Ubicación taxonómica de los sarcófagos            | 20 |
| 2.7. Como criar moscas en condiciones de laboratorio     | 22 |
| 2.8. La Entomología Forense en México                    | 25 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS                                  | 27 |
| 4. RESULTADOS  | 30 |
| 4.1. Experimento 1 con cadáveres completos de cerdo      | 30 |
| 4.1.1. Estados de descomposición identificados           | 30 |
| 4.1.2. Pérdida de Biomasa                                | 31 |
| 4.1.3. Trampas de caída                                  | 31 |
| 4.1.4. Cría de larvas (Tratamientos Peso-1 y Peso-2)     | 32 |
| 4.1.5. Cría de larvas (Tratamientos M-1, M-2, M-3 y M-4) | 33 |
| 4.2. Experimento 2 con cabezas de cerdo                  | 35 |
| 5. DISCUSIÓN   | 38 |
| 6. CONCLUSIONES  | 41 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA  | 43 |



## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Cuadro 1. Etapas de descomposición en los cadáveres de cerdo.   | 29   |
| Cuadro 2. Géneros de Sarcophagidae identificados, provenientes de larvas criadas de Peso-1 y Peso-2.  | 31   |
| Cuadro 3. Géneros de Sarcophagidae identificados, provenientes de larvas colectadas y criadas de los tratamientos M-1, M-2, M-3 y M-4.  | 33   |
| Cuadro 4. Géneros de Sarcophagidae identificados, provenientes de larvas colectadas y criadas de Cabeza-1 y Cabeza-2.   | 34   |
| Cuadro 5. Cálculo de Unidades Calor Acumuladas necesarias para el desarrollo de <i>Sarcodexia</i> Townsend desde L <sub>1</sub> hasta adulto, tomando en cuenta la temperatura umbral mínima de desarrollo de 7.4°C*. | 25   |
| Cuadro 6. Concentrado de las subfamilias, tribus y géneros de Sarcophagidae identificadas en los dos experimentos.  | 36   |
| Figura 1. Pérdida de porcentaje de peso en dos cadáveres de cerdo durante la descomposición.  | 30   |
| Figura 2. Géneros de Sarcophagidae colectados en las trampas de caída.  | 31   |
| Figura 3. Fechas de colecta y abundancia de larvas de Diptera: Sarcophagidae.   | 32   |
| Figura 4. Géneros de Sarcophagidae provenientes, de larvas colectadas y criadas de los tratamientos M-1, M-2, M-3 y M-4.  | 33   |
| Figura 5. Géneros de Sarcophagidae que emergieron de las larvas colectadas en Cabeza-1 y Cabeza-2.  | 34   |

## 1. INTRODUCCIÓN

La Entomología Forense o Médico-Legal es una ciencia nueva que ha empezado a cobrar auge en los últimos años, tiene como fin estudiar y conocer a los insectos y otros artrópodos asociados con cadáveres. Esta ciencia también llamada Entomología Médico-Forense, los términos son usados indistintamente, combina los conocimientos entomológicos con los de la medicina legal y la criminalística para poder interpretar los enigmas que presentan los cadáveres hallados en circunstancias particulares además de que puede aportar datos que ayuden a establecer el tiempo aproximado que ha transcurrido entre la muerte y el hallazgo del cuerpo, a este período de tiempo se le denomina *intervalo postmortem* (IPM).

Por la variedad de aplicación que tiene esta ciencia se le ha dividido en tres campos, todas dentro de la Entomología Forense: entomología urbana, entomología de productos almacenados y entomología médico-legal, la última de las áreas es la más renombrada y debido a eso se le usa como sinónimo de la Entomología Forense. Dentro de las utilidades de la Entomología Médico-Legal se pueden encontrar que además de ayudar a establecer el IPM, también nos sirve para detectar si ha habido abuso, negligencia o abandono de infantes y/o ancianos, así como esclarecer casos de homicidios, abusos sexuales, entre otros. La desventaja de todo esto es que el campo de estudio que nos ocupa es nuevo tanto en el país como en la región.

La relación humano-insecto ha existido desde tiempos inmemoriales tanto de forma benéfica como perjudicial y no sólo en la vida misma sino hasta después de la muerte. Un cuerpo en descomposición constituye un ecosistema dinámico y en constante evolución, contrario a lo que se pensaría comúnmente de un cuerpo sin vida. Gracias a la presencia no nada más de insectos sino de otros artrópodos en los cadáveres se pueden obtener interesantes conclusiones respecto a la muerte, por ejemplo las condiciones, las causas, la fecha

(aproximada), y relacionar a algún sospechoso con el crimen, si el cuerpo ha sido transportado hasta un lugar distinto de donde ocurrió la muerte e incluso determinar si hay alguna sustancia extraña en el cuerpo del occiso y si consumía algún tipo de droga; una aplicación interesante de esta ciencia y la utilidad de los insectos es que gracias al ADN estomacal de las larvas se puede establecer el parentesco de la víctima con alguien que reclama el cuerpo.

La sucesión de los insectos y demás artrópodos sucede de forma ordenada y de acuerdo a la disponibilidad de alimento y modificación del microambiente existente en el mismo que lo hace viable o no para ciertos grupos de organismos, esto ayuda pues a establecer las etapas de descomposición y los grupos que colonizan el cadáver, lo anterior es la clave para datar el momento de la muerte.

Dentro de los grupos que colonizan los cuerpos en descomposición se encuentran principalmente los órdenes Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. La abundancia, presencia o ausencia de estos grupos de insectos variará de acuerdo a la interacción de los factores ambientales y climáticos así como la época del año. Dentro del grupo de los dípteros encontramos que tienen relevancia en la Entomología Forense las familias Sarcophagidae, que es nuestro objeto de estudio, Calliphoridae, Muscidae y Piophilidae, por mencionar algunas.

Debido a lo mencionado con anterioridad, el objetivo principal del trabajo es determinar y cuantificar la abundancia estacional de los géneros de la familia Sarcophagidae sobre cadáveres de cerdo en la región, esto debido a que es uno de los grupos de dípteros de mayor importancia forense. La identificación de los géneros de sarcófagidos de este trabajo se hizo con los especímenes colectados en campo de las trampas de caída y con los adultos obtenidos emergidos en el cuarto de cría de las larvas colectadas sobre y bajo los cadáveres de los cerdos del experimento.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Colaborar para establecer una base de datos de insectos de importancia forense en la Región Lagunera.

### **Objetivos específicos**

- a) Conocer y determinar las etapas de descomposición de cadáveres de puerco en un área semidesértica de Coahuila.
- b) Determinar y cuantificar la abundancia estacional de los géneros de la familia Sarcophagidae sobre carroña de cerdo.
- c) Determinar pérdida de biomasa debida a la colonización y sucesión de Sarcophagidae sobre la carroña de cerdo.

## **HIPÓTESIS**

El proceso de descomposición de cadáveres de cerdo en una zona semidesértica de Coahuila, atraerá una secuencia de artrópodos sarcosaprófagos, cuyos primeros y más importantes representantes son dípteros de la familia Sarcophagidae.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Historia y generalidades de la entomología forense**

Marvárez-Cardoso *et al.* (2005), señalan que la Entomología Forense se remonta al año 1235 d.C. cuando el investigador chino Sung Tz'u escribió un libro titulado "The Washing Away of Wrongs" el cual fue traducido en 1981 por McKnight, de la Universidad de Michigan, Estados Unidos de Norteamérica. Se presume que ese texto fue el primer caso de Entomología Médico-criminal reportado. En el mismo, describe que tras un asesinato por acuchillamiento, el líder político de la comunidad mandó llamar a los habitantes de su pueblo y les pidió colocar sus hoces en el suelo, notando que una de ellas se rodeó de moscas, debido posiblemente a que conservaba trazas de sangre ya descompuesta. Así, se determinó que su propietario había sido el responsable del crimen.

La Entomología Forense como disciplina se desarrolló a partir de la segunda mitad del siglo XIX, casi enteramente por autores europeos (Megnin, 1887, 1894; Leclercq, 1978). Su fundamento es el estudio de los insectos aplicado a cualquier procedimiento legal, en particular asociado con la investigación de casos criminales y muerte dudosa (Maldonado, 2003).

#### **2.1.1. Antecedentes de la entomología médico-legal**

La entomología forense es la disciplina que estudia a los insectos y otros artrópodos asociados con cadáveres, es una herramienta de la medicina legal para fechar y estimar las causas y lugar de una muerte. Uno de los objetivos principales de esta disciplina, es la estimación del intervalo post mortem a partir de datos entomológicos. Para el desarrollo de la entomología forense es necesario el estudio de la sucesión faunística en cadáveres humanos directamente en campo. Sin embargo, debido a las objeciones éticas y morales

en el uso de estos cadáveres como modelos de estudio, se hace inevitable el empleo de animales que permitan determinar la composición de insectos y la realización de estudios holaecológicos (Liria, 2006).

Las larvas de Diptera son las primeras que colonizan los cadáveres en descomposición, un pasaje bíblico hace alusión a esta relación de las moscas con el tejido animal en decaimiento en Job 21:26: "*igualmente yacerán ellos en el polvo y gusanos los cubrirán*", frase que algunos entomólogos consideran como la más antigua en relación a lo que hoy se conoce como entomología forense (Viloria, 2005).

En el año 1668, Francesco L. Redi refutó la hipótesis de la "Generación Espontánea de la vida", llevando a cabo estudios sobre carne putrefacta la cual fue expuesta y protegida de las moscas observando así, la sucesión y no sucesión de la mismas (Marvárez-Cardozo *et al.*, 2005).

Torrez *et al.* 2006, señalan que la entomología forense en el Occidente comienza en 1850, cuando el Dr. Bergeret, médico francés, informa sobre un recién nacido emparedado en una chimenea. Bergeret trató de determinar el IPM basándose en las larvas halladas en los restos.

La entomología forense debería haber seguido desarrollándose a un ritmo constante, aprovechando los descubrimientos de las investigaciones anteriores. Pero los avances fueron irregulares y esporádicos. Las investigaciones se llevaban a cabo habitualmente cuando se cometía un asesinato y casi siempre se abandonaban una vez resuelto el caso. Hubo algunas excepciones, entre las que cabe destacar el trabajo realizado en Francia por J. P. Megnin, quien a finales del siglo XIX publicó una serie de artículos sobre entomología médico-criminal que hicieron comprender a médicos y abogados la utilidad de las pruebas entomológicas. Posiblemente el

más importante de esos artículos sea *La faune des cadavres: Application de l'entomologie á la médecine légale*, que se publicó en 1894 (Goff, 2000).

Chapman y Sankey en 1955, estudiaron en Oxford (Reino Unido) la fauna invertebrada en cadáveres de conejos expuestos en tres ambientes diferentes, en lugar seco y oscuro, con luz y a cielo abierto. Determinaron tres estados de descomposición, identificando 41 taxones diferentes y estudiando las relaciones encontradas en la cadena alimentaria en que se convierte el medio carroñero (Castillo, 2002).

