

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Ciclo vital y curvas de crecimiento de
Chrysomyamegacephala y *Lucilia eximia*(Diptera:
Calliphoridae)**

POR:

ELIDA BERENICE LIMÓN REYES

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

ABRIL DE 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

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

EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

PRESIDENTE:

Ma. Teresa Valdés

Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga

VOCAL:

Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

VOCAL:

Ing. Fabián García Espinoza

Ing. Fabián García Espinoza

VOCAL SUPLENTE:

Bertha A. Cisneros Flores

Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:

Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

ABRIL DE 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

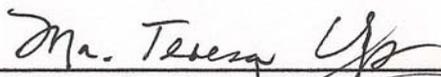
Ciclo vital y curvas de crecimiento de *Chrysomya megacephala* y *Lucilia eximia* (Diptera: Calliphoridae)

POR:

ELIDA BERENICE LIMÓN REYES

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:


Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga

ASESOR:


Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

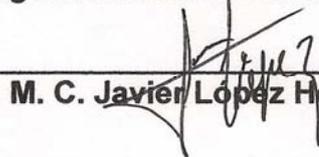
ASESOR:


Ing. Fabián García Espinoza

ASESOR:


Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores

ASESOR:


M. C. Javier López Hernández

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:


Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

ABRIL DE 2011

AGRADECIMIENTOS

A mi **Alma Mater**, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ser parte fundamental de mi formación académica.

A la **Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga**, quien me oriento y me brindo la oportunidad de trabajar con ella, en su proyecto tan interesante de entomología forense.

A mis **maestros**, por la enseñanza impartida, en especial al M.C. Javier López Hernández, Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos, Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores, Ph.D. Vicente Hernández H. y al M.C. Sergio Hernández R.

Al **Ing. Fabián García-Espinoza**, quien estuvo en este proyecto apoyándome haciendo ésta tesis tan suya como mía.

A mis **compañeros de clase**, Ramón, Oscar, Enrique, Adelfo, Martín, por ser buenos amigos y a mis compañeros de generación 2006-2010.

A mis **amigos de Veterinaria**, que estuvieron conmigo todos estos años compartiendo muchas cosas.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Ma. Guadalupe Reyes Duran y Jesús Limón Marentes, por ser los mejores padres. Quienes toda la vida han estado guiándome, y ahora gracias a ellos termino mi carrera.

A mi hermano:

David Limón Reyes, que aunque todos los días discutimos, es el hermano que siempre quise tener.

RESUMEN

Durante los meses de febrero, mayo y julio del 2010 se estableció un experimento dividido en tres etapas, en el campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna para obtener curvas de crecimiento y calcular el ciclo vital de dos especies de la familia Calliphoridae. La especie *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) sólo se presentó durante el mes de febrero, mientras que *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794), se presentó durante las tres etapas del experimento. Se colectaron oviposturas de *Ch. megacephala* en el laboratorio, midiendo la longitud y diámetro de las larvas, registrando los estadios larvales y se proyectaron curvas de crecimiento. Así mismo, se calcularon las unidades calor necesarias para el desarrollo desde huevo hasta adulto de la especie *Ch. megacephala*.

Palabras clave: Entomología forense, Calliphoridae, grados día, desarrollo larval, tiempo fisiológico.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos específicos	3
Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Concepto y generalidades de la entomología forense	5
2.2. La Importancia de la Determinación del IPM	6
2.2.1. Desarrollo larval y el IPM	7
2.2.2. Desarrollo del insecto y la entomología forense	8
2.3. Función de los dípteros dentro de la entomología médico-legal	9
2.4. Calliphoridae, taxón principal en estudios de sucesión	10
2.5. Biología de califóridos y curvas de crecimiento larval	12
2.5.1. Adulto	13
2.5.2. Huevos	13
2.5.3. Larva	14
2.5.4. Pupación y requerimientos para el ciclo vital de califóridos	15
2.6. Taxonomía de la familia Calliphoridae	16
2.7. Dípteros que causan miasis	17
2.8. Debridación de heridas con larvas de califóridos	17
2.9. Especies más importantes de califóridos en la Comarca lagunera	19

