

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Requerimientos de temperatura para el desarrollo de las moscas de la
Familia Calliphoridae en una zona urbana semidesértica de Coahuila**

POR:

ALDO SALDIVAR CARREÓN

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DE 2010

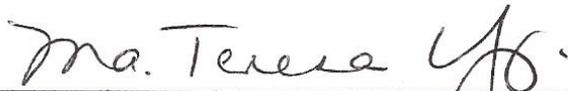
**TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

PRESIDENTE:



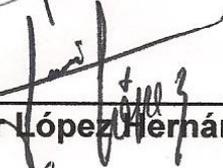
Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga

VOCAL:



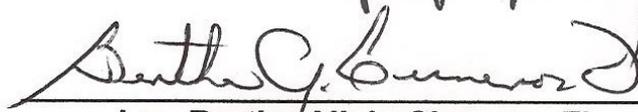
Dr. Francisco Javier Sanchez Ramos

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



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Requerimientos de temperatura para el desarrollo de las moscas de la
Familia Calliphoridae en una zona urbana semidesértica de Coahuila

POR:

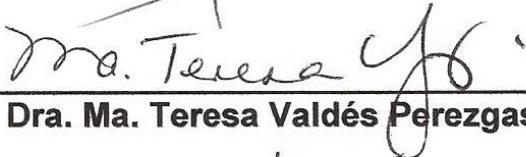
ALDO SALDIVAR CARREÓN

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:


Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

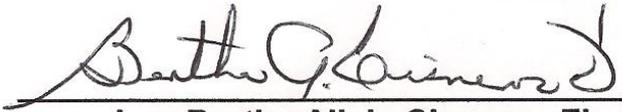
ASESOR:


Dra. 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



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DE 2010

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme tener la confianza y la paciencia suficiente para poder terminar mi carrera y no darme por vencido en ninguna situación.

A mi Alma Mater, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que fue una parte importante en mi formación académica y que gracias a ella pude conocer muchas personas con las que enlace una bonita amistad.

A la Doctora, María Teresa Perezgasga, por haberme dado la oportunidad de realizar el trabajo junto con ella y darme ese ánimo para terminar el mismo.

A mis Maestros, el Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos, M.C. Javier López Hernández, Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores., Ph.D. Florencio Jiménez D., Ph.D. Vicente Hernández H., Ing. José Alonso E., M.C. Claudio Ibarra R., a la Sra. Graciela Armijo Yerena y a la Ing. Gabriela Muñoz Dávila, por compartir sus conocimientos a lo largo de carrera.

A mis amigos de tesis, los ingenieros Elba Pastrana y Fabián García, por haber brindado su ayuda en el transcurso del trabajo, por ser muy buenas personas con migo y por esos momentos de alegría con Adiel.

A mis compañeros de clase, Celina Cruz y Adiel López, por ser los mejores compañeros y amigos a lo largo de estos años en la Universidad y por brindarme su apoyo en esos momentos difíciles, los estimo mucho.

A mis primos y amigos de casa, por haberme aguantado tanto tiempo mis regaños y por compartir con migo muchos momentos de alegría.

DEDICATORIAS

A mis padres:

María Celia Carreón Hoyos, Edilberto Modesto Saldivar Romero, por darme la vida, la oportunidad de ser alguien, enseñarme a ser un hombre responsable de todos mis actos y por nunca dejarnos solos a mis hermanos porque siempre están para apoyarnos.

Mamá y papá, los quiero mucho y le doy gracias a dios por haberme permitido tener unos padres como ustedes y nunca podre pagarles todo lo que han hecho por mí, que dios los bendiga.

A mis hermanos:

Osbaldo, por ser mi hermano gemelo y que a lo largo de estos 22 años siempre estuviste a mi lado regañándome a pesar de que eres más chico que yo. María Celia (Chela) que siempre nos brindaste tu ayuda y apoyo a Osbaldo y a mí, tú que nunca hubo imposibles para ti, que cualquier problema que tengo siempre estas ahí y que me impulsaste para seguir adelante, gracias hermana por ser como eres, te quiero mucho. Saulo, que siempre viste por mí y nunca dejaste que me pasara nada, y que me defendías de todos, te quiero y admiro tu valentía. Saúl, que siempre me das tú apoyo y a pesar de que a veces eras medio malo, te quiero mucho. Marisol, que a pesar de tu forma de ser y de que andas en todo, te quiero mucho por ser mi hermana y porque siempre nos regalabas “dulces”. Beto, que cuando tenias la oportunidad me ayudaste y por ser el mayor de los hombres te respeto y te quiero mucho. Blanca (La miss), que a pesar de tu poca convivencia con la familia, me ayudaste cuando tuviste la oportunidad, también te quiero mucho. Leticia (Leti), que a pesar de tus disgustos hacía mis novias, siempre me diste tu apoyo incondicionalmente y porque eres la mayor de todos nosotros te respeto y te quiero mucho.

RESUMEN

El presente trabajo constituye el primer esfuerzo para establecer una base de datos sobre los requerimientos de temperatura para el desarrollo de las moscas de la familia Calliphoridae en una zona urbana semidesértica de Coahuila. Cinco cabezas de cerdo fueron utilizadas como necrotrampas, se colocaron al azar en las instalaciones de la UAAAN-UL durante la primavera y verano del 2009. Las especies colectadas en primavera fueron: *Lucilia sericata* (Meigen), *Lucilia silvarum* (Meigen) y *Lucilia eximia* (Wiedemann). Las especies colectadas durante el verano fueron: *Chrysomya rufifacies* (Macquart), *Chrysomya megacephala* (Fabricius), *Cochliomyia macellaria* (Fabricius), *Lucilia sericata* y *Lucilia silvarum*. Se determinaron las medidas promedio en longitud y diámetro para las larvas de *Chrysomya rufifacies* desde L₁ hasta L₃ fase migrante. Los rangos de tiempo fisiológico en grados días (G.D.) o unidades calor (U.C.) se determinaron, para las especies colectadas y criadas en el laboratorio durante las dos estaciones, siendo éstas para primavera: *Lucilia sericata* (176.0 - 260.3), *Lucilia silvarum* (190.5 - 225.5) y *Lucilia eximia* (243.5 - 259.5) y para verano: *Chrysomya rufifacies* (175.8 - 237.8), *Chrysomya megacephala* (175.8 - 237.8), *Cochliomyia macellaria* (175.8), *Lucilia sericata* (237.8 - 260.3) y *Lucilia silvarum* (237.8 - 260.3). Este estudio establece información básica sobre los requerimientos de temperatura para el desarrollo de las especies de importancia forense.