Castillo (2002), menciona que en el continente americano los insectos asociados a la descomposición de cadáveres también fueron estudiados, tanto en los expuestos al aire libre como los enterrados y cita el ejemplo de Motter, quien en 1898, estudió la fauna entomológica presente en 150 cadáveres desenterrados de sus tumbas. En Estados Unidos, se considera a Bernard Greenberg, de la Universidad de Illinois, en Chicago, el padre de la entomología forense (Goff, 2000).

Yuseff (2007), señala que hacia el año de 1978, Leclercq publica *Entomología y Medicina Legal- Datación de la Muerte* y en 1986 Smith publica el *Manual de entomología forense*. A partir de este momento la trayectoria de la entomología forense ha sido imparable; gran cantidad de autores han dedicado su tiempo y conocimiento a estos estudios, y son innumerables los casos policiales en los que han contribuido los entomólogos.

## **2.2. Artrópodos de importancia forense**

Los restos orgánicos en descomposición, tanto animales como humanos, proveen un microhábitat efímero en constante cambio en el cual puede desarrollarse una gran variedad de artrópodos sarcosaprófagos (Battán-Horenstein *et al.*, 2005).

Según Iannacone (2003), los artrópodos están usualmente entre los primeros y más importantes invertebrados que colonizan un cadáver humano y animal, y siguen una secuencia de sucesión predecible. Mediante la identificación de los insectos presentes y sus estadios de vida, es posible determinar cuánto tiempo el cuerpo ha estado muerto y donde ocurrió la muerte; pudiendo así determinar el intervalo postmortem.

Los artrópodos son cualquier animal del Phylum Arthropoda, que incluye a los insectos, crustáceos y arácnidos. Estos animales se caracterizan por un exoesqueleto quitinoso y cuerpo segmentado el cual tiene pares de apéndices articulados (Byrd y Castner, 2001)

Los insectos son el grupo de animales más exitoso y abundante del mundo, con cerca de un millón de especies descritas. Muchas especies de moscas (Diptera) y escarabajos (Coleoptera) son atraídas por los cadáveres, donde se alimentan, viven y crían dependiendo de sus preferencias biológicas y del estado de descomposición (Yuseff, 2006).

### **2.2.1. Clasificación de los grupos de artrópodos de importancia forense según sus hábitos**

Las reacciones químicas que se producen en el cuerpo humano después de la muerte producen un olor por el que muchos insectos son atraídos y esta atracción lleva a la llegada sucesiva de distintas especies al cuerpo. La sucesión de la fauna en los cuerpos, es decir, las series de distintos animales que visitan el cadáver, consisten principalmente en insectos; estos se pueden dividir en varios grupos (Anderson, 2005).

La muerte produce una serie de cambios fisicoquímicos que transforman el cuerpo sin vida en un ecosistema dinámico y único. A éste se asocian una serie de organismos necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas que se



van sucediendo dependiendo del estado de descomposición del cadáver (Guarín, 2005).

Según Goff (2000), los insectos y otros artrópodos pueden asociarse a un cadáver de muchas formas distintas, pero los entomólogos forenses establecen cuatro tipos principales de relaciones directas y clasifican las especies carroñeras consiguientemente.

Magaña (2001), de acuerdo con Goff (2000), agrupan a los diferentes tipos de artrópodos que llegan a un cadáver de la siguiente forma:

-ESPECIES NECRÓFAGAS: son las que se alimentan del cuerpo. Incluye dípteros (Calliphoridae y Sarcophagidae) y coleópteros (Silphidae y Dermestidae).

-ESPECIES DEPREDADORAS Y PARÁSITAS DE NECRÓFAGOS: este es el segundo grupo más significativo del cadáver. Incluye coleópteros como (Silphidae, Staphylinidae e Histeridae), dípteros (Calliphoridae y Stratiomyidae) e himenópteros parásitos de las larvas y pupas de dípteros.

-ESPECIES OMNÍVORAS: se incluyen aquí grupos como las avispas, hormigas y otros coleópteros que se alimentan tanto del cuerpo como de los artrópodos asociados.

-ESPECIES ACCIDENTALES: aquí se incluyen las especies que utilizan el cuerpo como una extensión de su hábitat normal, como por ejemplo Collembola, arañas, ciempiés. Algunas familias de ácaros que pueden alimentarse de hongos y moho que crece en el cuerpo.

### **2.3. Etapas de descomposición y sucesión de insectos en cadáveres**

La descomposición es un proceso continuo, pero por conveniencia en la discusión de resultados, puede ser dividido en etapas (Anderson y VanLaerhoven, 1996); por otro lado, Calderón-Arguedas *et al.* (2005), señalan que la degradación cadavérica cursa por una serie de fases las cuales, aunque

pueden variar dependiendo de las condiciones medio ambientales y el tamaño de los cuerpos, se manifiestan de manera más o menos constante.

Durante el proceso de descomposición, los restos pasan por una serie de cambios biológicos, químicos y físicos, desde su estado fresco hasta la esqueletización (Battán-Horenstein *et al.*, 2005).

Los científicos que han trabajado en entomología forense, han identificado, o mejor dicho, dividido el proceso de descomposición de un cadáver en varias etapas, así por ejemplo, Anderson y VanLaerhoven (1996), Centeno *et al.* (2002), García-Rojo (2004), Calderón-Arguedas *et al.* (2005a), Guarín (2005) y Yuseff (2006, 2007), experimentaron con cerdos e identificaron las etapas o estados de: Muerto fresco; hinchado, abotagado o coagulativo; Descomposición activa; Descomposición avanzada y Restos secos, esquelético, esqueletización o esquelético.

Castillo (2002), quien también trabajó con cerdos, sólo definió 4 etapas: fresco, hinchado, descomposición activa y descomposición avanzada. Magaña *et al.* (2001), identificaron 4 etapas y les denominaron: período cromático, período enfisematoso, período colicuativo y período de residuos secos; al parecer descartaron la etapa de muerto fresco.

Romera *et al.* (2003), usaron carcasas de pollos e identificaron 4 estados de descomposición: fresco, descomposición, descomposición tardía y esqueletización.

### **2.3.1. Factores que influyen en la descomposición de los cadáveres**

Según Calderón-Arguedas *et al.* (2005), algunas investigaciones sobre entomología forense han encontrado una relación directa entre la descomposición cadavérica y la entomofauna asociada.

Battán-Horenstein *et al.* (2005), asumieron que la velocidad y duración de cada etapa del proceso de descomposición dependen no sólo del tamaño del cebo, sino también de las condiciones ambientales propias de cada región y estación.

La temperatura además de influir en el ritmo de desarrollo, también puede limitar la diversidad de especies que se alimentan de un cadáver (Goff, 2000). Las temperaturas entre 20 y 30°C son ideales para el desarrollo de las larvas, mientras que las temperaturas muy bajas o muy elevadas inhiben la acción de los microorganismos, detienen el crecimiento de las larvas y preservan el cuerpo del ataque de las larvas necrófagas. La humedad es otro factor importante. Para determinar el intervalo post-mortem se necesita un conocimiento detallado de las especies necrófagas y de los cambios que suceden en su ciclo de vida ante las variaciones de las condiciones ambientales (Yuseff, 2007).

Guarín (2005), cita a la luz como otro factor que puede intervenir con los procesos de descomposición, pues algunos insectos son atraídos por ella y otros la evaden. Esta conducta se observa en las moscas azules (*Calliphora* spp.), que prefieren condiciones de sombra, y en las moscas verdes (*Lucilia* spp.) que prefieren la luz. Las moscas de la carne (*Sarcophaga* spp.) también prefieren la luz solar.

Se han realizado estudios para comprobar si verdaderamente las perturbaciones e interferencia del investigador con el experimento tienen efectos estadísticos significativos (De Jong y Hoback, 2006; Adlam y Simmons, 2007). En el trabajo de Adlam y Simmons (2007), se observó una pérdida de peso más rápida en el grupo de cadáveres que no fue movido, pero a pesar de las diferencias en algunas de las variables no se demostró una diferencia global en la descomposición entre los dos grupos comparados. Los resultados de la serie de experimentos de De Jong y Hoback (2006), indicaron que los disturbios

por parte del investigador no tienen un impacto significativo global en el número de taxones muestreados en los cadáveres de ratas en experimentos de entomología forense.

### **2.3.2. Insectos presentes en la descomposición**

La descomposición de un cadáver está fuertemente influenciado por los organismos que se alimentan de él en las diferentes etapas de descomposición (Centeno *et al.*, 2002).

Los insectos que se alimentan de carroña son tan especializados que solo ocurren cuando las condiciones ambientales y bioquímicas son perfectas. La mera presencia de algunas especies puede proporcionar información detallada sobre la ubicación, el tiempo y las condiciones de un cuerpo o cadáver cuando se ha hecho la recolección (Tenorio *et al.*, 2003).

En cada una de las etapas o estados de descomposición y como resultado de los cambios físico-químicos que tienen lugar, se da la colonización por parte de diferentes grupos de insectos necrófagos así como de sus respectivos depredadores (Calderón-Arguedas *et al.*, 2005)

Los primeros insectos que llegan a un cadáver son los dípteros (Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae) (García-Rojo, 2004; Liria, 2006; Yuseff, 2006). Estos llegan con el fin de ovipositar o larvipositar para el caso de Sarcophagidae mientras haya tejido fresco sobre el cadáver. Se encuentran en abundancia casi hasta la culminación de la tercera etapa de descomposición (Descomposición avanzada).

Lo siguen tanto en abundancia como en términos de importancia forense, los coleópteros (Dermestidae, Staphylinidae, Histeridae, Cleridae, Silphidae, entre otras familias minoritarias) (Magaña, 2001; García-Rojo, 2004) que

aparecen regularmente desde los comienzos del período enfisematoso o de descomposición activa (Guarín, 2005).

Otros insectos de diversa índole, que pueden ser desde parásitos, parasitoides, depredadores y oportunistas o accidentales (Dermaptera, Collembola, Blattaria) aparecen sin patrón alguno de abundancia durante el proceso de descomposición, salvo algunas excepciones de himenópteros parasíticos (Magaña, 2001; García-Rojo, 2004).

Guarín (2005), señala a los himenópteros como otro grupo de suma importancia en la descomposición de cadáveres. Varias especies de hormigas son depredadores de huevos y larvas, retardando así los procesos de descomposición. Los miembros de las familias Ichneumonidae, Braconidae y Chalcididae son parasitoides de larvas y pupas de dípteros, coleópteros y otros insectos, influenciando así la descomposición del cadáver.

#### **2.4. Dípteros presentes en la escena de los hechos**

Tradicionalmente se menciona a los dípteros como los primeros colonizadores del cadáver, donde estos insectos cumplen una parte importante de su ciclo vital. Constituyen la primera oleada de necrófagos, que aparece inmediatamente después de la muerte (Magaña, 2001).

En el lenguaje de la medicina criminalística, escena de los hechos, es sinónimo de “lugar del suceso”, “escena del crimen” y otras expresiones que tienen el mismo significado. Pero no es suficiente, es preferible hablar de escena del hecho o de los hechos (Núñez de Arco, 2005).