2.10. Descripción de <i>Chrysomyamegacephala</i>	19
2.11. Descripción de <i>Luciliaeximia</i>	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Estudio preliminar	22
3.2. Primera etapa (carcasas de pollo)	23
3.3. Segunda etapa (cabezas de cerdo)	23
3.4. Manejo y cuidado de adultos en laboratorio.....	24
3.5. Fijación y medición de larvas	25
3.6. Manejo de datos.....	26
4. RESULTADOS	27
4.1. Estudio preliminar	27
4.2. Primera etapa.....	27
4.2.1. Curvas de crecimiento de larvas de la masa 2	28
4.2.2. Curvas de crecimiento de larvas de la masa 14	28
4.2.3. Crecimiento acumulado de las masas 2 y 14	29
4.2.5. Desarrollo de en base a Unidades Calor Acumuladas (UCA).....	31
4.3. Segunda etapa.....	32
4.3.1. Curvas de crecimiento de cinco larvas de la masa 4.....	32
4.3.2. Curva de crecimiento de larvas de la masa 14	33
4.3.4. Crecimiento acumulado de masas 4 y 14	34
4.3.5. Desarrollo en base a UCA de las masas 4 y 14	35
4.4. Observaciones	37
5. DISCUSIÓN.....	38
6. CONCLUSIONES	40
7. RECOMENDACIONES.....	41
8. LITERATURA CITADA	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de coordenadas en el terreno del experimento	22
Figura 2. Carcasas de pollo en utilizadas como necrotrampas en mayo del 2010	23
Figura 3. Cabezas de puerco puestas en julio de 2010 para coleccionar califóridos	24
Figura 4. Captura de adultos durante la segunda etapa del experimento en julio de 2010	24
Figura 5. Los adultos traídos del campo se aletargaban con CO ₂ para separarlos por especie	25
Figura 6. Las mediciones de las larvas con vernier y microscopio estereoscópico	26
Figura 7. Curvas de crecimiento promedio de larvas de <i>Ch. megacephalaen</i> mayo del 2010	28
Figura 8. Curvas de crecimiento promedio de larvas de <i>Ch. megacephalaen</i> mayo del 2010	29
Figura 9. Curvas de crecimiento acumulado de larvas de <i>Ch. megacephalaen</i> mayo del 2010	30
Figura 10. Curvas de crecimiento acumulado de larvas de <i>Ch. megacephalaen</i> mayo del 2010	30
Figura 11. Unidades calor acumuladas para el desarrollo <i>Ch. megacephalaen</i> mayo del 2010 (masa 2)	31
Figura 12. Unidades calor acumuladas para el desarrollo <i>Ch. megacephalaen</i> mayo del 2010 (masa 14)	32
Figura 13. Curvas de crecimiento promedio de larvas de <i>Ch. megacephalaen</i> julio del 2010	33
Figura 14. Curvas de crecimiento promedio de larvas de <i>Ch. megacephalaen</i> julio del 2010	34
Figura 15. Curvas de crecimiento acumulado de la masa 4 de <i>Ch.</i>	

	<i>megacephala</i> en julio del 2010	34
Figura 16.	Curvas de crecimiento acumulado de larvas de la masa 14 de <i>Ch. megacephala</i> en julio del 2010	35
Figura 17.	Unidades calor de la masa 4 de larvas de <i>Ch. megacephala</i> en julio del 2010	36
Figura 18.	Unidades calor de la masa 14 de larvas de <i>Ch. megacephala</i> en julio del 2010	37

1. INTRODUCCIÓN

La entomología forense estudia artrópodos asociados al proceso de descomposición cadavérica, lo que convierte a esta ciencia en una herramienta útil para esclarecer incógnitas que rodean a los cadáveres encontrados en circunstancias particulares (Yusseff, 2007).

La entomología forense proporciona indicios aplicables a casos civiles y criminales sobre la biología de los insectos y ha sido usada y aceptada en foros legales en todo el mundo. Esta ha sido categorizada en entomología forense médico-legal, entomología forense urbana y entomología forense de productos almacenados. La entomología forense médico-legal se distingue de las otras ya que sus estándares de indicios son gobernados por el derecho penal, mientras que las otras dos son juzgadas bajo estándares de indicios menos estrictos del derecho civil (Williams & Villet, 2006).