Palabras clave: Entomología forense, Calliphoridae, necrotrampas, tiempo fisiológico.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Objetivo General.....	4
Objetivo específico.....	4
Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Definición y breve historia de la Entomología Forense	5
2.2. El Intervalo Postmortem y su aplicación en materia legal.....	7
2.3. Los califóridos y su importancia en la Entomología Forense	8
2.3.1. Ubicación taxonomica de la familia Calliphoridae	10
2.3.2. Géneros y especies de califóridos mas importantes en la Comarca Lagunera	10
2.4. Biología de califóridos	11
2.4.1. Ciclo biologico de algunas especies de califóridos.....	13
2.4.1.1. Curvas de crecimiento.....	14
2.4.1.2. Desarrollo en tiempo fisiologico de dipteros.....	15
2.5. Las moscas y su cría en laboratorio	17
2.6. La Entomología Médico-Legal y su progreso en Mexico	17
2.7. El estudio de la entomología forense y la vinculacion entre instituciones respecto a esta área en Mexico.....	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1 Colocación de necrotrampas	20
4. RESULTADOS.....	24
4.1. Crecimiento de larvas de <i>Chrysomya rufifacies</i>	24
4.2 Desarrollo de las especies colectadas en primavera y verano 2009.	25
5. DISCUSIÓN	28
6. CONCLUSIONES	30
7. LITERATURA CITADA	31

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1. Colocación de cabezas de cerdo como necrotrampas	22
Cuadro 2. Crecimiento de larvas de <i>Chrysomya rufifacies</i> en verano del 2009	24
Cuadro 3. Grados día (G.D) o unidades calor (U.C) acumuladas necesarias para el desarrollo desde huevo hasta la emergencia del adulto, primavera 2009	26
Cuadro 4. Grados día (G.D) o unidades calor (U.C) acumuladas necesarias para el desarrollo desde huevo hasta la emergencia del adulto en verano	27
Figura 1. Desarrollo larval de <i>C. rufifacies</i> en condiciones de laboratorio, verano del 2009	24
Figura 2. Desarrollo larval de <i>C. rufifacies</i> en condiciones de laboratorio, verano del 2009	25
Figura 3. Intervalos de grados día (G.D) o unidades calor (U.C) acumuladas necesarias para el desarrollo desde huevo hasta la emergencia del adulto en primavera	26
Figura 4. Intervalos de grados día (G.D) o unidades calor (U.C) acumuladas necesarias para el desarrollo desde huevo hasta la emergencia del adulto en verano	27

1. INTRODUCCIÓN

La entomología forense es la rama de la ciencia forense en la cual la información de los insectos es usada para sacar conclusiones cuando se investigan casos relacionados a humanos y vida silvestre, aunque en ocasiones el término puede ser expandido para incluir otros artrópodos. Los insectos pueden ser usados en investigación de una escena del crimen en los que se incluyen ambientes terrestres y acuáticos (Gennard, 2007). La muerte de un ser vivo lleva consigo una serie de cambios y transformaciones físico - químicas que hacen de este cuerpo sin vida un ecosistema dinámico y único al que van asociados una serie de organismos necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas que se van sucediendo en el tiempo dependiendo del estado de descomposición del cadáver (Magaña, 2001).

El intervalo post-mortem (IPM) es el tiempo transcurrido desde que ocurrió la muerte hasta que el cadáver es descubierto siendo este uno de los principales objetivos de la entomología forense en investigaciones criminalísticas (Yusseff, 2007). El inicio del IPM puede considerarse al momento en que la primera mosca deja sus huevos sobre el cadáver, el momento en que se descubre el cuerpo así como la determinación de la especie que la coloniza puede contribuir para determinar el final del intervalo (Gennard, 2007).

El cadáver de un vertebrado incluyendo a los seres humanos, proporciona un tipo de ambiente que cambia rápidamente y que sostiene una

gran variedad de insectos asociados con diferentes etapas de su descomposición (Oliva, 2007). Entre estos organismos, las moscas (Orden Diptera), representan un grupo de particular interés por la gran capacidad y eficiencia biológica para adaptarse a diversos ecosistemas, además de presentar una amplia distribución geográfica y capacidad reproductiva. Dentro de la cadena alimenticia la familia Calliphoridae representa uno de los grupos necrófagos más importantes desde el punto de vista médico-legal. De acuerdo al estado de desarrollo de la mosca, la determinación de la especie y teniendo en cuenta los datos biogeográficos y antrópicos (tipo de suelo, vegetación, grado de urbanización); factores ambientales (Temperatura, humedad, precipitaciones etc.), se puede estimar IPM (Insaurrealde, 2003).

Las moscas en estadios inmaduros y adultos son de los principales invertebrados consumidores de materia orgánica animal en descomposición que se desarrollan a través de un ciclo de vida establecido y a una velocidad predecible, basada principalmente en la temperatura (De Pancorbo *et al.*, 2006).

La temperatura tiene un gran efecto sobre la tasa metabólica y de desarrollo de los insectos. De manera general, dentro de cierto rango de temperaturas, el desarrollo se acelera a medida que se incrementa la temperatura, aunque cuando se presentan temperaturas extremas, estas pueden llegar a ser letales para el insecto. Tanto la temperatura del aire como la exposición a los rayos solares afectarán a la temperatura del cadáver, de tal manera que también afectarán el desarrollo de las larvas de mosca (Catts y Goff, 1992).

Para estimar la edad de las larvas de moscas carroñeras es necesario tomar en cuenta el fuerte efecto de la temperatura sobre el desarrollo de las larvas y poder usar esto para estimar el tiempo de colonización de los restos. Sin embargo, se deberá contar con un conocimiento profundo de la biología de las especies en una región geográfica en particular para tratar de establecer la edad de las mismas. Aunque la acumulación de grados días es un comportamiento especie-específico, es necesario conducir investigaciones sobre los requerimientos de las especies locales antes de tratar de inferir de la información disponible para otras áreas (Byrd y Castner, 2001).

Debido a lo mencionado anteriormente, el objetivo principal del presente trabajo fué determinar la influencia de la temperatura sobre el ciclo de vida de las especies de moscas de la familia Calliphoridae.

Objetivos

Objetivo General

Contribuir al conocimiento e incrementar la base de datos de fauna sarcosaprófaga en la Región Lagunera.

Objetivo específico

Obtener datos sobre el crecimiento y desarrollo de larvas de califóridos de especies colectadas en un área urbana de la Comarca Lagunera, que sirvan para elaborar curvas de crecimiento de las principales especies basadas en unidades calor.

Hipótesis

Ha: La temperatura es el factor mas importante en el desarrollo de las moscas de la familia Calliphoridae.

Ho: El desarrollo larval de las moscas de la familia Calliphoridae es independiente de las condiciones de temperatura.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Definición y breve historia de la Entomología Forense

Cualquiera que intervenga en investigaciones de crímenes pronto se dará cuenta de la relación entre cadáveres y larvas. Los insectos desempeñan un papel primordial en el esfuerzo reciclador de la naturaleza, y en ésta un cadáver es sólo materia orgánica que hay que reciclar (Goff, 2000).

La entomología forense es la rama de la ciencia forense en la cual la información de los insectos es usada para sacar conclusiones cuando se investigan casos relacionados a humanos y vida silvestre, aunque en ocasiones el término puede ser expandido para incluir otros artrópodos. Los insectos pueden ser usados en investigación de una escena del crimen en los que se incluyen ambientes terrestres y acuáticos (Gennard, 2007).

La entomología forense es una ciencia que ha adquirido una gran importancia en las últimas décadas por su gran utilidad en las ciencias forenses. Esta ciencia tiene una larga historia donde el primer documento escrito de un caso resuelto por la entomología forense se remonta al siglo X en China, en un caso donde una mujer dio aviso a las autoridades que su esposo había muerto en un incendio. Los investigadores del caso, se percataron que las moscas eran atraídas a la cabeza del occiso y descubrieron una herida en esta zona del cuerpo. Cuando la mujer fue confrontada con la evidencia, ésta confesó haberlo matado (Cheng, 1890, Reimpreso, 1985).