Núñez de Arco (2005), cita los significados de los términos *escena*, *escenario*, *hecho* y *escena de los hechos*:-

-*Escena*: (Diccionario de la Real Academia Española en su séptima acepción) Suceso o manifestación de la vida real que se considera como espectáculo digno de atención.

-*Escenario*: (Diccionario de la Real Academia Española en su tercera acepción) Lugar en que ocurre o se desarrolla un suceso.

-*Hecho*: Se dice que un hecho es algo que ya está “cumplido” y no puede negarse su realidad. Un hecho es la materia que se prueba o se ha probado en un juicio. Es lo realmente sucedido, sin comentarios, opiniones ni previsión de consecuencias.

-*Escena de los hechos*: Lugar donde presuntamente se han cometido actos contrarios al ordenamiento Jurídico Penal.

Por lo anterior, no es correcto usar el término “*escena del crimen*”, ya que eso presupone la existencia de un delito, aún antes de investigarlo (Núñez de Arco, 2005).

Yuseff (2006), hace mención que algunas moscas tienen características que las hacen únicas para ser utilizadas en la ciencia forense; la primera y más importante es su hábito alimenticio. Muchas de estas especies son necrófagas y se alimentan directamente de cadáveres en su estado larvario. Los dípteros de mayor importancia pertenecen a las familias Sarcophagidae, Calliphoridae y Muscidae.

## **2.5. Dípteros que causan miasis**

El término miasis comprende a todo un grupo de enfermedades que acontecen en el hombre y en otros vertebrados a causa de la parasitación tanto interna como externa, por larvas de dípteros (Torruella, 1996). La palabra miasis se deriva de dos vocablos griegos, *Myia*= mosca y *Sis*= formar, generar (López, 2006)

Las familias de moscas reportadas como causantes de algún tipo de miasis son: Calliphoridae, Oestridae, Sarcophagidae, Muscidae, Cuterebridae, Syrphidae, Phoridae, Tylidae, Drosophilidae, Stratiomyidae, entre otras (Torruella, 1997; Kun *et al.*, 1998; Soler, 2000; Maguiña-Vargas *et al.*, 2005; Calderón-Arguedas *et al.*, 2005b; Pérez-Arellano *et al.*, 2007); siendo las más importantes las primeras cinco familias mencionadas.

### 2.5.1. Tipos de miasis

Según Soler (2000), de acuerdo con Calderón-Arguedas *et al.* (2005b), las miasis se pueden clasificar atendiendo fundamentalmente a 3 criterios, a continuación se cita la clasificación que propone el autor.

#### 1.- Comportamiento reproductor

**Miasis obligatorias o específicas.** Causadas por dípteros parásitos obligados, que necesitan un hospedante para el desarrollo de sus fases larvarias. Se nutren siempre de tejidos vivos, sin tener otro modo de vida que la invasión de éstos.

**Miasis semiespecíficas y miasis accidentales.** Originadas por dípteros parásitos facultativos u oportunistas. Aunque su medio de vida normal es la invasión de cadáveres y la materia orgánica en descomposición, en ocasiones, de forma facultativa, invaden tejidos vivos.

#### 2.- Punto de vista clínico

Dependiendo de la localización sobre el hospedante, estas especies pueden producir:

**Miasis cutáneas.** Las larvas se sitúan entre epidermis y dermis.

**Miasis profundas.** Se produce colonización de los tejidos por las larvas que penetran activamente en el organismo: oculares, oftálmicas, nasofaríngeas, urogenitales.

**Miasis intestinales.** Las miasis gastrointestinales son infestaciones accidentales provocadas por la ingestión de comida o líquidos contaminados con larvas o huevos de mosca que se desarrollan en

estómago, intestino o recto (Kun *et al.*, 1998). Un resumen entre la correlación localización/especie sería:

**Miasis traumáticas**, producidas por: *Megaselia rufipes*, *Chrysomyia albicans*, *Phormia regina*, *Calliphora* spp., *Lucilia* spp., *Sarcophaga* spp. y *Wohlfahrtia magnifica*.

**Miasis nasales, bucales y sinusales**, producidas por dípteros tales como, *W. magnifica*, *Sarcophaga carnaria*, *Calliphora vomitoria*, *Oestrus ovis* y *Rhinoestrus purpureus*.

**Miasis ocular**, *O. ovis*, *R. purpureus*, *M. scalaris*, *W. magnifica* y *S. carnaria*.

**Miasis auricularar**, *O. ovis*, y *W. magnifica*.

**Miasis anal y vaginal**, *W. magnifica*, *S. carnaria* y *Sarcophaga haemorrhoidalis*.

### 3.- Tipos biológicos y procesos de invasión

**Invasor primario.** Penetran a través de la piel intacta o aprovechando orificios del hospedante.

**Invasor secundario o terciario.** Aprovechan discontinuidades traumáticas de la piel.

De forma general, se pueden considerar las especies incluidas en las familias Sarcophagidae y Oestridae como parásitas obligadas, productoras de miasis específicas e invasoras primarias, y a las especies de la familia Calliphoridae como semiespecíficas, accidentales e invasoras secundarias y terciarias.

Contrastando un poco con la anterior clasificación, López (2006) agrupa a las miasis como sigue:

Las miasis pueden clasificarse entomológicamente como:

**A. Obligatoria:** las larvas requieren para su desarrollo los tejidos vivos, por ejemplo: *Cordylobia anthropophaga* (mosca tumbu o mosca de mango del África) y *Dermatobia hominis*.



**B. Facultativa o por agentes semiespecíficos:** las larvas suelen encontrarse en tejidos en descomposición y en ocasiones dañan los tejidos vivos; por ejemplo: *Musca*, *Calliphora* y *Lucilia*.

**C. Accidental:** cuando la comida o bebida están contaminadas y hay infección intestinal, por ejemplo: *Sarcophaga*.

Desde el punto de vista clínico, las miasis se dividen, de acuerdo con la localización, en:

**1. Cutánea:** la infestación es sólo en la piel. Se divide en variantes subclínicas: furuncular, vesicular, bullosa, pustular, erosiva o ulcerativa (en niños malnutridos) y equimótica. Se observa sobre todo en Centro y Sudamérica y el agente causal más frecuente es *Dermatobia hominis* (agente más visto en territorio mexicano). Otros dípteros que ocasionan miasis furuncular son: *Cordylobia anthropophaga* (Calliphoridae), *Phaenicia sericata* (Calliphoridae, mosca verde, moscarda), Sarcophagidae (mosca de la carne) y Phoridae (mosca jorobada). Las infestaciones cutáneas suelen ser por un solo insecto y pueden encontrarse asociaciones de dos o más.

**2. Progresiva:** se refiere a casos en los que el daño a los tejidos se incrementa de manera gradual.

**3. Miasis de las heridas:** causada por diversas especies, como *Callitroga americana*, *Chrysomya bezziana*, *Cochliomyia hominivorax* (mosca más frecuente en el Hemisferio Oeste), *Musca domestica* y *Lucilia* sp. Se refiere a casos en los que hay heridas previas, incluso quirúrgicas, e infestación debida a las mismas. Las moscas, como *Lucilia* sp, requieren para la incubación que la hembra adulta deposite los huevos en áreas necróticas o heridas y que la temperatura local sea de por lo menos 30°C; después de 10 a 12 horas de incubación se desarrolla una larva, que en 2.5 a 3 días se convierte en adulta. Si estas larvas infestan los tejidos vivos aumenta el dolor de las heridas, en tanto que si los tejidos se encuentran necrotizados se favorece su granulación, al limpiar el tejido necrótico de las heridas.

**4. De las cavidades y las vísceras:** la contaminación de la comida y el agua por huevos de diversas moscas ocasiona infestación pasiva, en especial en el aparato digestivo (pseudomiasis); sin embargo, puede afectar otros órganos y llegar a ser incapacitante o mortal. La pueden ocasionar *Megaselia scalaris* y *Eristalis tenax* (Syrphidae). También puede ocurrir cuando el huésped se encuentra con disminución grave de la conciencia o en pacientes con parálisis cerebral, ancianos, etc. Las moscas pueden entrar a cualquier cavidad, como: el oído, la nariz y la boca, y causar infestación. Se han descrito casos de miasis ótica y nasal en pacientes alcohólicos-indigentes por *Phormia regina* y *Sarcophaga crassipalpis* y de meningitis tuberculosa y miasis oral por *Sarcophaga* sp.

## **2.6. Sarcófágidos como insectos de importancia forense**

Los sarcófágidos o moscas de la carne conforman un grupo con más de 2000 especies, aproximadamente 327 de ellas ocurren en EE.UU. y Canadá. Los representantes de esta familia se encuentran en todo el mundo, la mayoría de las especies ocurren en regiones de clima tropical o de temperaturas cálidas. Las moscas adultas se alimentan de sustancias dulces así como savia y néctar (Byrd y Castner, 2001).

Los sarcófágidos, dípteros de hábitos sinantrópicos, son importantes como vectores mecánicos de agentes patógenos y por su capacidad para causar una parasitosis conocida como miasis. Las hembras de Sarcophagidae, todas larvíparas, depositan las larvas de primer estadio sobre carroña o cadáveres frescos, debido a ello muchas especies de esta familia son de interés forense (De Arriba y Costamagna, 2006).

Las moscas de la carne son atraídas a la carroña en la mayoría de las condiciones, incluido sol, sombra, seco, húmedo, en interiores y al aire libre. Las moscas del género *Sarcophaga* llegan a los restos humanos

simultáneamente, o poco después, de las moscas califóridas (Byrd y Castner, 2001).

En lo que se refiere estos dípteros, los datos sobre su biología son muy escasos y frecuentemente están restringidos a registros aislados, por lo que la biología de las especies es, en gran medida, desconocida (Romera *et al.*, 2003).

Romera *et al.* (2003), citan que los sarcófagos son elementos muy importantes del componente necrófago de la comunidad sarcosaprófaga, y sus larvas de tercer estadio se consideran consumidores secundarios. A pesar de que algunos autores citan a un bajo número de especies de sarcófagos implicados en casos forenses, son numerosos los trabajos en los que los sarcófagos aparecen relacionados con cadáveres humanos.

### **2.6.1. Características anatómicas y fisiológicas de la Familia Sarcophagidae**

Son moscas robustas, en su mayoría de color gris pardo de 2.5 a 18.0 mm. Tórax usualmente con rayas longitudinales. Abdomen con un patrón a cuadros, con rayas, con bandas o con manchas; márgenes que cambian desde café a negro o de color oscuro a pálido dependiendo de la incidencia de la luz; el abdomen especialmente la parte terminal, en ocasiones parcial o completamente rojo. Las facetas en los ojos ligeramente agrandadas anteriormente. Machos con caracteres sexuales secundarios como sigue: frons de cierta manera adelgazado, en raras ocasiones con setas orbitales proclinadas o verticales exteriores excepto en *Miltogrammiini*; setas torácicas y pile frecuentemente más largas, finas y más erectas; patas medias y traseras en ocasiones vellosas; tarsos anteriores, ocasionalmente ornamentados. Uñas y pulvillas alargadas en el macho, menos alargadas en la hembra; sexos en ocasiones con diferente color corporal (Shewell, 1987).