El Intervalo Post Mortem (IPM) consiste en la estimación de los tiempos máximo y mínimo probables que tienen lugar entre el deceso de un cuerpo y el hallazgo de su respectivo cadáver (Catts, 1992).

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

El método más utilizado consiste en estimar la edad de las larvas de dípteros colectados sobre cadáveres, por lo que es esencial para los entomólogos forenses

conocer precisamente la tasa de desarrollo de las especies necrófagas (Yusseff, 2007).

Existen dos métodos para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte usando la evidencia de los insectos. El primero utiliza la edad de las larvas y la tasa de desarrollo. El segundo método utiliza la sucesión de insectos en la descomposición del cuerpo. Por lo general, en las primeras fases de la descomposición las estimaciones se basan en el estudio del crecimiento de una o dos especies de insectos, particularmente dípteros, mientras que en las fases más avanzadas se utiliza la composición y grado de crecimiento de la comunidad de artrópodos encontrada en el cuerpo y se compara con patrones conocidos de sucesión de fauna para el hábitat y condiciones más próximas (Magaña, 2001).

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 (Yusseff, 2009).

El desarrollo de las larvas tarda varios días dependiendo tanto 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. 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,

intersestaría con la curva de crecimiento directamente sobre la edad de la larva (Yusseff, 2009).

El conocimiento del ciclo de vida y tasa de desarrollo de las principales especies de dípteros colonizadoras de cadáveres para cada región específica son de suma importancia en entomología forense. El propósito de esta investigación fue producir curvas de crecimiento para las especies de *Chrysomyamegacephalay Lucilia eximia*(Díptera: Calliphoridae) en laboratorio a partir de huevos de adultos colectados en campo, así como determinar las Unidades Calor necesarias para completar su ciclo vital.

Objetivos

Objetivo General

Contribuir al conocimiento sobre el desarrollo de dípteros de interés forense e incrementar la base de datos de fauna sarcosaprófaga en la Región Lagunera de Coahuila.

Objetivos específicos

Colectar adultos con una madurez sexual completa y/o hembras grávidas en campo y reproducirlos en el laboratorio.

Criar las especies de la familia Calliphoridae desde huevo hasta adulto y obtener datos sobre el crecimiento y desarrollo de éstas.

Producir curvas de crecimiento comparadas entre tiempo real y unidades calor acumuladas necesarias para el desarrollo de las especies en distintas épocas del año.

Hipótesis

Ho: Las variaciones de temperatura no tienen efecto alguno sobre el desarrollo de *Ch. megacephala* y *L. eximia*.

Ha: El ciclo vital de *Ch. megacephala* y *L. eximia* es influenciado por las condiciones climáticas en especial por la temperatura y se verá reflejado en su desarrollo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Concepto y generalidades de la entomología forense

La Entomología Forense tiene como propósito conocer a los artrópodos asociados a los cadáveres. Esta ciencia combina conocimientos entomológicos con los de medicina legal para intentar esclarecer incógnitas que presentan cadáveres encontrados en circunstancias particulares, para determinar el tiempo transcurrido entre la muerte y el hallazgo de un cadáver conocido como intervalo postmortem. (Yusseff, 2007).

Para el desarrollo de la Entomología Forense es necesario el estudio de la sucesión faunística en cadáveres humanos directamente en el campo. Sin embargo, debido a las objeciones éticas y morales en el uso de cadáveres como modelos de estudio, se hace inevitable el empleo de animales que permitan determinar la intervención de insecto en la descomposición, así como la realización de estudios holoecológicos (Liria, 2006).

Marvárez-Cardozo *et al.* (2005), señalan que la entomología forense se remonta al año 1235 D. C. cuando el investigador chino SungTz'ú escribió un libro titulado "TheWashingAway of Wrongs". 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. Su fundamento es el estudio de los insectos aplicado a cualquier procedimiento legal, en particular asociado con la investigación de casos criminales (Maldonado, 2002).

2.2. La Importancia de la Determinación del IPM

Uno de los aspectos más importantes de la entomología forense es la estimación del intervalo postmortema partir de las evidencias entomológicas encontradas, o a partir del grado de desarrollo de la fauna instalada sobre el cadáver. Para poder evaluar cualquiera de estos supuestos, es fundamental conocer la composición faunística sarcosaprófaga del área en cuestión (Arnaldos *et al.*, 2006).