En el siglo XIII en un manual de Medicina Legal chino, reporta un caso de homicidio en el que apareció un labrador degollado por una hoz. Para resolver el caso hicieron que todos los labradores de la zona que podían encontrarse relacionados con el muerto, depositasen sus hoces en el suelo, al aire libre, observando que tan solo a una de ellas acudían las moscas y se posaban sobre su hoja, lo que llevó a la conclusión de que el 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 (Magaña, 2001).

Durante los siglos XVIII y XIX, en Francia y Alemania se llevaron a cabo exhumaciones masivas durante las cuales los médicos legistas observaron que los cadáveres enterrados habían sido colonizados por una gran cantidad de artrópodos y durante 1831, el médico francés Orfila, al observar un gran número de exhumaciones, consignó que las larvas de mosca juegan un papel muy importante en la descomposición de los cadáveres (Benecke, 2001).

El uso de insectos en la rama forense empezó a trabajarse como ciencia a mediados del siglo XIX. En el año 1850, Bergeret hizo la primera determinación del tiempo de muerte en un cadáver, basándose en el desarrollo de las larvas y pupas que contenía. Este fue uno de los primeros casos en que la evidencia entomológica fue admitida en un tribunal de justicia. En el año 1978, Leclercq publicó "Entomología y Medicina Legal: Datación de la Muerte" y, en 1986, Smith publicó "Manual de Entomología Forense". A partir de este momento la trayectoria de la entomología forense ha venido en ascenso. Muchos autores han dedicado su tiempo y conocimientos a estos estudios,

dando lugar a innumerables casos policiales en los que han contribuido los entomólogos (Yusseff, 2007).

2.2. El Intervalo Postmortem y su aplicación en materia legal

La muerte de un ser vivo lleva consigo una serie de cambios y transformaciones físico-químicas que hacen de este cuerpo sin vida un ecosistema dinámico y único al que van asociados una serie de organismos necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas que se van sucediendo en el tiempo dependiendo del estado de descomposición del cadáver (Magaña, 2001).

Durante las primeras 72 horas después de la muerte, el médico forense puede proporcionar una determinación precisa del tiempo transcurrido desde la muerte. Históricamente, éste se ha basado en la condición del cuerpo así como algunos factores, tales como la disminución de la temperatura corporal. Más allá de este tiempo, existe menos información médica con la cual correlacionar el intervalo postmortem (IPM). Los entomólogos forenses pueden proveer una medida o estimación del IPM, basados en los estados del ciclo de vida de especies recuperadas del cadáver, o desde la sucesión de insectos presentes en el cuerpo. Esta estimación puede proporcionarse en un periodo de horas, semanas o años transcurridos desde que ocurrió la muerte (Yusseff, 2007).

El IPM es el tiempo transcurrido desde que ocurrió la muerte hasta que el cadáver es descubierto, la entomología forense tiene como uno de sus

principales objetivos la estimación de este periodo de tiempo que es de suma importancia en investigaciones criminalísticas (Yusseff, 2007).

El inicio del IPM puede considerarse al momento en que la primera mosca deja sus huevos sobre el cadáver, y el momento en que se descubre el cuerpo así como la determinación de la especie que la coloniza puede contribuir para determinar el final del intervalo (Gennard, 2007).

2.3. Los califoridos y su importancia en la Entomología Forense

La Clase Hexapoda presenta una enorme diversidad, por lo cual es posible encontrar dentro de ella un número considerable de especies que funcionan como buenos indicadores ecológicos. El cadáver de un vertebrado incluyendo a los seres humanos, proporciona un tipo de ambiente que cambia rápidamente y que sostiene una gran variedad de insectos asociados con diferentes etapas de su descomposición (Oliva, 2007).

Entre los insectos, las moscas (Orden Diptera), representan un grupo de particular interés por la gran capacidad y eficiencia biológica para adaptarse a diversos ecosistemas, además de presentar una amplia distribución geográfica y capacidad reproductiva. La familia Calliphoridae, representa dentro de la cadena alimenticia uno de los grupos necrófagos más importantes desde el punto de vista médico-legal (Insaurralde, 2003).

Las hembras de Calliphoridae son ovíparas, llegan al cadáver atraídas por un sangrado copioso, el olor de algún fluido corporal o el inicio de la descomposición cadavérica y ovipositan sobre las cavidades naturales

(auditiva, ocular, bucal, nasal y genitales), y/o heridas sangrantes. De acuerdo a la determinación de la especie, al estado de desarrollo de la mosca, teniendo en cuenta los datos biogeográficos y antrópicos (tipo de suelo, vegetación, grado de urbanización); factores ambientales (Temperatura, humedad, precipitaciones), se puede estimar IPM (Insaurrealde, 2003).

La mayoría de las especies de moscas relacionadas con las primeras fases de la descomposición pertenecen al grupo que los entomólogos llaman Muscaphormia, en el que se incluyen las moscas domésticas, las moscas azules y moscas de la carne. A este grupo también se le denomina Cyclorhapha, del griego “costura circular”, por la manera en que las moscas adultas salen de la pupa. En las pupas, existe una costura circular en uno de los extremos y las moscas adultas levantan este “sombrero” y luego emergen de la envoltura (Goff, 2000).

El análisis de la entomofauna asociada con cadáveres ha sido un criterio utilizado en las investigaciones forenses. Las especies involucradas podrían revelar datos importantes acerca de la ubicación geográfica de la escena de muerte y su composición cualitativa podría brindar criterios para el cálculo del intervalo post mortem (IPM), el cual consiste en la estimación de los tiempos probables máximo y mínimo desde el deceso hasta el descubrimiento del respectivo cadáver (Calderon *et al.*, 2005).

2.3.1. Ubicación taxonomica de la familia Calliphoridae

La familia Calliphoridae consta de aproximadamente 1,000 especies en el mundo, de las cuales 126 se encuentran en el Neotrópico (Triplehorn & Johnson, 2005). Según Withworth (2006) y Visciarelli *et al.* (2007), los califóridos se clasifican de la siguiente manera:

Dominio: Eukarya
 Reino: Animalia
 Phylum: Artropoda
 Subphylum: Mandibulata
 Clase: Hexapoda-Insecta
 Subclase: Pterigota
 Orden: Diptera
 Suborden: Brachycera
 Familia: Calliphoridae
 Subfamilias:
 - Chrysominae
 - Lucilinae
 - Calliphorinae
 - Melanomyinae

2.3.2. Géneros y especies de califóridos mas importantes en la Comarca Lagunera

La familia Calliphoridae, incluye moscas ovíparas, con abdomen de color metálico brillante, alas con celda discal siempre cerrada la cual se hace más angosta hacia el ápice. Las larvas de esta familia poseen el extremo posterior cóncavo, rodeado de papilas cónicas y placas espiraculares visibles con hendiduras oblicuas. Las pupas presentan el cuarto segmento estrangulado, con un par de cuernos espiraculares muy cortos (Maldonado, 2002).