Hembras vivíparas, raramente ovovivíparas (*Prychoneura* Brauer & Bergenstamm). Terminalia corta, usualmente no tan oculta por retracción. Cercos cortos. Espiráculo 6 situado ya sea dentro de su terguito o en una membrana cerca de su margen anterior, raramente en el terguito 5 cerca del margen posterior donde puede confundirse con una cicatriz setal. Tres espermatecas presentes, ovales, piriformes o alargadas, en ocasiones una más pequeña; constricciones segmentales en ocasiones pronunciadas (Shewell, 1987).

Terminalia en machos en ocasiones grande, a veces escondida. Terguito 6 reducido (Miltogrammiini) o si está ausente usualmente reemplazado por una membrana extensiva. Esternito 6 fuertemente esclerosado, desnudo, delgado con forma de U o V con el brazo derecho más reducido o separado de la base; espiráculo 6 situado en una membrana lateralmente cerca del margen del siguiente segmento. Segmentos combinados 7+8 formando una placa arqueada dorsal cercanamente adherida al siguiente terguito, en ocasiones asimétrica con filas de setas o con surcos indicando fusión segmental, con el espiráculo 7 localizado lateralmente. Epandrio usualmente igual al segmento que lo precede, ocasionalmente incompleto (membranoso) por arriba, raramente con setas fuertes o robustas. Cercos rígidos, ya sea en forma de pinzas y yuxtapuestos o grandemente modificados, fuertemente doblados hacia atrás, explanados, arriñonados, denticulados, o espinosos, raramente fusionados juntos. Surestilo articulado, ya sea rígido y alargado (Miltogramminae) o débilmente esclerosado, acortado, lamelado o papilado (Sarcophaginae). Apodema aedegal alargado, apodema eyaculatorio en ocasiones grande (Shewell, 1987).

**Huevo.** Longitud de 0.5 a 3.5 mm, ancho de 0.12 a 0.8 mm. En casi todos los casos parece ocurrir dentro del útero, al momento o solo antes de la larviposición. Por lo tanto las descripciones publicadas del huevo son raras. Huevos parecidos a los de Calliphoridae (Shewell, 1987).

**Larva.** Blanca o amarillento pálida, usualmente alargada y cilíndrica, picuda anteriormente, en ocasiones fusiforme, raramente comprimida dorsoventralmente con constricciones intersegmentales (*Colcondamyia* Reinhard). Segmentos, excepto el primero con bandas de pelos más o menos completas en la parte anterior y posterior, espinas, o dentículos, en ocasiones también con cúmulos de espinas laterales o dentículos diseminados (*Brachicoma* Rondan, *Servaisia* Robineau-Desvoidy, *Cistudinomyia* Townsend). Campo espiracular posterior hundido en una cavidad, especialmente en los últimos instares. Esqueleto cefalofaríngeo grande; mandíbulas usualmente fuertes, en forma de ganchos, en ocasiones rudimentarias en el primer instar (Miltograminae) (Shewell, 1987).

En la subfamilia Miltogramminae se presentan especies de tamaño medio, principalmente son cleptoparásitas en nidos de avispas y abejas solitarias, aunque algunas especies del género *Eumacronychia* se desarrollan y alimentan en huevos de tortuga y lagartos. Paramacronychiinae y Sarcophaginae cuenta con especies de una amplia biología: incluye carroñeros, coprófagos, algunos que causan miasis en anfibios y mamíferos, huéspedes de hormigueros y termiteros, depredadores de huevos de arácnidos, larvas de lepidópteros y pupas de abejas; además llegan a ser parasitoides altamente especializados de muchos otros artrópodos (Pape *et al.*, 2004).

### **2.6.2. Ubicación taxonómica de los sarcófagidos**

La familia Sarcophagidae comprende 2600 especies descritas en el mundo distribuidas en tres subfamilias: Miltogramminae, Paramacronychiinae y Sarcophaginae, éstas dos últimas conforman un grupo hermano (Pape *et al.*, 2004), Shewell (1987), sólo reconoce dos familias, Sarcophaginae y Miltogramminae.

La sistemática de la familia Sarcophagidae es controvertida y poco clara. Algunos especialistas que objetan el empleo de estructuras no comunes a ambos sexos y siguen la nomenclatura tradicional, distinguen sólo dos géneros: *Sarcophaga* y *Wohlfahrtia*. Otros, separan a *Sarcophaga* en varios géneros diferentes reconociendo alrededor de 400, los cuales resultan imposibles de identificar con el solo estudio de las hembras. Los órganos sexuales del macho en la mayoría de los casos, presentan la prueba final de la relación entre las especies y entre los géneros (De Arriba y Costamagna, 2006).

La ubicación taxonómica de Sarcophagidae según Shewell (1987), Jasiorowski (1993), Méndez (1999), Romera *et al.* (2003), Pape *et al.* (2004) y Bar *et al.* (2005), es como sigue:

Dominio: Eukarya

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Mandibulata

Clase: Hexapoda-Insecta

Subclase: Pterygota

Infraclase: Neoptera

Orden: Diptera

Suborden: Cyclorhapha

División: Schizophora

Sección: Calyptratae

Familia: Sarcophagidae

Subfamilias:

- Miltogramminae (Shewell, 1987)
- Sarcophaginae (Shewell, 1987)
- Paramacronychiinae (Pape, 1996)

Esta clasificación fue una síntesis más o menos coherente de las diversas agrupaciones que hacen los autores, unos difieren en cierto taxón y convergen en otro, por ejemplo, los hay quienes consideran a Sarcophagidae

dentro de la suborden Brachycera y la colocan dentro de una sección de ésta, Cyclorrapha (Costamagna *et al.*, 2007).

## **2.7. Como criar moscas en condiciones de laboratorio**

Las moscas constituyen uno de los grupos de insectos con mayor impacto sobre las sociedades humanas (Costamagna *et al.*, 2007). Criar moscas en el laboratorio tiene diferentes fines, ya sea para obtener adultos y poder identificarlos en casos forenses, criar moscas estériles para el control de plagas como el gusano barrenador del ganado (*Cochliomyia hominivorax* Coquerel), así como para la misma cría de larvas usadas en larvoterapias (Jasiorowsky, 1993; Acosta *et al.*, 2005; De Arriba y Costamagna, 2006)

Acosta *et al.* (2005), criaron larvas de *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) en condiciones de laboratorio usando tres tipos de sustratos, agar-hígado, agar-sangre y agar-perrarina. Concluyeron que la cría de éstas es factible bajo condiciones de laboratorio y con biomateriales accesibles y de bajo costo ya que se obtuvieron buenos resultados con la dieta donde se usó hígado. Los resultados revelaron que *C. macellaria* es una especie que se desarrolla satisfactoriamente a una temperatura de  $28 \pm 0.5$  °C y humedad relativa de  $70 \pm 5\%$ .

De Arriba y Costamagna (2006), al estudiar el desarrollo post-embrionario de *Microcerella acrydiorum* (Diptera: Sarcophagidae) criaron también las larvas de esta especie en el laboratorio, suministrando como fuente de alimento un trozo de carne vacuna magra colocado en un frasco, el cual era humedecido diariamente y cada dos días se le agregaba una nueva porción. Las larvas, las pupas y los adultos se desarrollaron en una habitación con temperatura media de  $27.50 \pm 2.60$ °C, humedad relativa (HR) media de  $36.47 \pm 8.10\%$  y fotoperíodo artificial de 14 horas luz / 10 horas oscuridad.

Guarín (2005), vió completar el ciclo de vida de las moscas criándolas en un invernadero a 32-37 °C (89-98 °F) y humedad relativa del 80-90 %. Colocó las larvas en frascos de boca ancha de 300 ml con arena en el fondo, usando como sustrato alimenticio un trozo de riñón crudo. Suministró diariamente la cantidad de alimento requerido, revisó la emergencia de adultos y mantuvo la humedad de cada frasco asperjándolo con agua.

Cuando Costamagna (2007), estudió a dípteros ciclorrafos en Bahía Blanca, Argentina, crió en condiciones laboratorio a las larvas de Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae y Anthomyiidae. El cuarto de cría que el usó tenía las siguientes condiciones: temperatura = 25 °C ± 2 °C; humedad relativa = 60%-70%. La temperatura y la humedad se controlaron con un termo-higrómetro y durante el invierno se utilizó un caloventor conectado a un termostato para mantener la temperatura.

Para obtener desde huevos y larvas de *Chrysomya rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) Yuseff (2007), siguió la siguiente metodología:

Para obtener huevos de cada especie, se ubicaron dentro de cada cámara [donde estaban cautivos los adultos] 100 gramos de hígado de res cubiertos parcialmente con papel aluminio. El papel aluminio proporciona un lugar oscuro, protegido y húmedo preferido por las moscas para la oviposición.

El hígado envuelto en papel aluminio fue revisado cada seis horas. Los huevos se sacaron y se distribuyeron en 10 cajas Petri de 100 x 15 mm, cada una con 40 g de hígado de res, y gasa en el fondo para absorber la humedad. En cada plato se colocaron de 80 a 100 huevos. Las cajas se colocaron dentro de cajas Petri más grandes (150 x 25 mm) que contenían arena, dispuesta al rededor de la placa pequeña. La arena proporcionó un medio seco para la pupación. Las cajas con los huevos se colocaron en una incubadora (45 x 30 x 40 cm el interior; precisión de ± 0.25°C) a una de las tres temperaturas (25, 30 y 35 ± 1°C), con una humedad relativa entre 70 y 90 % y un fotoperíodo de 12:12 h



(D:N). La humedad relativa se mantuvo introduciendo en la incubadora un recipiente con 90 ml de agua que se cambió cada 24 horas. El agua se evaporó conservando la incubadora con la humedad apropiada. La temperatura y la humedad se midieron constantemente con un termo-higrómetro digital localizado dentro de la incubadora.

En el Manual para el Control de la Mosca del Gusano Barrenador del Ganado, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) editado por la FAO (Jasiorowski, 1993) podemos encontrar un protocolo muy íntegro para la cría de larvas de Diptera en laboratorio, a continuación se muestra la metodología propuesta en el documento mencionado.

a) Incubación de los huevos

- Colectar una masa de huevos de un animal centinela, colocarla en una caja de Petri con papel filtro húmedo e incubarla hasta la eclosión de las larvas, de 8 a 12 horas.
- Asegurar una buena circulación de aire y mantener la temperatura y la humedad a unos 39°C y a 70% de Humedad Relativa respectivamente.

b) Primera incubación de las larvas

- Preparar el siguiente alimento: 30 g de sangre seca, 15 g de leche seca, 15 g de huevo de gallina seco, 1.75 ml de formol, 500 g de carne picada y 1 litro de agua, agregando la carne en último lugar. Poner 0.5 l de este medio en una bandeja de metal.
- Agregar las larvas recién salidas de los huevos, del paso a), y mantenerlas a 39°C y a 70% de Humedad Relativa durante 24 horas.

c) Segunda incubación de las larvas

- Preparar el alimento siguiente: 70 g de sangre seca, 30 g de leche seca, 30 g de huevo de gallina seco, 1.50 ml de formol, 1 kg de carne picada, 1 litro de agua, agregando la carne en último lugar. Poner en una bandeja de metal.