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. La determinación de la especie que coloniza a un cadáver, puede contribuir para determinar el final del intervalo (Gennard, 2007).

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).

2.2.1. Desarrollo larval y el IPM

En casi todos los casos, una muestra de los insectos colectados se fijan y preserva para ser usados en la estimación del IPM basado en datos entomológicos, mientras que otra parte de la muestra tomada puede ser criada hasta el estado adulto para su identificación. El momento de preservación es el punto en el tiempo desde el cual uno puede calcular hacia atrás el tiempo de la muerte, y es muy importante documentar este tiempo como registro de la evidencia (Wells y Lamotte, 2010).

Si el modelo de referencia para el desarrollo de las especies es una curva de crecimiento, entonces la mejor estimación para la edad de una larva es el valor correspondiente a su tamaño en la curva. Esto es, una línea horizontal del valor de la longitud o peso de la larva que cruzara la curva de crecimiento directamente sobre su edad. Este cálculo es probablemente el más preciso si la intersección ocurre donde la curva de crecimiento es más inclinada, debido a que un pequeño cambio en el tamaño resulta en solo un pequeño cambio en la estimación de la edad. Las curvas de crecimiento larval, presentan un crecimiento lento durante los dos primeros instares larvales y una lenta disminución en tamaño entre la fase en que dejan de alimentarse en el tercer instares y la pupación. En estas regiones planas de la curva otra información puede ser tan útil como el tamaño para la estimación de la edad de la larva (Wells y Lamotte, 2010).

2.2.2. Desarrollo del insecto y la entomología forense

La observación clave respecto al desarrollo de los insectos es que el tiempo de desarrollo depende de la temperatura. Por supuesto el crecimiento y desarrollo de todos los organismos es dependiente de la temperatura, pero para los organismos con temperatura corporal constante, podemos hablar de desarrollo en términos de tiempo sin considerar explícitamente de la temperatura (Higley y Haskell, 2010).

Todo el crecimiento depende de la temperatura debido a que las reacciones bioquímicas que son las que determinan las bases del desarrollo, dependen en sí de las temperaturas mismas. Desafortunadamente, la idea de que el desarrollo es únicamente una función de enzimas limitantes de la tasa de crecimiento ignora la importancia potencial de otros factores, tales como la permeabilidad de la membrana. (Higley y Haskell, 2010).

Al hablar en términos gruesos, existen tres maneras de medir el desarrollo de los insectos: fisiológica, curvilínea y lineal. Sin embargo, el método fisiológico (basado en el modelo de Sharp y DeMichele) parece tener solo validez teórica comparado con el método curvilínea, así que puede ser más exacto hablar únicamente de dos métodos: curvilínea y lineal. La manera lineal se aproxima más de la curva de crecimiento como una línea, con cortes en temperaturas altas y bajas. Tanto el método curvilínea y lineal son métodos de regresión (Higley y Haskell, 2010).

Los modelos lineales de desarrollo asumen un incremento constante en la tasa de desarrollo con temperaturas que van en aumento. Mas allá asume que el desarrollo no ocurre debajo del umbral mínimo de temperatura, y una tasa de desarrollo constante ocurre por arriba de este hasta alcanzar el umbral máximo. Los

modelos lineales son más comúnmente llamados modelos de grados día debido a que el desarrollo es respecto a la temperatura encima del umbral mínimo de desarrollo multiplicado por el tiempo (Higley y Haskell, 2010).

Una vez que la temperatura se determina tanto a umbral mínima como los grados día acumulados para cada evento del ciclo de vida, solo resta calcular grados día con datos de temperaturas reales (Higley y Haskell, 2010).

Este modelo de grados días incluye la estimación del área por debajo de una curva de temperatura diaria que se encuentra por encima de la temperatura umbral mínima de desarrollo. Los registros de temperatura pueden proveer una determinación de grados días más exacta (Higley y Haskell, 2010).

El desarrollo termal del insecto es una herramienta poderosa de la entomología forense, e investigaciones adicionales mejoraran su utilidad. Dada la complejidad del desarrollo del insecto y los muchos factores que influyen sobre el desarrollo, la determinación del desarrollo del insecto es necesariamente un proceso de estimación. Con más investigaciones se espera que la variación en las estimaciones sea mínima (Higley y Haskell, 2010).