En un estudio realizado en la Comarca Lagunera donde se utilizaron cascadas de cerdo las especies de califóridos más abundantes fueron *Lucilia*

sericata (Meigen) y *Chrysomya rufifacies* (Macquart) durante el periodo invierno-primavera y *Chrysomya rufifacies* y *Cochlyomyia macellaria* (Fabricius) durante verano-invierno, estando presentes durante las etapas de descomposición de muerto fresco, abotagado y descomposición activa (Valdés, 2009).

2.4. Biología de califóridos

Las subfamilias Calliphorinae, Luciliinae y Chrysominae pertenecientes a la familia Calliphoridae se crían típicamente sobre carroña. Las hembras ovipositan en carroña fresca, a solo unos minutos después de la muerte y las larvas frecuentemente se desarrollan en grandes números (Solís, 2007).

La biología de los califóridos es muy variada. Generalmente son considerados necrófagos, también los hay depredadores y parasitoides de caracoles y lombrices de tierra, algunos son hospedantes en termiteros y otros son de importancia médica y veterinaria, como las especies que producen miasis en aves y mamíferos (Paper *et al.*, 2004).

Algunas moscas tienen características que las hacen únicas para ser utilizadas en la ciencia forense. La primera y más importante es su hábito alimenticio, en su estado larvario, muchas de estas especies son necrófagas y se alimentan directamente de cadáveres. Estas moscas tienen la capacidad de detectar el olor emanado por un cadáver a kilómetros de distancia y su pequeño tamaño les facilita el acceso a casi cualquier lugar, ya sea un sótano, el baúl de un auto o una habitación cerrada, logrando ser las primeras en localizar un

cadáver. Además, su habilidad de volar les permite desplazarse a grandes distancias en tiempos relativamente cortos (Yusseff, 2006).

Yusseff (2006), establece que en estudios realizados en el oeste de Puerto Rico, *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) es la primer mosca en colonizar y ovipositar sobre el cadáver en grandes números, durante la etapa de muerto fresco y disminuye notablemente cuando el cadáver comienza a hincharse. Después llega *Chrysomya rufifacies* y permanece en el cadáver durante la etapa hinchada y descomposición activa. *Chrysomya megacephala* también llega en abundancia, junto con *C. rufifacies*, pero sus larvas son muy escasas en el cadáver porque no pueden competir con las larvas de *C. rufifacies*. En estudios sobre depredación y competencia, se reporta que la mortalidad de *C. megacephala* es del 98% cuando compite con *C. rufifacies*.

Romero-Cabello *et al.* (2004), reportan diversos géneros productores de miasis: *Cochliomyia hominivorax* Coquerel, *Calliphora* spp., *Cardylobia anthrophophaga* Blanchard, *Oestrus ovis* L. *Sarcophaga* spp. Kun *et al.* (1998), mencionan que los casos de miasis registrados en el mundo corresponden a las familias: Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae, Calliphoridae, Syrphidae, Phoridae, Tylidae, Psychodidae, Drosophilidae y Oestridae.

Las moscas califóridas son atraídas por la carroña y el excremento principalmente, aunque algunas pueden alimentarse de heridas abiertas causando miasis en organismos vivos (Byrd y Castner, 2001).

2.4.1. Ciclo biológico de algunas especies de califóridos

Las moscas en estadios inmaduros y adultos son de los principales invertebrados consumidores de materia orgánica animal en descomposición que se desarrollan a través de un ciclo de vida establecido y a una velocidad predecible, basada principalmente en la temperatura. Por tanto, si se conoce la especie, la temperatura y el estadio del insecto, resulta posible determinar el periodo que los insectos llevan colonizando un cuerpo y por tanto, el tiempo mínimo transcurrido desde la muerte (De Pancorbo *et al.*, 2006).

La metamorfosis completa de estas moscas consta de cuatro estados bien definidos. El huevo es seguido por un período larval de intensa actividad alimenticia, con posterior ingreso a uno de inmovilidad (pupa), período en el cual se desarrollan las características del adulto, quien surge pasadas una o dos semanas (Yusseff, 2006).

Las hembras de califóridos y múscidos ponen numerosos huevos sobre la superficie de los cadáveres, generalmente alrededor de orificios naturales, facilitando de este modo la penetración hacia el interior. El desarrollo larvario es muy rápido (3-4 días durante los meses estivales) y la pupación se hace fuera del cadáver, generalmente en el suelo bajo el mismo o en zonas cercanas. Tras un periodo que varía generalmente entre 10 y 30 días emergerán nuevos adultos que iniciarán el ciclo (Piera, 2009).

2.4.1.1. Curvas de crecimiento

El tiempo de desarrollo varía según la temperatura. Salvo raras excepciones, los insectos despliegan su actividad normal entre los 5°C y los 28-32°C. En el rango de 1-4°C suelen entrar en letargo del cual salen con facilidad en cuanto sube la temperatura. Por debajo del punto de congelación se produce la muerte. Por encima del límite superior del rango de temperatura, despliegan gran actividad, pero mueren cuando se alcanzan valores límites. Así, el desarrollo se acelera con temperaturas elevadas y se hace más lento con temperaturas bajas, siendo estas últimas las que condicionan el desarrollo cuando se combinan ambas en climas con ritmos circadianos extremos (De Pancorbo *et al.*, 2006).

Si tenemos en cuenta un modelo de referencia donde el desarrollo de las larvas de dípteros es una curva de crecimiento, entonces la mejor estimación de la edad para una larva es el valor que corresponde a su tamaño en la curva, es decir, una línea horizontal trazada desde un valor en el eje del tamaño de la larva, intersecaría con la curva de crecimiento directamente sobre la edad de la larva (Yusseff, 2006).

Las larvas de mosca crecen rápidamente, pasando por tres instar larvales antes de alcanzar su tamaño final. Estas se crían juntas en grandes números y se mueven en torno al cadáver promoviendo, así, la diseminación de bacterias y secreción de enzimas, lo cual hace posible el consumo de los tejidos blandos del cadáver. El desarrollo de las larvas tarda varios días dependiendo de la especie, de las condiciones ambientales, así como del número de larvas

presentes. A mayor temperatura y mayor humedad relativa el insecto se desarrollará más rápido y viceversa. Por ejemplo, *Chrysomya rufifacies* (Calliphoridae) tarda en pasar de huevo a adulto 612 horas a 15.6 °C, 289 horas a 25 °C y 180 horas a 32 °C (10) (Yusseff, 2006).

2.4.1.2. Desarrollo en tiempo fisiológico de dípteros

El tiempo fisiológico tiene como unidad a la Unidad Calor o Grado Día, que se define como: La temperatura constante de un grado centígrado arriba de la temperatura mínima de desarrollo por 24 horas. La ventaja de utilizar esta forma de medir el tiempo reside en que el tiempo fisiológico requerido por un organismo para completar alguna etapa de desarrollo es un valor constante a temperatura fluctuante. Esto no sucede con los otros tipos de calendarios ya que la temperatura varía año con año y los eventos fenológicos ocurren en diferentes fechas (Allen, 1976).