- Introducir las larvas del paso b) y mantener a 37.8 °C y a 70% de Humedad Relativa durante 24 horas.
- d) Desarrollo final de las larvas
- Cuando las larvas se han desarrollado durante 48 horas en los pasos b) y c), ajustar el cultivo c) a 35°C y a 70% de Humedad Relativa hasta que las larvas empiecen a salir del medio.
  - Puede retirarse el medio agotado para reducir el volumen.
- e) Pupación
- Dejar que las larvas abandonen el medio d) y caigan en aserrín, y mantenerlas 24 horas a 26.7°C y a 50% de Humedad Relativa. Separar las pupas y mantenerlas expuestas en una bandeja unos 5.5 días a 25.6°C y 50% de Humedad Relativa
- f) Mantenimiento de los adultos
- colocar las pupas del paso e) en jaulas experimentales.
  - Como alimento, agregar una taza de 1 parte de miel y 3 partes de agua, junto con una mecha de algodón para facilitar la penetración.
  - Mantener a 25.6°C y a 50% de Humedad Relativa.
  - Entre 7 y 9 días después de la primera eclosión, agregar un medio estimulante de la oviposición compuesto de una bola de carne picada caliente impregnada de residuos del medio larval. La bola puede calentarse en agua caliente y ponerse en un vaso de plástico.
  - Los huevos que se colecten pueden reciclarse siguiendo los pasos del a) al f).

## **2.8. La Entomología Forense en México**

Aunque Pérez (2007), señala que Martínez y Fernández realizaron estudios de este tipo en la década de los setentas Jeffery K. Tomberlin, experto en entomología forense dijo que en México esta especialidad es nueva, pero

que adquiere cada vez más importancia por la precisión que tiene para esclarecer homicidios (Koster, 2007).

Pérez (2007), también menciona que en varias Universidades del país se están realizando diversos experimentos sobre entomología médico-criminal, como lo es el caso de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en Nuevo León; en el Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses y la Universidad de Guadalajara en el estado de Jalisco; al igual que en Texcoco, México.

En la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), tanto en la Unidad Saltillo como en la Unidad Laguna, se están realizando estudios sobre fauna sarcosaprófaga y sucesión de artrópodos en cadáveres de cerdos. Tres proyectos de posgrado se realizan actualmente sobre el tema (Koster, 2007).

Es un gran progreso que esta ciencia esté tomando nuevo auge en la actualidad ya que son escasos los especialistas en la materia en todo el país. Con el fin de contrarrestar lo anterior, la UAAAN firmó un convenio de colaboración con la Procuraduría de Justicia del Estado de Coahuila, para así poder coaccionar en los casos que se presentaran y poder formar especialistas entomólogos forenses (García, 2007, en línea).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció dentro del área agrícola en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Esta está definida por un clima cálido semidesértico, se localiza en el municipio de Torreón, Coahuila, México (25°33'25" N, 103°21'57" W). El terreno en que se estableció la investigación se encontraba desprovisto de vegetación; al Este y al Sur colindaba con la barda perimetral, al Oeste con un campo agrícola sin cultivar y al Norte con una huerta de nogales.

En una granja porcícola de la región se compraron 7 cerdos (*Sus scrofa* L.) con un promedio de 22 kg y el 19 de Febrero del 2007, alrededor del medio día fueron sacrificados *in situ*. Estos sirvieron como modelo para simular la descomposición en cadáveres humanos. El sacrificio se realizó con una cuchillada en el corazón, siendo este día marcado como el día cero. Cada cerdo se colocó en una jaula con armazón de varilla de 3/8" de 1.2 m x 0.8 m x 0.5 m recubierta con malla pajarera. Dentro cada jaula se colocó una especie de camilla construida con malla de criba de 4x4 para poder manipular a los cadáveres. Una vez colocados los cuerpos de los cerdos sobre la camilla dentro de las jaulas, estas se anclaron al suelo con varillas de 1/4" de 0.60 m de longitud. Cada jaula fue rodeada perimetralmente por un cerco de tarimas de madera (2.5 m x 2.5 m) para evitar que mamíferos carroñeros interfirieran con el proceso de descomposición. Se colocaron trampas de caída en cada uno de los costados de las jaulas destinadas al **Grupo 1** que se describe más adelante, éstas fueron de frascos de vidrio de 1 litro aproximadamente; se les vertía agua hasta la mitad y se les agregaba un poco de detergente líquido para romper la tensión superficial del agua y evitar que los artrópodos que caían pudiesen escapar antes de ser recolectados. El contenido de las trampas se recuperaba en cada visita al experimento.

Los modelos experimentales se dividieron en tres grupos para su estudio. El **Grupo 1**, formado por 4 cerdos que se destinaron para la toma de muestras y colecta de artrópodos tanto sobre como debajo del cadáver además de lo que se colectaba en las trampas de caída que se pusieron en cada uno de los cuatro costados de las jaulas de este grupo. El **Grupo 2** estaba formado por 2 cerdos, estos sirvieron para obtener datos de pérdida de biomasa pesándolos con báscula electrónica (Revuelta HS-30K) y para extraer muestras de suelo para conocer la artropofauna del mismo. Un solo cadáver constituyó el **Grupo 3** que fue designado como testigo. A este no se le movió en lo absoluto, sólo se le tomaba fotografías y se registraban los cambios que presentaba al igual que los otros cadáveres.

Durante las tres primeras semanas después de la muerte se hicieron visitas diarias al experimento, durante las cuales a los miembros del Grupo 1 se les recogía el contenido de las trampas de caída y se ponían en frascos con alcohol al 70% para conservar los especímenes colectados. Debajo y sobre el cadáver también se colectaban artrópodos que había que colocar en alcohol al 70%. Después de la tercera semana las visitas se espaciaron a cada tercer día. La colecta de larvas se hacía sobre el cadáver, debajo del mismo así como en el lodo formado debajo del cuerpo. Cierta número de larvas se conservaban en alcohol al 70% y otro tanto se colocaban en frascos de plástico con una toallita húmeda y un trozo pequeño de hígado de res de aproximadamente 15 g para que éstas se alimentaran. Las larvas colectadas se llevaban al laboratorio para criarlas y así obtener adultos de moscas para la identificación de especies que colonizaron los cadáveres. A las larvas se les cambiaba el alimento y el recipiente que las contenía de dos a tres veces al día hasta que estas alcanzaban el estado de prepupa y a partir de entonces se les colocaba en un frasco de vidrio de 1 litro con aserrín para que las prepupas entraran a pupar y completaran su desarrollo hasta el estado adulto. Una torunda humedecida con acetato de etilo y colocada en un frasco servía para matar a los adultos emergidos de los frascos con aserrín, posteriormente a su muerte se procedía a

montar con alfileres entomológicos y etiquetar a cada uno de los especímenes. En el cuarto de cría se llevó registro de temperaturas máximas y mínimas diarias.

Al culminar el experimento con los 7 cerdos se procedió a colocar 2 cabezas de puerco que se compraron en una carnicería de la ciudad, esto con la finalidad de poder colectar larvas del primer instar que deposita la hembra de la familia Sarcophagidae ya que está documentado que las especies de esta familia son larvíparas. Al colectar desde el primer instar larvario se pudo establecer el ciclo de vida completo de sarcófagidos de las especies correspondientes que se encuentran en la región.

Al finalizar las colectas y el trabajo de campo se procedió a separar y clasificar por orden y familia a los especímenes colectados, en el laboratorio de Parasitología. Para identificar los géneros (y una especie) se utilizó la Clave de Shewell, 1987.

Durante todas las visitas al lugar del experimento se tomaba registro por escrito de los cambios ocurridos en el proceso de descomposición así como de la actividad de los artrópodos en los cadáveres. Además del registro por escrito en la bitácora se llevaba un registro fotográfico detallado. En el lapso de tiempo que se estableció la investigación se tomaron registros de temperatura (máximas y mínimas) y de precipitación pluvial de la estación climatológica ubicada en el Departamento de Riego y Drenaje de la UAAAN-UL.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Experimento 1 con cadáveres completos de cerdo

#### 4.1.1. Estados de descomposición identificados

Durante el desarrollo del experimento se identificaron 5 etapas o estados de descomposición de los cadáveres, cada cual con sus características y fauna distintivas; en el cuadro siguiente se resumen las 5 etapas identificadas.

**Cuadro 1. Etapas de descomposición en los cadáveres de cerdo.**

| ETAPA   | DESCRIPCIÓN   |
|---|---|
| 1 <sup>a</sup> Muerto fresco<br>(0-1 DDM)             | Desde el momento mismo de la muerte se advirtió una actividad de las familias Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae sobre los cadáveres. No existen olores putrefactos aunque el día (o clima) es cálido.   |
| 2 <sup>a</sup> Abotagado<br>(2-4 DDM)                 | Los cadáveres completamente abotagados (hinchados) y el ano extruído por efecto de los gases generados por la descomposición. Durante esta etapa se producen cambios en la coloración de la piel. Olor putrefacto fuerte. Acuden abundantes moscas de la familia Calliphoridae, larvas pequeñas de mosca sobre aberturas naturales, presencia de adultos de Piophilidae, Cleridae alimentándose de larvitas de Diptera dentro del pabellón de las orejas. Bajo los cadáveres gran cantidad de cucarachas, cléridos, arácnidos y cochinillas.  |
| 3 <sup>a</sup> Descomposición activa<br>(5-13 DDM)    | Cambios en olor, menos intenso aunque putrefacto, gran escurrimiento de líquido hacia abajo del cadáver en el suelo con gran actividad de larvas de mosca, cochinillas, cucarachas, tijeretas, cléridos y derméstidos. Grandes masas de larvas de Diptera en cavidades oculares, nariz y abdomen de los cadáveres. A los 8 DDM se observa inicio de migración de larvas de Diptera. Al final de esta etapa ya no se encuentran cucarachas bajo los cadáveres.   |
| 4 <sup>a</sup> Descomposición avanzada<br>(14-29 DDM) | La intensidad de los olores fétidos disminuye, aún existe humedad bajo los cadáveres. La piel se empieza a desprender por estar muy seca; cuerpos deshidratados pero recubiertos de un material aceitoso. Pérdida de biomasa más gradual. Sobre los cadáveres ya no se observan las masas de larvas de moscas; notoria emergencia de adultos de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae que una vez desplegadas sus alas descansan sobre las jaulas y corrales en grandes números. Inicia presencia de larvas de Piophilidae en la interfase cadáver-suelo. Gran actividad de escarabajos de las familias Cleridae y Dermestidae, así como de individuos de la familia Formicidae. Actividad de xanates ( <i>Quiscalus mexicanus</i> Gmelin) alimentándose de moscas tenerales.  |
| 5 <sup>a</sup> Restos secos<br>(30-70 DDM)            | Descubrimiento y desprendimiento de huesos, poca piel, muy seca; existe poca humedad bajo cadáveres; olor soportable a manteca rancia. El residuo graso sobre los cadáveres se solidifica. Suelo seco bajo el cadáver con abundantes exubias de Calliphoridae parasitadas por avispidas de la familia Pteromalidae. Continúa emergencia de sarcófágidos y piofílidos. Presencia de estafilínidos, hormigas cosechadoras, histéridos, cléridos, derméstidos, chinches, mantis, arañas, grillos, solífugos, cochinillas y ácaros. Abundantes individuos de los grupos mencionados que disminuyen a medida que avanza esta última etapa. De las trampas de caída se recuperan individuos oportunistas como lagartijas ( <i>Podarcis</i> sp.). El término de esta etapa fue marcado por escasa actividad insectil, así como suspensión de pérdida de biomasa. |

#### 4.1.2. Pérdida de Biomasa

La pérdida de biomasa registrada resultó ser más dramática durante los primeros 15 días después de la muerte (DDM (Figura 1), perdiéndose aproximadamente un 20% a los 7 DDM (inicios de Descomposición activa). A mediados de la etapa de Descomposición activa (10 DDM) ya se presentaba una pérdida del 40% del peso corporal, siendo ésta de cerca del 50% al finalizar esta etapa. A finales de la etapa de Descomposición avanzada y durante la de Restos secos la pérdida de biomasa resultó ser más paulatina. Todo esto concuerda con que en las tres primeras etapas de descomposición, es cuando se verifica la mayor pérdida de agua de los tejidos en descomposición, así como la invasión de los principales artrópodos sarcosaprófagos que removerán el tejido de los cadáveres, principalmente dípteros de las familias Sarcophagidae, Calliphoridae y Muscidae.