2.3. Función de los dípteros dentro de la entomología médico-legal

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).

Algunas moscas tienen características que las hacen únicas para ser utilizadas en la ciencia forense, la primera y más importante es su hábito alimenticio. Se alimentan directamente de cadáveres en su estado larvario. Los dípteros de mayor importancia pertenecen a las familias Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae (Valdés, 2009).

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 (Insaurralde, 2003).

Los Califóridos han sido utilizados en el área forense debido a que forman parte de las comunidades de artrópodos colonizadores de cadáveres y son el principal grupo de insectos que acuden a la escena de los crímenes (Ortega y Rueda, 2008).

2.4. Calliphoridae, taxón principal en estudios de sucesión

La entomología forense es una herramienta científica aplicada para el estudio de la sucesión de insectos o de artrópodos en la escena del crimen o que se asocian con un accidente o muerte natural a interpretar. Esta sucesión proporciona información para determinar límites mínimos y máximos del intervalo postmortem (Pérez, 2007).

Los insectos y otros invertebrados que colonizan cadáveres a medida que progresa la descomposición pueden proveer valiosa información concerniente al tiempo y forma en que ocurrió la muerte. Se pueden realizar determinaciones precisas, siempre y cuando los especímenes representativos sean colectados y preservados de forma apropiada (Lord y Estevenson, 1986).

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 *et al.*, 2005).

La abundancia de individuos del orden Díptera y en particular de la familia Calliphoridae forman parte de las primeras fases de sucesión (Liria, 2006). Estos insectos necrófagos aparecen después de comenzada la autólisis y la putrefacción, atraídos por el olor de gases emitidos en el proceso de degradación de los principios inmediatos (Yusseff, 2006).

Varios investigadores señalan la presencia de Dípteros de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae durante las tres etapas de descomposición (fresco, hinchado, decaimiento). (Magaña, 2001; Guarín, 2005).

Los miembros de la familia Calliphoridae y Dermestidae son los necrófagos de mayor importancia, siendo los más abundantes en todas las etapas de descomposición. Estas dos familias son las de mayor potencial forense. La primera ola de sucesión faunística está representada principalmente por la familia Calliphoridae. Esta familia es capaz de colonizar ambientes terrestres e inclusive acuáticos, principalmente durante la estación de verano (Iannacone, 2003).

2.5. Biología de califóridos y curvas de crecimiento larval

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

Los sexos en ocasiones con diferente quetotaxia de patas, ocasionalmente con marcada diferencia en color del cuerpo, de una longitud que va de 4.0-16.0 mm. Los machos en ocasiones son holópticos; facetas superiores del ojo no muy agrandadas, aunque con frons siempre más delgado que en la hembra, y sin setas orbitales y verticales externas (Shewell, 1987).

Las larvas crecen rápidamente, pasando por tres estadios larvales antes de alcanzar su tamaño final. Estas se crían juntas en grandes números y se mueven en torno al cadáver promoviéndose así, la diseminación de bacterias y secreción de enzimas, lo cual hace posible el consumo de los tejidos blandos del cadáver (Byrd y Castner, 2001).

La sucesión de insectos sobre carroña se ve afectada por muchos factores, entre los que destacan la región geográfica y las estaciones del año. La región geográfica define el hábitat, el tipo de suelo, la vegetación existente, las condiciones meteorológicas y la fauna que en ella habita (Anderson, 2001).

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 (Pape *et al.*, 2004).

2.5.1. Adulto

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

La mayoría de las hembras de Calliphoridae son ovíparas, incluyendo todas las conocidas por los humanos. Las especies comunes llamadas moscas azul botella o verde botella (Calliphorini, Luciliini) ovipositan en el interior de carnes frescas o cocinadas, pescado o productos lácteos y al aire libre en carcasas de todo tipo. Algunas de las mismas especies son atraídas también a excremento y por lo tanto pueden ser transmisoras de patógenos intestinales. Probablemente el daño económico más visible es causado por las larvas del llamado gusano barrenador del ganado (Chrysomiini, Phormiini, Luciliini) (Shewell, 1987).