La temperatura umbral o temperatura mínima de desarrollo se define como el valor mínimo de ésta en que existe desarrollo (TU), este valor varía de especie a especie y aún entre los diversos estados de un mismo organismo; matemáticamente se puede decir que la TU es aquella en que la tasa de desarrollo es igual a cero (Allen, 1976).

La temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos, dentro de los cuales se pueden mencionar a las plantas e invertebrados en donde se incluye a los insectos y nematodos (Wells y Lamotte, 2001). Para desarrollarse, todos estos requieren de cierta cantidad de calor. Esta medida de

calor acumulado es conocida como tiempo fisiológico. La cantidad de calor requerida para completar el desarrollo de un organismo determinado no varía ya que la combinación de temperatura (entre umbrales) y el tiempo siempre será el mismo. El tiempo fisiológico generalmente se expresa en unidades llamadas grado-días (°D) (Higley y Haskell, 2001).

La temperatura tiene un gran efecto sobre la tasa metabólica y de desarrollo de los insectos. De manera general, dentro de cierto rango de temperaturas, el desarrollo se acelera a medida que se incrementa la temperatura, aunque cuando se presentan temperaturas extremas, estas pueden llegar a ser letales para el insecto. Tanto la temperatura del aire como la exposición a los rayos solares afectarán a la temperatura del cadáver, de tal manera que también afectarán el desarrollo de las larvas de mosca (Catts y Goff, 1992).

Para estimar la edad de las larvas de moscas carroñeras es necesario tomar en cuenta el fuerte efecto de la temperatura sobre el desarrollo de estas y poder utilizar lo anterior para estimar el tiempo de colonización de los restos. Sin embargo, se deberá contar con un conocimiento profundo de la biología de las especies en una región geográfica en particular para tratar de establecer la edad de las mismas. Aunque la acumulación de grados días es un comportamiento especie-específico, debemos reconocer que aunque en la actualidad existe bastante información, es necesario conducir investigaciones sobre los requerimientos de las especies locales antes de tratar de inferir de la información disponible para otras áreas (Byrd y Castner, 2001).

2.5. Las moscas y su cría en laboratorio

Figuroa *et al.* (2007), mencionan un método para la cría de *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) en laboratorio. Para determinar el tiempo necesario en el desarrollo del ciclo, se efectuó un control diario determinando sus distintos estadios obteniendo como resultado que las moscas luego de copular colocan sus huevos directamente en la fuente de alimento, donde su eclosión a larvas sucedió a las $15 \pm 3,5$ horas ($x \pm D.S.$), mientras que desde el estado de larvas a pupas fueron 138 ± 17 hr y desde pupas a adultos, 126 ± 21 hr. Las condiciones del laboratorio: Temperatura de 25° C, aproximadamente 50% de humedad, mantención de alimento y agua en forma permanente.

Yusseff (2007), realizó una técnica para la cría de *Chrysomya rufifacies* y *Cochlyomyia macellaria*, utilizando hígado de res fresco, cubierto con papel aluminio. Las temperaturas que manejó para establecer el tiempo de desarrollo del ciclo de vida de estas especies fueron: $25, 30$ y $35 \pm 1^{\circ}$ C, con una humedad relativa entre 70 y 90 % y un fotoperiodo de 12:12 h (D:N).

2.6. La Entomología Médico-Legal y su progreso en Mexico

La entomología forense es una especialidad que en los últimos años ha despertado un gran interés en México, diversos entomólogos se encuentran realizando estudios para conocer la diversidad de insectos necrofagos utilizando necrotrampas con diferentes tipos de atrayentes, así como para definir los patrones de sucesión de insectos asociados a un cuerpo en estado

de descomposición, por lo cual la información publicada de México sobre este tópico aún es muy escasa (Stephano *et al.*, 2009).

En México se han realizando muchos esfuerzos para generar información en el campo de la entomología forense, sin embargo, esto se han visto limitados, entre otros aspectos, por la dificultad para identificar insectos necrófagos a nivel de especie en las Procuradurías Generales de Justicia de las entidades federativas y por que las instituciones de educacion superior, en las que se forman entomólogos, no han trascendido, en la gran mayoría de las Procuradurías. Esta falta de coordinación ha rezagado avances en ésta disciplina científica en México por cerca de 30 años con respecto a otros países como Estados Unidos de Norte América (Vergara-Pineda *et al.*, 2009).

En la actualidad en México, se inicia la línea de investigación en entomología forense, la cual permitirá que los indicios insectiles puedan ser usados para auxiliar en el esclarecimiento de crímenes violentos. Esto plantea una ventana de oportunidad para el estudio de los insectos sarcosaprófagos en una zona geográfica inexplorada desde el punto de la procuración de justicia (Valdés, 2009).

2.7. El estudio de la entomología forense y la vinculacion entre instituciones respecto a esta área en Mexico

En México, los trabajos en esta área del conocimiento han sido documentados como esfuerzos que se inician a finales de la década de 1970 y que han sentado las bases para que varias instituciones educativas se interesen en participar en el desarrollo de esta línea de investigación.

Entre estas resaltan los resultados de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Colegio de Posgraduados, Universidad de Guadalajara (Pérez, 2007) y a partir del 2006 la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Valdés, 2009).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Colocación de necrotrampas

Cinco cabezas de cerdo fueron utilizadas como necrotrampas durante las estaciones primavera y verano del 2009. Una cabeza fue utilizada durante la primavera y durante dos fechas del verano se colocaron dos cabezas en cada ocasión (Cuadro 1). A partir del momento en que se colocaron las necrotrampas, estas fueron inspeccionadas cada 30 minutos para la primera ocasión y cada 60 minutos para la segunda y tercer ocasión, durante la primer noche para ver si había ovoposición o presencia de adultos de la familia Calliphoridae.

Las cabezas de cerdo fueron colocadas dentro de 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 de cada jaula se colocó una especie de camilla construida con malla de criba de 4x4 para poder manipular la cabeza. Una vez colocada la cabeza sobre la camilla dentro de las jaula, esta se ancló al suelo con varillas de 1/4" de 0.60 m de longitud.

La colecta de huevecillos se hizo 24 horas después que se colocaron las cabezas de cerdo a la intemperie, pudiendo recuperar éstos en un lapso de tiempo de 24-48 horas, después del cual solo se pudieron colectar larvas de primer instar. El tiempo que permanecieron como huevo fue de dos días antes de eclosionar y pasar a ser larvas L1.

Los huevecillos fueron colectados con la ayuda de pinceles de pelo de camello y pinzas entomológicas y se colocaron en frascos de plástico de 120 ml con hígado de res y una toalla húmeda.

Posteriormente se llevaron al cuarto de cría de la UAAAN UL para ser criados alimentándolos con hígado de res cada 24 horas hasta que alcanzaran el estado de prepupa. Durante la cría de los especímenes colectados se llevó un registro de temperaturas máximas y mínimas.

Una vez que eclosionaron los huevos colectados, las larvas fueron medidas con vernier diariamente hasta que alcanzaron el 3^{er} instar. Durante su desarrollo como larvas, éstas fueron alimentadas con hígado de res fresco, el cual era cambiado cada 24 horas. Las larvas colectadas del 1^{er} al 3^{er} instar también fueron llevadas al cuarto de cría, siendo alimentadas de la misma manera.