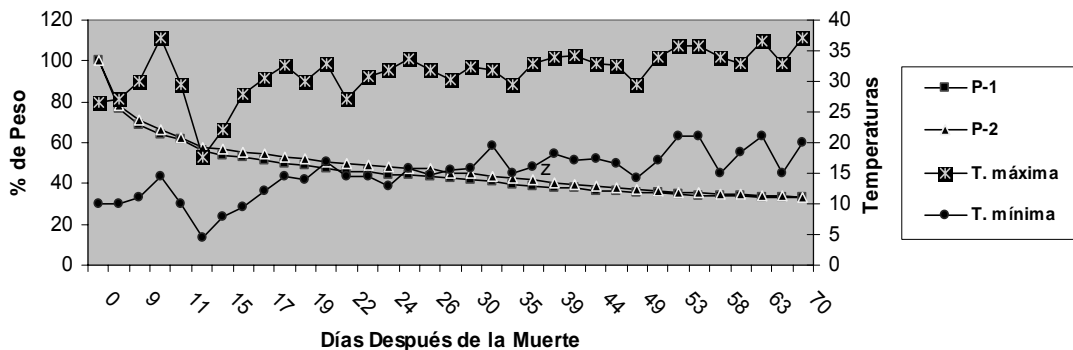


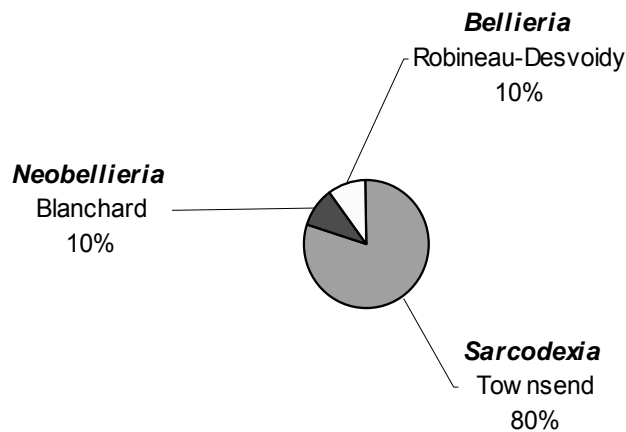
Figura 1. Pérdida de porcentaje de peso en dos cadáveres de cerdo durante la descomposición.

#### 4.1.3. Trampas de caída

De las trampas de caída alrededor de los cadáveres se recuperaron adultos de la Familia Sarcophagidae (12 individuos) de los cuales 10 especímenes fueron identificados, utilizando las claves de Shewell (1987). De estos especímenes el 80% correspondieron al género *Sarcodexia* Townsend



(5♀ y 3♂), 10% al género *Bellieria* Robineau-Desvoidy (1♀ y 1♂) y el 10% al género *Neobellieria* Blanchard (1♀ y 1♂) (Figura 2).



**Figura 2. Géneros de Sarcophagidae colectados en las trampas de caída**

#### 4.1.4. Cría de larvas (Tratamientos Peso-1 y Peso-2)

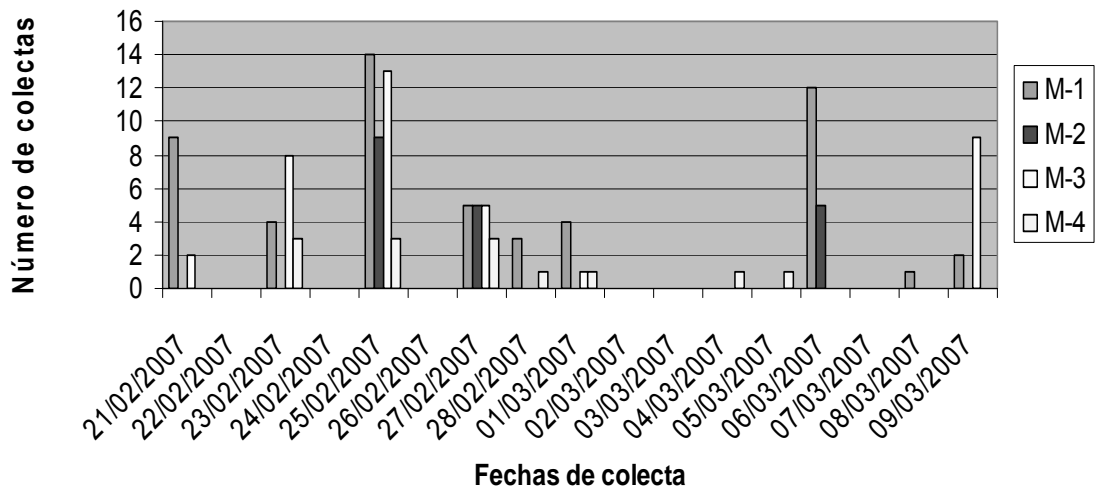
En el Cuadro 2 se presentan los datos de las larvas que se colectaron de los cerdos Peso-1 y Peso-2 que fueron criadas en laboratorio (21 especímenes) hasta el estado adulto. Se identificaron 19 individuos del género *Sarcodexia* Townsend (3♀ y 16♂), 1 individuo ♂ del género *Tytanogrypa* y un macho del género *Anicia* Robineau-Desvoidy.

**Cuadro 2. Géneros de Sarcophagidae identificados, provenientes de larvas criadas de Peso-1 y Peso-2.**

| Género                          | No. Ind. | Hembras | Machos |
|---------------------------------|----------|---------|--------|
| <i>Sarcodexia</i> Townsend      | 19       | 3       | 16     |
| <i>Tytanogrypa</i> Townsend     | 1        | 0       | 1      |
| <i>Anicia</i> Robineau-Desvoidy | 1        | 0       | 1      |
| Total                           | 21       | 3       | 18     |

#### 4.1.5. Cría de larvas (Tratamientos M-1, M-2, M-3 y M-4)

Se colectaron larvas de la Familia Sarcophagidae de los tratamientos M-1, M-2, M-3 y M-4 durante el período que abarcó desde el 21 de Febrero (2 DDM) hasta el 9 de Marzo (18 DDM). En la Figura 3 se puede apreciar que la mayor cantidad de larvas colectadas para su cría se obtuvieron desde el 21 de Febrero (2 DDM) hasta el 28 de Febrero (9 DDM) del 2007 y que pareció existir una segunda oleada durante el período que comprende del 6 de Marzo (15 DDM) al 9 de Marzo (18 DDM). El período de colecta de larvas sobre los cadáveres se encuentra comprendido en las etapas de Abotagamamiento (20-23 de Febrero), Descomposición activa (24/Feb.-4/Mar.) así como el inicio de la Descomposición avanzada (5-20 de Marzo).



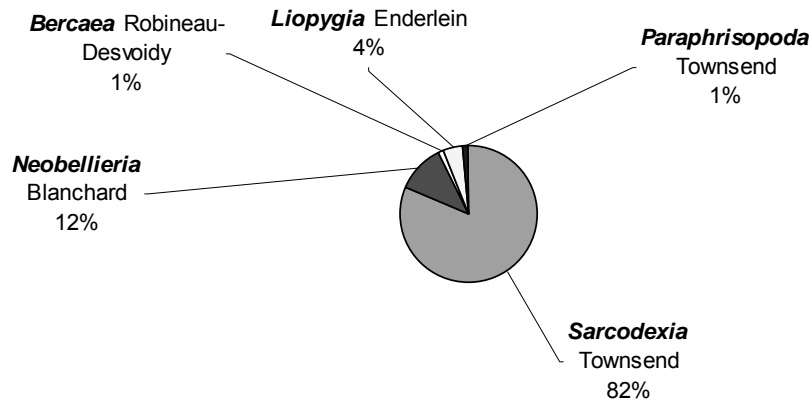
**Figura 3. Fechas de colecta y abundancia de larvas de Diptera: Sarcophagidae**

Como resultado de la cría de larvas de Sarcophagidae se lograron obtener 70 especímenes identificables (Cuadro 3). El período de emergencia de los adultos se verificó desde el 17 al 29 de Marzo del 2007.

**Cuadro 3. Géneros de Sarcophagidae identificados, provenientes de larvas colectadas y criadas de los tratamientos M-1, M-2, M-3 y M-4.**

| Género                           | No. Ind. | Hembras | Machos |
|----------------------------------|----------|---------|--------|
| <i>Sarcodexia</i> Townsend       | 57       | 22      | 35     |
| <i>Neobellieria</i> Blanchard    | 8        | 1       | 7      |
| <i>Bercaea</i> Robineau-Desvoidy | 1        | 0       | 1      |
| <i>Liopygia</i> Enderlein        | 3        | 1       | 2      |
| <i>Paraphrisopoda</i> Townsend   | 1        | 1       | 0      |
| Total                            | 70       | 25      | 45     |

El 82% de los especímenes criados en laboratorio pertenecieron al género *Sarcodexia* Townsend (57 especímenes; 22♀ y 35♂), 12% correspondieron al género *Neobellieria* Blanchard (8 especímenes; 1♀ y 7♂), 4% del género *Liopygia* Enderlein (3 especímenes; 1♀ y 2♂), 1% al género *Bercaea* Robineau-Desvoidy (1 ♂) y 1% al género *Paraphrisopoda* Townsend (Figura 4).