2.5.2. Huevos

Longitud de 0.9-1.5 mm, ancho de 0.3-0.4 mm, de color blanco brillante, oscureciendo con la edad a grisáceo de forma ovoide alargada, ligeramente arqueado, en vista lateral plana o ligeramente cóncava y convexa dorso-ventralmente, corion con reticulado leve (Shewell, 1987).

2.5.3. Larva

De color amarillo pálido a blanco, anteriormente cilíndricas, o cónicas, por lo general cinco veces más largas que anchas. Segmentos con bandas excepto la primera, más o menos completa de pequeñas espinas reclinadas hacia delante; últimos cinco segmentos o más segmentos, con bandas de espinas proclinadasposteroventralmente; rara vez cutícula con prominentes espinas reclinadas uniforme, esqueletocefalofaríngeo bien desarrollado, mandíbulas con pares de ganchos fuertes (Shewell, 1987).

Las larvas de primer estadio miden alrededor 2 mm de largo, generalmente con la punta roma, labrum rudimentario y con ganchos en la mandíbula, a veces con mandíbulas fuertes y conectando con el borde vestigial o ausente. Mandíbulas vestigiales raramente con bordes grandes enganchados. Espiráculo anterior ausente o en parte con flecos de pelos finos (Shewell, 1987).

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

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

La mayoría de estas moscas están distribuidas por todo el mundo desde el norte de Nueva Zelanda hasta las islas subantárticas. Más de 1000 especies en cerca de 150 géneros son reconocidos, más de cuatro quintas partes de las especies y tres quintas partes de los géneros están restringidas al Viejo Mundo. La pobreza de la fauna del Nuevo Mundo es remarcable, especialmente en la región Neotropical,

para la cual James (1970) enlista menos de 100 especies válidas. En la última década varias especies de *Chrysomya* del Viejo Mundo tropical y subtropical se han introducido y establecido en el sur y centro de América, extendiéndose hasta el suroeste de Estados Unidos (Shewell, 1987).

Las larvas de la mayoría de los califóridos son vermiformes, con el cuerpo puntiagudo hacia adelante y con fuertes ganchos bucales. Las larvas de algunas especies del género *Chrysomya* poseen procesos carnosos que le dan una apariencia “peluda” (Byrd y Castner, 2001).

El desarrollo de las larvas tarda varios días dependiendo de la especie, de las condiciones ambientales, como del número de larvas presentes. A mayor temperatura y mayor humedad relativa el insecto se desarrollará más rápido. Por ejemplo, *Chrysomya rufifacies* tarda en pasar de huevo a adulto 612 horas a 15.6 °C, 289 horas a 25 °C y 180 horas a 32°C (Visciarelli et al., 2007).

2.5.4. Pupación y requerimientos para el ciclo vital de califóridos

Magaña (2001), menciona que los géneros de la familia Calliphoridae pueden encontrarse activos a partir de los 13 °C y realizan sus oviposuras principalmente en los pliegues del cuerpo, eclosionando entre las 10 y 52 horas de la puesta. El crecimiento de la larva dura entre 5 y 11 días y la pupación varía de forma importante ya que a unos 13 °C dura entre 18 y 24 días mientras que a temperaturas de 31 °C puede reducirse a entre 6 y 7 días. Es importante señalar que mientras los sacrofágidos pupan entre la ropa o en los pliegues del cuerpo y aprovechan los orificios naturales para sus puestas, los califóridos se entierran para realizar la pupación y prefieren hacer sus propios orificios.

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 aumenta 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, intersectaría con la curva de crecimiento directamente sobre la edad de la larva (Yusseff, 2006).

2.6. Taxonomía 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 Visciarelliet *al.* (2007), los califóridos se clasifican de la siguiente manera:

Dominio: Eukarya
Reino: Animalia
Phyllum: Arthropoda
Subphyllum: Mandibulata
Clase: Hexapoda-Insecta
Subclase: Pterigota

Orden: Diptera
Suborden: Brachycera
Familia: Calliphoridae
Subfamilias:
- Chrysominae
- Lucilinae
- Calliphorinae
- Melanomyinae

Chrysomyamegacephala se encuentra dentro de la subfamilia Chrysominae, mientras que *L. eximia* se halla en la subfamilia Lucilinae (Whitworth, 2006).