Un día antes de desechar la cabeza se partió a la mitad y se colectaron larvas de 3^{er} instar, que se pusieron en agua caliente para matarlas y después se colocaron en tubos de ensaye con solución de Khale para su conservación.

Al alcanzar el estado de prepupa los especímenes fueron colocados en frascos de vidrio de 1 l con aserrín y una toalla húmeda. El número de prepupas colocadas en cada frasco fue entre 15-20. Los adultos emergidos fueron dejados en el frasco por espacio de un día para que se pigmentaran y desarrollaran completamente. Posteriormente los frascos que contenían los adultos emergidos fueron colocados en el congelador durante 5 minutos para ser cambiados a otro frasco con sus respectivos datos. Una vez muertos los

adultos fueron montados con alfileres entomológicos con su respectiva etiqueta (origen, fecha de colecta, fecha en que alcanzaron el estado de prepupa y fecha de emergencia del adulto).

Los especímenes emergidos se observaron bajo un microscopio estereoscópico para su identificación a nivel especie para la familia Calliphoridae.

En cada fecha de muestreo, se registraban las características que presentaban las cabezas de cerdo, así como la presencia de otros artrópodos que se encontraban alrededor y se tomaban fotografías así como anotaciones en una bitácora donde se llevaba un registro detallado de cada visita.

Cuadro 1. Colocación de cabezas de cerdo como necrotrampas

NÚMERO DE CABEZAS	FECHA DE COLOCACIÓN	HORA DE COLOCACIÓN	TIEMPO DE REVISIÓN	FECHA EN QUE SE RECOGIÓ
1	08/04/2009	20:25 hrs	30 min	16/04/2009
2	29/06/2009	20:38 hrs	60 min	10/07/2009
2	15/07/2009	20:30 hrs	60 min	23/07/2009

Al concluir cada experimento, los restos fueron colocados en bolsas de plástico para luego ser desechados.

Los registros de temperaturas máximas y mínimas fue utilizados para hacer el cálculo de grados día o unidades calor acumuladas, utilizando el programa DDU (Degree-Day Utility) de la Universidad de California.

La temperatura umbral mínima que se utilizó para calcular las unidades calor necesarias para el desarrollo de las especies identificadas fue de 10°C (Greenberg, 1991; Byrd y Butler, 1996; Byrd y Butler, 1997).

4. RESULTADOS

4.1. Crecimiento de larvas de *Chrysomya rufifacies*

Las mediciones de ancho y largo de larvas de *Chrysomya rufifacies* durante el verano desde L₁ hasta L₃ fase migrante se muestran en el Cuadro 2. El ancho de las larvas presentó una variación de 0.4 mm para L₁ hasta 2.7 mm para L₃ en la fase migrante. La longitud de éstas presentó una variación desde 2.2 mm para L₁ hasta 12.2 mm para L₃ en la fase migrante (Cuadro 2).

Cuadro 2. Crecimiento de larvas de *C. rufifacies* en verano del 2009.

Fase larval	Ancho \pm D.S. mm	Largo \pm D.S. mm
L ₁ (n= 97)	0.4 \pm 0.09	2.2 \pm 0.48
L ₂ (n= 92)	1.9 \pm 0.54	8.3 \pm 1.94
L ₃ (n= 98)	2.7 \pm 0.46	11.83 \pm 1.46
L ₃ Fase migrante (n= 98)	2.4 \pm 0.40	12.2 \pm 1.24

Durante el crecimiento larval de *Chrysomya rufifacies* se observó que a las primeras 24 horas después de la eclosión se había alcanzado una longitud de 2.2 mm, siendo ésta de 8.1 mm a las 48 horas, de 11.83 mm a las 72 horas y de 12.2 mm a las 96 horas (Figura 1).

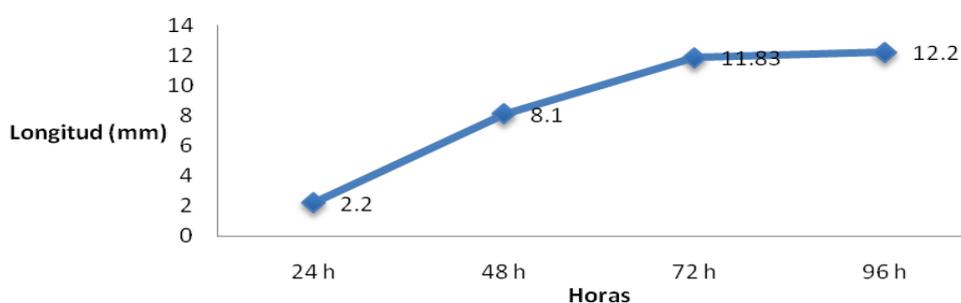


Figura 1. Desarrollo larval de *C. rufifacies* en condiciones de laboratorio, verano del 2009.

El aumento en diámetro de las larvas de *Chrysomya rufifacies* varia al transcurrir el tiempo. En las primeras 24 horas se observó un diámetro de 0.4 mm, a las 48 horas alcanzaron un diámetro de 1.9 mm. Cuando se cumplieron 72 horas tuvieron un aumento de diámetro de 2.7 mm. Se pudo observar que al pasar 96 horas el diámetro de las larvas fue de 2.4 mm, como resultado del cambio de larva a prepupa (Figura 2).

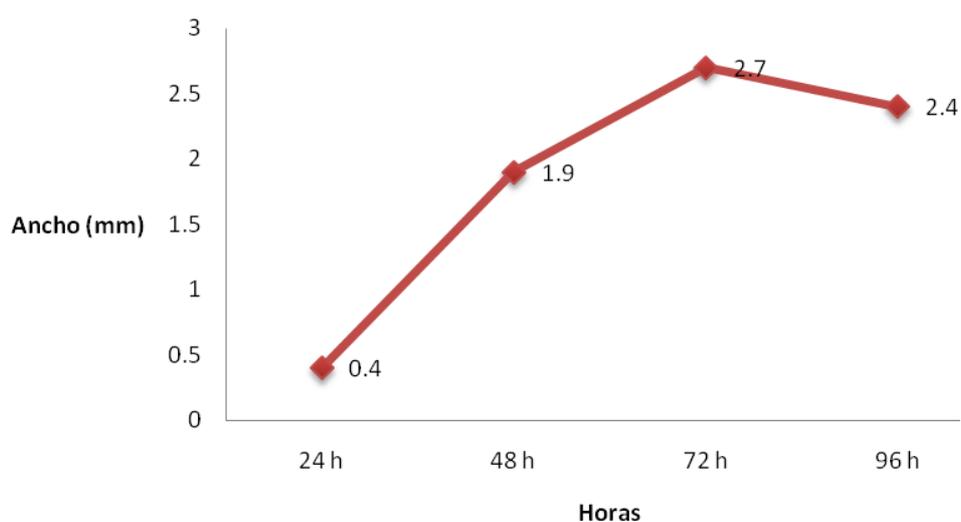


Figura 2. Desarrollo larval de *C. rufifacies* en condiciones de laboratorio, verano del 2009.