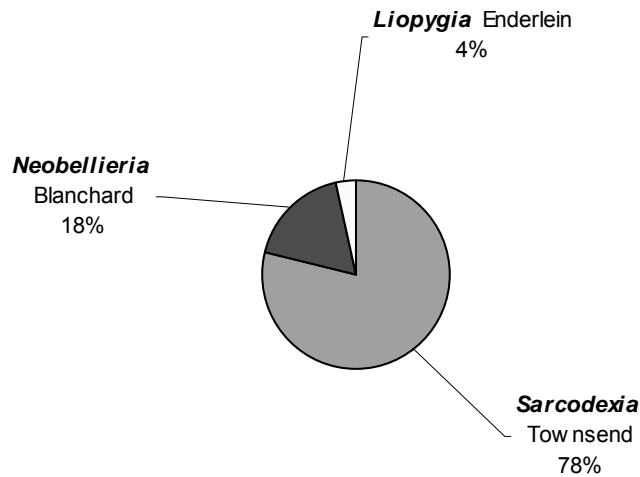
**Figura 4. Géneros de Sarcophagidae provenientes, de larvas colectadas y criadas de los tratamientos M-1, M-2, M-3 y M-4.**

#### 4.2. Experimento 2 con cabezas de cerdo

Una vez concluido el experimento con cadáveres completos de cerdos, se colocaron 2 cabezas de cerdo como necrotrampas para la obtención de larvas de Sarcophagidae para ser criadas en laboratorio. De las dos cabezas de cerdos se pudieron criar hasta estado adulto un total de 193 especímenes identificables (Cuadro 4), de los cuales 92 fueron hembras y 101 machos. De estos especímenes el 78% (Figura 5) pertenecieron al género *Sarcodexia* Townsend (69♀ y 83♂); 18% al género *Neobellieria* Blanchard (22♀ y 12♂) y 4% al género *Liopygia* Enderlein (1♀ y 6♂).

**Cuadro 4. Géneros de Sarcophagidae identificados, provenientes de larvas colectadas y criadas de Cabeza-1 y Cabeza-2.**

| Género                        | No. Ind. | Hembras | Machos |
|-------------------------------|----------|---------|--------|
| <i>Sarcodexia</i> Townsend    | 152      | 69      | 83     |
| <i>Neobellieria</i> Blanchard | 34       | 22      | 12     |
| <i>Liopygia</i> Enderlein     | 7        | 1       | 6      |
| Total                         | 193      | 92      | 101    |



**Figura 5. Géneros de Sarcophagidae que emergieron de las larvas colectadas en Cabeza-1 y Cabeza-2.**

En el experimento con cabezas de cerdo se colectaron 36 larvas (L<sub>1</sub>) que pudieron ser criadas en laboratorio hasta la fase de adulto. Con los registros de temperaturas máximas y mínimas fue posible establecer el cálculo de Grados-Día necesarios para su desarrollo desde L<sub>1</sub> hasta el estado adulto, tomando como Temperatura Umbral Mínima 7.4 °C (Grassberger y Reiter, 2002). Aunque los datos calculados deberán ser corroborados con un experimento diseñado para tal fin, es posible anticipar que los requerimientos en tiempo fenológico para completar el desarrollo resultaron ser en promedio 329.15 Grados-Día desde L<sub>1</sub> hasta adulto (16.4 días) (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Cálculo de Unidades Calor Acumuladas necesarias para el desarrollo de *Sarcodexia* Townsend desde L<sub>1</sub> hasta adulto, tomando en cuenta la temperatura umbral mínima de desarrollo de 7.4°C\*.**

| No. de individuos | L <sub>1</sub> a emergencia de adulto | Días | U. C. o G. D. Acumulados |
|-------------------|---------------------------------------|------|--------------------------|
| 10                | 02-18/05/07                           | 16   | 322.70                   |
| 8                 | 03-18/05/07                           | 15   | 302.10                   |
| 12                | 03-19/05/07                           | 16   | 320.45                   |
| 5                 | 02-19/05/07                           | 17   | 341.05                   |
| 1                 | 02-20/05/07                           | 18   | 359.40                   |

\* 7.4°C Temperatura Umbral Mínima para *Liopygia argirostoma* (Robineau-Desvoidy) (Grassberger y Reiter, 2002)

En el Cuadro 6 se presenta un concentrado de las subfamilias, tribus y géneros de Sarcophagidae identificadas en los dos experimentos. Se puede resaltar que de un total de 294 especímenes identificados, la subfamilia que resultó ser dominante fue Sarcophaginae con la representación de tres tribus, Sarcodexiini, Parasarcophagini y Bellierini. Además, la tribu Sarcodexiini estuvo representada por los géneros *Sarcodexia* Townsend (236 individuos) y *Tytanogrypa* Townsend (1 individuo). La tribu Parasarcophagini presentó los géneros *Neobellieria* Blanchard (43 especímenes); *Liopygia* Enderlein (10 especímenes); *Bercaea* Robineau-Desvoidy (1 especimen) y *Paraphrisopoda*

Townsend (1 espécimen). La tribu Bellieriini presentó un solo espécimen del género *Bellieria* Robineau-Desvoidy [1 sp., *melanura* (Meigen)]; La subfamilia Miltogramminae estuvo representada solo por la tribu Miltogrammini y por el género *Anicia* Robineau-Desvoidy.

**Cuadro 6. Concentrado de las subfamilias, tribus y géneros de Sarcophagidae identificadas en los dos experimentos.**

| FAMILIA                            | SUBFAMILIA     | TRIBU            | GÉNERO                             | NÚMERO |
|------------------------------------|----------------|------------------|------------------------------------|--------|
| Sarcophagidae                      | Sarcophaginae  | Sarcodexiini     | <i>Sarcodexia</i> Townsend         | 236    |
|                                    | Sarcophaginae  | Sarcodexiini     | <i>Tytanogrypa</i> Townsend        | 1      |
|                                    | Sarcophaginae  | Parasarcophagini | <i>Neobellieria</i> Blanchard      | 43     |
|                                    | Sarcophaginae  | Parasarcophagini | <i>Liopygia</i> Enderlein          | 10     |
|                                    | Sarcophaginae  | Parasarcophagini | <i>Bercaea</i> Robineau-Desvoidy   | 1      |
|                                    | Sarcophaginae  | Parasarcophagini | <i>Paraphrisopoda</i> Townsend     | 1      |
|                                    | Sarcophaginae  | Bellieriini      | <i>Bellieria</i> Robineau-Desvoidy | 1      |
|                                    | Miltogramminae | Miltogrammini    | <i>Anicia</i> Robineau-Desvoidy    | 1      |
| Total de especímenes identificados |                |                  |                                    | 294    |

## 5. DISCUSIÓN

Hasta la fecha no se cuenta con una base de datos sobre artrópodos de importancia forense en la Región.

Anderson y VanLaerhoven (1996), Centeno *et al.* (2002), García-Rojo (2004), Calderón-Arguedas *et al.* (2005a), Guarín (2005) y Yuseff (2006, 2007), coinciden al señalar 5 estados de descomposición, las mismas que se determinaron en el experimento realizado. Sólo difieren de lo anterior Magaña *et al.* (2001), Castillo (2002) y Romera *et al.* (2003), debido a que ellos sólo enuncian 4 etapas de descomposición, esto se debió a que trabajaron en diferentes condiciones y con modelos experimentales diferentes, como Romera *et al.* (2003), que usaron carcasas de pollo.

García-Rojo (2004), Liria (2006) y Yuseff (2006), citan a los dípteros como uno de los grupos de insectos necrófagos que colonizan los cuerpos en descomposición, al establecer el experimento, durante los primeros minutos después de acaecida la muerte, ya rondaban al cadáver unas moscas de la carne (Diptera: Sarcophagidae), moscas verdes (Diptera: Calliphoridae) y una que otra mosca doméstica (Diptera: Muscidae).

Romera *et al.* (2003), reporta para la península ibérica un total de 13 especies, usando las claves de Peris *et al.* (1994, 1996a, 1996b, 1998 y 1999), mientras que en el presente trabajo sólo se identificó hasta género, llegándose a un total de 8 géneros identificados con las claves de Shewell (1987). Algunos géneros encontrados por Romera coinciden con los que se identificaron en este trabajo, entre algunos ejemplos están *Bercaea* Robineau-Desvoidy y *Liopygia* Enderlein.

La temperatura, la humedad, así como la luz y las condiciones ambientales en conjunto tenderán a limitar o condicionar la fauna, colonización

y por lo tanto el proceso de descomposición de un cadáver (Goff, 2000; Guarín, 2005; Yuseff, 2007). En la Región Lagunera, las temperaturas cambian drásticamente de Febrero a Mayo, y de este modo los artrópodos sarcosaprófagos tienen comportamientos de población diferentes, tal fue el caso de las dos familias de mayor importancia forense, Sarcophagidae y Calliphoridae. En el experimento con 7 cerdos, los califóridos tuvieron una población muy elevada, mientras que los sarcófagidos fueron unos cuantos especímenes, y ocurrió lo inverso al establecer el experimento con las cabezas de cerdos en el mes de Mayo, Sarcophagidae disparó su población considerablemente.

A diferencia de lo consignado por Anderson y VanLaerhoven (1996), el peso de los cadáveres durante el presente estudio sufrió cambios significativos durante los primeros siete días después de la muerte, cambios promovidos por la temperatura ambiental y la baja humedad relativa del área semidesértica, mientras que en el estudio realizado en British Columbia no se consignaron cambios durante los primeros 5 días, disminuyendo drásticamente durante las etapas de abotagamiento y descomposición activa; reduciéndose al 50% de su peso original hacia la etapa de descomposición avanzada. La mayor parte del tejido blando de los cadáveres fue removido por la actividad larval entre los 7 y 30 días después de la muerte. Lo anterior coincide con que la mayor pérdida de peso se observó durante el período que comprendió las tres primeras etapas de descomposición y principios de la cuarta. Esto concuerda con la abundante e intensa actividad de larvas de Diptera sobre el cuerpo en este período. Al llegar a la etapa de restos secos la pérdida de biomasa se hizo más paulatina.

Tenorio *et al.* (2003), señalan que los insectos necrófagos son tan especializados que solo ocurren cuando las condiciones ambientales y bioquímicas son perfectas, así mismo, Calderón-Arguedas *et al.* (2005), asegura que cada una de las etapas o estados de descomposición y como resultado de los cambios físico-químicos que tienen lugar, se da la colonización



por parte de diferentes grupos de insectos necrófagos así como de sus respectivos depredadores. Por lo anterior pues, conociendo los hábitos, biología, alimentación, entre otras características de los insectos, se puede predecir la sucesión de insectos y otros artrópodos durante el proceso de descomposición que se constituye en un microambiente sumamente cambiante.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de este trabajo fueron de calidad, los cuales servirán para comenzar una base de datos de insectos de importancia forense en la Región Lagunera.

Se determinaron 5 etapas en el proceso de descomposición: Muerto fresco (24 hDM), Abotagado (1 DDM-4 DDM), Descomposición activa (5 DDM-13 DDM), Descomposición avanzada (14 DDM-29 DDM) y Restos secos (30 DDM- 70 DDM).