2.7. 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 especies capaces de producir miasis pueden reagruparse a su vez en tres grandes grupos (Torruella, 1997):

- Dípteros productores de miasis accidentales o facultativas.
- Dípteros productores de miasissemiobligadas o semiespecíficas.
- Dípteros productores de miasis obligadas.

El primer grupo, por su carácter accidental, carece de interés desde el punto de vista epidemiológico, cosa que no sucede con los restantes.

2.8. Debridación de heridas con larvas de califóridos

La utilización de organismos vivos para tratar enfermedades es una práctica cada vez más utilizada en el ámbito médico. La aplicación de larvas de moscas en

forma estéril y con el debido conocimiento científico del tema se conoce como terapia larval (Figueroa *et al.*, 2006).

La terapia larval es una tecnología antigua, empleada y reconocida en la década de los treinta, siendo popular su uso en muchos países de Europa y de Norte América. Actualmente, el uso de la terapia larval se ha venido incrementado en muchos países del mundo al establecerse como una tecnología sencilla, rápida y efectiva en el tratamiento de lesiones cutáneas. Los efectos benéficos de las larvas sobre las heridas se producen debido a la acción de varias sustancias que ellas secretan y excretan, participando en tres mecanismos fisiológicos diferentes: debridamiento, actividad antimicrobiana y estimulación del tejido de granulación (Rey *et al.*, 2008).

La terapia larval elimina el tejido necrótico, promueve el crecimiento tisular y mejora la velocidad de curación. Las moscas más comúnmente usadas en la terapia de larvas son las pertenecientes a la familia Calliphoridae, que comparten varias propiedades biológicas ventajosas. De este grupo, la especie con la que se trabaja es *Lucilia sericata* mosca de hábitos de alimentación necrófagos y una de las especies predominantes en la fauna cadavérica (Figueroa *et al.*, 2007).

La crianza de estas moscas necrófagas es técnicamente simple. Para su manejo adecuado es necesario conocer el ciclo evolutivo de la especie, así como de sus necesidades de alimentación, temperatura y humedad (Figueroa *et al.*, 2007).

Las larvas de la mosca *L. sericata* (Díptera: Calliphoridae) son consideradas como las más eficaces para ser empleadas en los tratamientos de terapia larval. Las características biológicas y etológicas que hacen a las larvas de *L. sericata* las más convenientes para utilizar en biocirugía incluyen su rápido desarrollo larval, la relativa

facilidad para criar estos insectos en condiciones de laboratorio y la continua disposición para la toma de los huevos y su esterilización (Rey *et al.*, 2008).

En nuestros días, la terapia larval es utilizada comúnmente por médicos de diferentes clínicas y hospitales en muchos países del mundo como Israel, Alemania, Inglaterra, Suiza, Suecia, Australia, Ucrania, Tailandia, los Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Perú, Chile y Argentina (Palacios, 2008).

2.9. Especies más importantes de califóridos en la Comarca lagunera

Valdés (2009), menciona que las especies dominantes de la familia Calliphoridae durante invierno-primavera en Coahuila resultaron ser *Lucilia sericata* (Meigen) y *Chrysomya rufifacies* (Maqcuart), aunque se colectaron y criaron hasta el estado adulto larvas *L. silvarum*, *L. cuprina* y un espécimen de *C. megacephala*. Para el período verano-invierno, la especie dominante fue *Chrysomya rufifacies*, aunque se colectaron individuos de las especies *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia eximia* y *Chrysomya megacephala*.

2.10. Descripción de *Chrysomyamegacephala*

Esta especie también es conocida como mosca oriental de la letrina. Esta mosca se encuentra ampliamente distribuida en las regiones de Asia, Sudáfrica y Sudamérica. Actualmente se encuentra bien establecida en el sur de los Estados Unidos. Los adultos tienen un cuerpo robusto a corto similar en apariencia a *C. rufifacies*, pero con una cabeza notablemente más grande. Los ojos son inusualmente grandes y una sombra muy prominente de color rojo, facilita su identificación en el campo (Byrd and Castner, 2001).