4.2 Desarrollo de las especies colectadas en primavera y verano del 2009.

De las especies que se colectaron durante la primavera, *Lucilia sericata* resultó ser la más abundante. Esta especie presentó el rango más grande de grados-día o unidades calor necesarios para desarrollarse desde huevo hasta la emergencia de adultos (Cuadro 3). Este rango resultó ser menor para *Lucilia silvarum*, reduciéndose aún más para el caso de *Lucilia eximia*.

Cuadro 3. Grados día (G.D) o unidades calor (U.C) acumuladas necesarias para el desarrollo desde huevo hasta la emergencia del adulto, primavera 2009.

Especie	n°	Temperatura umbral mínima	Grados Días o UC Huevo-Adulto
<i>Lucilia sericata</i>	58	10 °C	176.0 - 260.3
<i>Lucilia silvarum</i>	3	10 °C	190.5 – 225.5
<i>Lucilia eximia</i>	14	10 °C	243.5 – 259.5

Es importante señalar que el nivel inferior de los rangos nos indica que *L. sericata* se desarrolla más rápidamente que *L. silvarum* y que *L. eximia* (Figura 3).

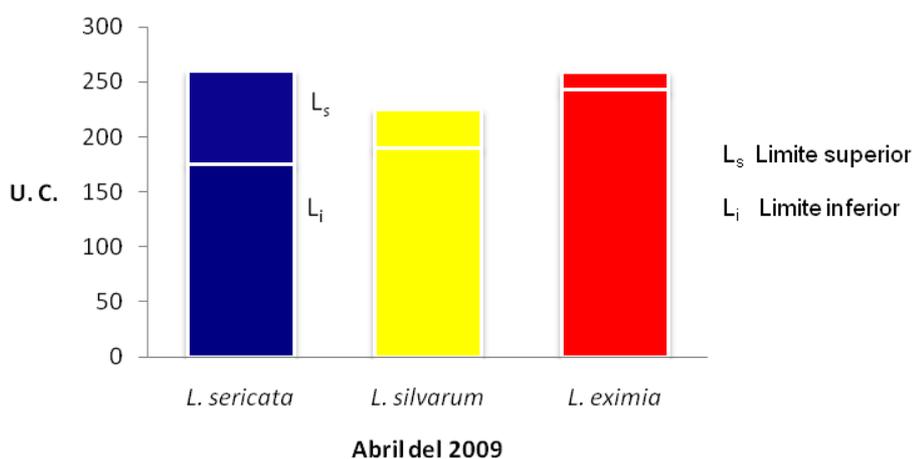


Figura 3. Intervalos de grados día (G.D) o unidades calor (U.C) acumuladas necesarias para el desarrollo desde huevo hasta la emergencia del adulto en primavera.

De las especies que se colectaron durante el verano, se observó que *Chrysomya rufifacies* y *Chrysomya megacephala* presentaron un rango de G.D. o U.C. más amplio que *Cochliomyia macellaria*, *L. sericata* y *L. silvarum*. Estas dos últimas especies presentaron un rango similar de G.D. o U.C. necesario para su desarrollo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Grados día (G.D) o unidades calor (U.C) acumuladas necesarias para el desarrollo desde huevo hasta la emergencia del adulto en verano.

Especie	n°	Temperatura umbral mínima	Grados Días o UC Huevo-Adulto
<i>Chrysomya rufifacies</i>	200	10 °C	175.8 - 237.8
<i>Chrysomya megacephala</i>	162	10 °C	175.8 - 237.8
<i>Cochliomyia macellaria</i>	163	10 °C	175.8
<i>Lucilia sericata</i>	180	10 °C	237.8 - 260.3
<i>Lucilia silvarum</i>	15	10 °C	237.8 - 260.3

Los límites inferiores nos muestran que *C. rufifacies*, *C. megacephala* y *C. macellaria* mas rápido que *Lucilia sericata* y *Lucilia silvarum* (Figura 4).

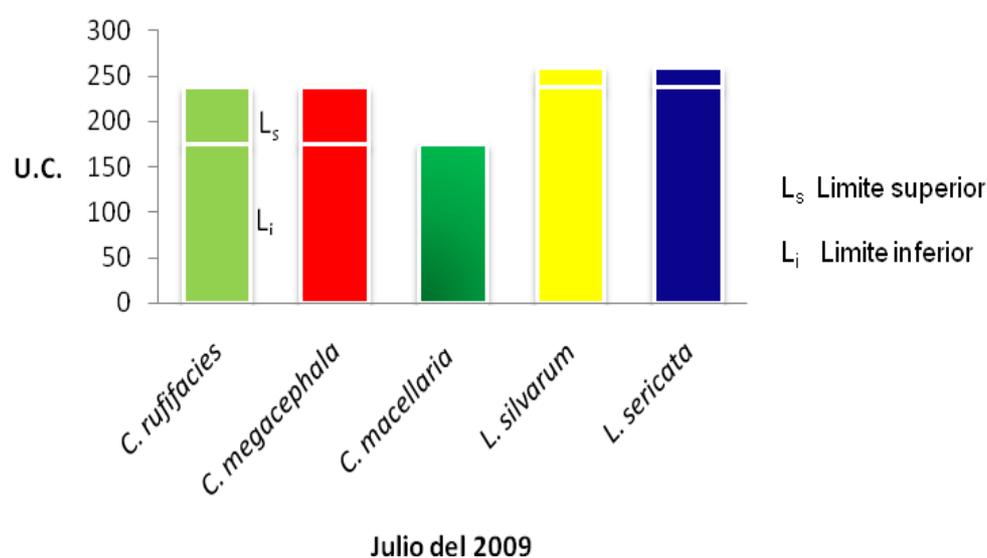


Figura 4. Intervalos de grados día (G.D) o unidades calor (U.C) acumuladas necesarias para el desarrollo desde huevo hasta la emergencia del adulto en verano.

5. DISCUSIÓN

El cálculo de los grados días (G.D.) o unidades calor (U.C.) necesario para el desarrollo de las especies de la familia Calliphoridae en las diferentes estaciones establecidas, es un dato importante, para medir el tiempo fisiológico requerido por un organismo para completar alguna etapa de desarrollo siendo un valor constante a temperatura fluctuante (Allen, 1976).

Kamal (1958), reporta un valor de 242 grados días o unidades calor para el desarrollo fisiológico de *Lucilia sericata*, así mismo Greenberg (1991), reporta una rango de de 173-215 G.D. Estos dos autores utilizaron un umbral mínimo 10 °C. En el presente trabajo se obtuvo un rango de 176 - 260.3 grados días en primavera y un rango de 237.8 - 260.3 G.D. en verano del 2009, para la misma especie coincidiendo en lo reportado por Kamal (1958) y Greenberg (1991).

Greenberg (1991), reporta que *Chrysomya rufifacies* tuvo un rango de 189 – 242 G.D. y *Cochliomyia macellaria* presentó un rango de 148 – 201 G.D. (umbral mínimo de temperatura 10 °C), mientras que Byrd y Butler (1996), reportaron que *Cochliomyia macellaria* presentó un rango de 137 – 157 G.D., así mismo Byrd y Butler (1998), reportaron que *Chrysomya rufifacies* tuvo un rango de 143 – 167 G.D. (Umbral mínimo de temperatura 10 °C). En el presente trabajo se obtuvo que *Chrysomya rufifacies* presentó un rango de 175.8 - 237.8 G.D. (Umbral mínimo de temperatura 10 °C) muy similar al presentado por Greenberg (1991), pero difiere al rango presentado por Byrd y Butler (1997), donde su rango de U.C. fue de 143 – 167 siendo más pequeño que el presentado en el trabajo.