Las mayor abundancia de larvas ocurrió durante las etapas de abotagado, descomposición activa y en los comienzos de la descomposición avanzada (del 21 de Febrero al 9 de Marzo). Por tanto las emergencias de los adultos de las larvas criadas en el laboratorio sucedió a partir del 17 al 29 de Marzo de 2007; algo parecido se observó en campo ya que para ese entonces cuando se muestreó se colectaron adultos recién emergidos, esto sucedió a fines de la etapa de descomposición avanzada y principios de la etapa de restos secos.

Se identificaron especímenes de dos subfamilias, Sarcophaginae y Miltogramminae; cuatro tribus, Sarcodexiini, Bellieriini, Parasarcophagini y Miltogrammini; ocho géneros de las respectivas tribus, *Sarcodexia* Townsend, *Tytanogrypa* Townsend, *Bellieria* Robineau-Desvoidy, *Neobellieria* Blanchard, *Bercaea* Robineau-Desvoidy, *Liopygia* Enderlein, *Paraphrisopoda* Townsend y *Anicia* Robineau-Desvoidy. Además se puede asegurar que la abundancia de insectos varía de acuerdo al tiempo o estación del año. En el 2° experimento Sarcophagidae fue la familia de Diptera predominante, había ocurrido lo inverso en el primer experimento al ser Calliphoridae la más abundante.

Los géneros más abundantes fueron *Sarcodexia* Townsend (Sarcophaginae: Sarcodexiini), *Neobellieria* Blanchard (Sarcophaginae: Parsarcophagini) y *Liopygia* Enderlein (Sarcophaginae: Parasarcophagini).

La principal pérdida de biomasa se registró durante los tres primeros estados de descomposición y comienzos del cuarto (Fresco, Abotagado, Descomposición activa y principios de la Descomposición avanzada), observándose también durante este período una significativa actividad larval, la pérdida de biomasa se debió al consumo de tejido blando por parte de las larvas de Diptera (Sarcophagidae y Calliphoridae). Casi al finalizar la etapa de Descomposición avanzada y durante la de Restos secos la pérdida de biomasa se hizo más lenta.

Se confirma la hipótesis planteada, el proceso de descomposición de los cadáveres de cerdo en una zona semidesértica de Coahuila, atrajo una secuencia de artrópodos sarcosaprófagos donde los primeros y más importantes representantes son dípteros de la familia Sarcophagidae junto con moscas de la familia Calliphoridae.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, M., D. Cazorla, A. Trasmonte y P. Morales. 2005. "Bases experimentales para la cría masiva axénica de larvas de moscas carroñeras (Diptera: Calliphoridae) para la debridación de heridas. En: Resúmenes del XIX Congreso Venezolano de Entomología." *Entomotrópica* 20(2): 168.
2. Adlam, R. E. y T. Simmons. 2007. "The Effect of Repeated Physical Disturbance on Soft Tissue Decomposition—Are Taphonomic Studies an Accurate Reflection of Decomposition?\*" *Journal of Forensic Sciences* 52(5): 1007-1014.
3. Anderson, G. S., y S. L. VanLaerhoven. 1996. "Initial Studies on Succession on Carrion in Southwestern British Columbia." *Journal of Forensic Sciences* 41(4): 617-625.
4. Anderson, M. 2005. Entomología Forense-Insectos en la escena del crimen, [En línea]. [http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/2f90012eRevista23\\_9.pdf](http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/2f90012eRevista23_9.pdf) [Fecha de consulta 28/07/07]
5. Bar, M. E., M. P. Damborsky, G. Ávalos, E. Monteresino y E. B. Oscherov. 2005. "Fauna de Arthropoda de la Reserva Iberá, Corrientes, Argentina." *INSUGEO. Miscelánea.* (14): 293-310.
6. Battán-Horenstein, M., M. I. Arnaldos, B. Rosso y M. Dolores G. 2005. "Estudio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense." *Anales de Biología* (27): 191-201.
7. Byrd, J. H., y L. C. James. 2001. *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations.* Boca Raton, Florida, CRC Press. 418 p.
8. Calderón-Arguedas, O., A. Troyo y M. E. Solano. 2005a. "Sucesión de larvas de muscoideos durante la degradación cadavérica en un bosque premontano húmedo tropical." *Rev Biomed* 16(2): 79-85.

9. Calderón-Arguedas, O., J. Murillo B. y M. E. Solano. 2005b. "Miasis entérica por *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) en una paciente geriátrica de Costa Rica." *Parasitol Latinoam* 60: 162-164.
10. Castillo M., M. 2002. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). Zaragoza, España, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA).
11. Centeno, N., M. Maldonado y A. Oliva. 2002. "Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina)." *Forensic Science International* (126): 63-70.
12. Costamagna, S. R., E. C. Visciarelli, L. D. Lucchi, N. E. Basabe, M. P. Esteban y A. Oliva. 2007. "Aportes al conocimiento de los dípteros ciclorrafos en el área urbana de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires), Argentina." *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.*, n. s. 9(1): 1-4.
13. De Arriba, A. V. y S. R. Costamagna. 2006. "Desarrollo post-embrionario de *Microcerella acrydiorum* (Diptera: Sarcophagidae) bajo condiciones de laboratorio." *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 65(1-2): 55-61.
14. De Jong, G. D. y W. W. Hoback. 2006. "Effect of investigator disturbance in experimental forensic entomology: succession and community composition." *Medical and Veterinary Entomology*(20): 248–258.
15. García, J. J. 2007. Prepararán expertos en analizar insectos. PALABRA. Saltillo, Coahuila: pág. 8. [En línea]. [http://www.uaaan.mx/DGA/documentos/Insectos\\_PSA20071010-008.pdf](http://www.uaaan.mx/DGA/documentos/Insectos_PSA20071010-008.pdf) [Fecha de consulta 09/03/08]
16. García-Rojo, A. M. 2004. "Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales." *Boln. S.E.A.*(34): 263-269.
17. Goff, M. L. 2000. *A fly for the prosecution. Como los insectos ayudan a resolver crímenes.* Cambridge, Massachusetts London, England, Harvard University Press. 225 p.

18. Grassberger, M. y C. Reiter. 2002. "Effect of temperature on development of *Liopygia* (= *Sarcophaga*) *argyrostoma* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Sarcophagidae) and its forensic implications." *Journal of Forensic Sciences* 47(6): 1332–1336.
19. Guarín V., E. G. 2005. Insectos de importancia forense asociados a la descomposición cadavérica del cerdo *Sus domesticus*, expuesto a sol, sombra total y sombra parcial, en Mayagüez, Puerto Rico. *Biología*. Mayagüez, Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez: 136 p.
20. Iannacone, J. 2003. "Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú." *Revista Brasileira de Zoología* 20: 85-90.
21. Jasiorowski, H. A. 1993. "Manual para el control de la mosca del gusano barrenador del ganado *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel)" 71.
22. Koster, L. 2007. Entomología forense: Diminutos detectives. VANGUARDIA. Saltillo, Coahuila. [En línea]. <http://www.vanguardia.com.mx/XStatic/vanguardia/template/content.aspx?se=coahuila&su=saltillo&id=32953&te=nota> [Fecha de consulta 09/03/08]
23. Koster, L. 2007. Avanza en México la entomología. VANGUARDIA. Saltillo, Coahuila. [En línea]. [http://www.vanguardia.com.mx/diario/noticia/saltillo/coahuila/avanza\\_en\\_mexico\\_la\\_entomologia/59557](http://www.vanguardia.com.mx/diario/noticia/saltillo/coahuila/avanza_en_mexico_la_entomologia/59557) [Fecha de consulta 09/03/07]
24. Kun, M., A. Kreiter y L. Semenas. 1998. "Myiasis gastrointestinal humana por *Eristalis tenax*" *Revista de Saúde Pública* 32(4): 367-369.
25. Liria S., J. 2006. "Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo - Venezuela" *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 23(1): 33-38.
26. López C., L. D. 2006. "Miasis." *Dermatología Rev Mex* 50(3): 94-104.
27. Magaña, C. 2001. "La Entomología Forense y su aplicación en la medicina legal. Data de la muerte." *Bol. S.E.A.* (28): 49-57.

28. Maguiña-Vargas, C., F. Osoreo, H. Farías, D. Torrejón, T. Alcorta. (2005). "Enfermedades por ectoparásitos: Segunda parte" *Dermatología Peruana* 15(1): 38-59.
29. Mavárez-Cardozo, M. G., A. I. Espina de Fereira, F. A. Barrios-Ferrer y J. L. Fereira-Paz. 2005. "La Entomología Forense y el Neotrópico. The Forensic Entomology and the Neotropic." *Cuad Med Forense* 11(39): 23-33.
30. Méndez, E. 1999. *Insectos y Otros Artrópodos de Importancia Médica y Veterinaria*. Panamá, Panamá, Impresora Pacífico, S.A. Pág. 8-26.
31. Núñez de Arco, J. 2005. *La autopsia*. Sucre, Bolivia, Cooperación Técnica Alemana. 188 p.
32. Pape, T., M. Wolff y E. C. Amat. 2004. "Los califóridos, éstridos, rinofóridos y sarcófagidos (Diptera: Calliphoridae, Oestridae, Rhinophoridae, Sarcophagidae) de Colombia." *Biota Colombiana* 5(2): 201-208.
33. Pérez (2007) ¿?
34. Romera, E., Ma. I. Arnaldos, M. D. García y D. González-Mora. 2003. "Los Sarcophagidae (Insecta: Diptera) de un ecosistema cadavérico en el sureste de la Península Ibérica." *Anales de Biología* (25): 49-63.
35. Shewell, G. E. 1987. Sarcophagidae. En: *Manual of Nearctic Diptera*. J. F. McAlpine. Ottawa, Ontario, Canada, Biosystematic Research Center, Research Branch Agriculture Canada. 2: 1159-1186.
36. Soler C., M. D. 2000. "El estudio de las miasis en España durante los últimos cien años" *Ars Pharmaceutica* 41(1): 19-26.
37. Tenorio, F. M., J. K. Olson, C. J. Coates. 2003. "Decomposition studies, with a catalog and descriptions of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae)." *Southwestern Entomologist* 28 (1): 37-45.
38. Torrez, J., S. Zimman, C. Rinaldi y R. Cohen. (2006). "Entomología forense" *Revista del Hospital J. M. Ramos Mejía*. Edición Electrónica. XI (1) 20 p.

39. Torruella, J. 1997. "Miasis cutánea por larvas de *Lucilia sericata* (Meigen) en el hombre; reporte de un caso clínico en Barcelona." Ses. Entom. ICHN-SCL(9): 151-160.
40. Vilorio P., A. L. 2007. La Importancia de la Entomología en la Investigación Criminal. 2007. [En línea]. <http://www.criminalistica.com.mx/> [Fecha de consulta 05/03/08]
41. Youssef V., S. Z. 2006. "Entomología forense: los insectos en la escena del crimen" Revista Luna Azul (23): 42-49.
42. Youssef V., S. Z. 2007. Efectos de la temperatura sobre el desarrollo de *Chrysomya rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae), dos especies importantes para la entomología forense en Puerto Rico. Biología. Mayagüez, Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. 98 p.