Mientras que *Cochliomyia macellaria* presentó un valor de 175.8 G.D. (Umbral mínimo de temperatura 10 °C) este dato es muy similar al rango presentado por Greenberg (1991).

6. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrollo el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

Se acepta la hipótesis alterna.

Lucilia sericata resulto ser la especie más abundante durante la primavera del 2009.

Chrysomya rufifacies y *Chrysomya megacephala* resultaron ser las especies más abundantes durante el verano del 2009.

Se determinaron las medidas promedio en longitud y diámetro para las larvas de *Chrysomya rufifacies*.

Se determinaron los rangos de tiempo fisiológico en grados días (G.D.) o unidades calor (U.C.) para las especies colectadas y criadas en el laboratorio durante las estaciones de primavera y verano.

7. LITERATURA CITADA

- Allen, J.C. 1976. A modified sine wave method for calculating degree days. *Environ. Entomol.* 5:388-396
- Benecke M. 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Sci. Int.* 120:2-14.
- Byrd J.H., & J.F. Butler. 1996. Effects of temperature on *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) development, *J. Med. Entomol.* 33:901-905.
- Byrd J.H., & J.F. Butler. 1998. Effects of temperature on *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) development, *J. Med. Entomol.* 34: 353-358.
- Byrd J.H. & J.L. Castner. 2001. Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. CRC, Boca Ratón, FL, USA. 418 pp.
- Catts E.P. & M.L. Goff. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Annu. Rev. Entomol.* 37:253-272.
- Calderón-Arguedas, O., A. Troyo, y M. E. Solano. 2005. Sucesión de larvas de muscoideos durante la degradación cadavérica en un bosque pre montado húmedo tropical. *Rev. Biomed* 16: 79-85.
- Cheng K. (1890, Reprinted 1985). *Zhe yu gui jian bu* (Additional cases in the history of Chinese trials. (English Translation). Beijing, Chung-hua Shu Chu.
- De Pancorbo, M. M., R. Ramos, M. Saloña y P. Sánchez. 2006. Entomología molecular forense. *Ciencia Forense* 8:107-130.
- 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.
- Gennard, D. E. 2007. Forensic Entomology. An introduction. Chippenham, Wiltshire, UK, Wiley. 224 pp.
- Greenberg, B. 1991. Flies as forensic indicators, *J. Med. Entomol.* 28: 565-577.
- Goff, M. L. 2000. A fly for the prosecution. How insect evidence helps solve crimes. Cambridge, Massachusetts London, England, Harvard University Press. 225 pp.

- Higley L.G. & N.H. Haskell. 2001. Insect development and forensic entomology. In: Forensic Entomology. The utility of arthropods in legal investigations. In: Byrd JJ & JL Castner (eds) Forensic Entomology. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 287-302 pp.
- Insaurralde, D.R. 2003. Presencia de *Chrysomya albiceps*. [En línea] www.fundacionmedica.org.ar. [Fecha de consulta 01/12/09].
- Kamal, A. S. 1958. Comparative study of thirteen species of sarcosaprophagous Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera). I. Bionomics, Ann, Entomol. Soc. Am. 51: 261-270.
- Kun M., A. Kreiter & L. Semenas. 1998. Myiasis gastrointestinal humana por *Eristalis tenax*. Revista de Saúde Pública 32(4):367-369.
- Magaña, C. 2001. La Entomología forense y su aplicación a la Medicina Legal. Data de la muerte. Bol. S.E.A. (28):49-57.
- Maldonado, M. A. 2002. Entomología forense. Definición, generalidades y fauna relevante. [En línea] http://www.entomologiaforense.unq.edu.ar/intro_es.htm. (Fecha de consulta 27/11/09).
- Oliva, A. 2007. Frecuencia y distribución temporal de moscas cadavéricas (Diptera) en la ciudad de Buenos Aires Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., n. s. Buenos Aires, Argentina 9:5-14.
- Paper, T., M. Wolff y E. C. Amat. 2004. Los califóridos, éstridos, rinofóridos y sarcófagidos (Diptera: Calliphoridae, Oetridae, Rhinophoridae, Sarcophagidae) en Colombia. Biota Colombiana 5(2):201-208.
- Pérez V., D.D. 2007. Dípteros necrófagos en el área urbana de San Nicolás de los Garza, Nuevo León. UANL, Fac. de Ciencias Biológicas. Tesis Licenciatura. 91pp.
- Piera i P., J. A. 2009. Entomología Forense. [En línea] www.alfredopiera.es/publicaciones/radiologiaforense.pdf [Fecha de consulta 08/12/09].

- Romero-Cabello R., J.T. Sánchez-Vega, J. Tay-Zavala, D. Ruiz-Sánchez y L. Calderón-Romero. 2004. Miasis asociada a síndrome de complejo vascular periférico. *Parasitol. Latinoam.* 59:159-161.
- Solís M.I. 2007. Las moscas. Museo de Insectos Centro de Investigación en Protección de Cultivos. Escuela de Agronomía. La Nación San José. Costa Rica. 9 pp.
- Stephano-Vera, D. I., R. Vázquez-Saucedo, P. Díaz, E. Villagómez-Jasso, V. A. Rodríguez-Castro y H. Quiroz-Martínez 2009. Reportes de insectos asociados a cadáveres en el estado de Nuevo León, México. *Entomología Mexicana* 8:759.
- Triplehorn C. A. & N. F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insect.* Belmont, C.A. USA, Peter Marshall. 864 pp.
- Valdés P., M. T. 2009. Estudio inicial de insectos sobre carroña de cerdo en una área semidesértica de Coahuila. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. 218 pp.
- Vergara-Pineda, S., H. De León-Muzquiz, O. García-Martínez, M. Cantú-Sifuentes, H. B. Muhammad y J. K. Tomberlin. 2009. Comportamiento de arribo de moscas necrófagas (Díptera: Calliphoridae) a un cadáver humano. *Entomología Mexicana* 8:792.
- Visciarelli E., S. Costamagna, L. Lucchi y N. Basabe. 2007. Miasis Humana en Bahía Blanca, Argentina. Período 2000/2005. *Neotropical Entomology.* 36(4):605-611.
- Wells, J.D. & L.R. Lamotte. 2001. Estimating the postmortem interval. In: *Forensic Entomology. The utility of arthropods in legal investigations.* Byrd JH & JL Castner (eds). CRC Press. Boca Raton. 263-286 pp.
- Whitworth, T. 2006. Keys to the genera and species of blow flies (Díptera: Calliphoridae) of America North of Mexico. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 108(3):689-725.
- Yusseff V, S. Z. 2006. Entomología Forense: los insectos en la escena del crimen. *Revista Luna Azul:* 1-8.

Yusseff V., S. Z. 2007. Efectos de la temperatura sobre el desarrollo de *Chrysomya rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* (Díptera: Calliphoridae), dos especies importantes para la entomología forense en Puerto Rico. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico. Mayaguez Puerto Rico. 98 pp.