Las moscas adultas son atraídas por la carroña y alimentos dulces, así como por la orina y excremento, de ahí su nombre. Aunque *C. megacephala* tiene una marcada actividad durante la tarde. Esta especie es una de las primeras en estar activa en las horas de la madrugada y es una de las últimas especies de apartarse de la carroña al caer la noche (Byrd and Castner, 2001).

Una vez que los adultos se han establecido en la carroña, no son fácilmente perturbados. Los adultos también tienen la costumbre de entrar en las viviendas en busca de sitios de oviposición apropiada. Las larvas se alimentan principalmente de carroña, y la mosca adulta muestra una preferencia por los restos frescos. La carroña en descomposición seca tiene poco atractivo para esta especie. (Byrd and Castner, 2001).

2.11. Descripción de *Lucilia eximia*

A esta especie se le conoce como mosca de botella verde. Esta mosca de botella verde se encuentra en el sur de los Estados Unidos, incluyendo Texas, Louisiana, y Florida. Es similar en apariencia a *L. sericata* y *L. coeruleiviridis*. El adulto es de color azul verde metálico brillante, azul o púrpura con las patas de color negro a marrón oscuro. Las moscas adultas son atraídas por la carroña y frutos en descomposición, con las larvas en desarrollo sobre las mismas sustancias. Las larvas de *L. eximia* se encuentran típicamente en las primeras etapas de descomposición (Byrd and Castner, 2001).

Whitworth (2006) y Carvalho y Mello-Patiu (2008) se refieren a *L. eximia* como una mosca con palpos naranja a amarillo, no oscurecidos apicalmente; longitud de la cabeza al nivel de la lúnula de menos de la mitad de la altura de la cabeza; tercer

terguito abdominal con setas marginales no especialmente fuertes o erectas; basicostas cafés; abdomen usualmente uniformemente metálico; una hilera completa de setas postoculares negras; dilatación genal y parafacial mayormente café claro a naranja, con vestidura rojiza a café claro; vitta frontal en el macho muy estrecha, placas frontales tocándose, o casi tocándose, frons, en la parte más estrecha, $0.035 (0.03-0.04)/10$ del ancho de la cabeza; final distal de cerco casi paralelo cuando es visto desde atrás, surestilo con setas rizadas densas; frons de la hembra más estrecho $0.25 (0.24-0.28)/9$ del ancho de la cabeza, en parte más estrecha; escleritos subcostal sobre el vientre del ala solo con pubescencia; basicosta naranja o negra; palpo naranja o negro; triángulo ocelar de la hembra pequeño, sin alcanzar la mitad de la distancia a la lúnula; ala con vena M distintamente curvada y sección basal de la vena tallo en vista dorsal sin sétulas; espiráculo posterior con dos opérculos; ámpula mayor oval; calípter inferior desnudo en la superficie dorsal; parafacial enteramente desnuda; únicamente dos setas acrosticales dorsocentrales.

2.12. Entomología forense en México

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).

Debido a que la fauna entomológica de las regiones templadas es muy distinta a las zonas tropicales y semidesérticas, muchos de los ciclos de vida de los insectos necrófagos son poco conocidos (Torrez, 2006).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro–Unidad Laguna, ubicada en el Ejido San Antonio de los Bravos, municipio de Torreón, Coahuila. La Comarca Lagunera se sitúa en un área biogeográfica denominada como Desierto Chihuahuense. El clima predominante en la Región Lagunera es semidesértico con lluvias muy escasas durante el verano; con una elevación de 1120 msnm, registrándose precipitaciones anuales de 250 mm.

3.1. Estudio preliminar

El estudio preliminar fue establecido el día 1 de febrero, a las 9:30 hrs., en el campo experimental de la UAAAN – UL con coordenadas 25°33'23" N y 103°21'59" W (Figura 1). Esta etapa se realizó para determinar el cebo ideal que sería usado como necrotrampa en las etapas subsecuentes del experimento. Se colocaron 3 cebos diferentes (carcasa de pollo, cabeza de cerdo e hígado de res). Se protegieron los cebos con jaulas de armazón de varilla de 3/8" de 0.75 m x 0.6 m x 0.5 m recubierta con malla pajarera, éstas se anclaron con una varilla de 1/4" de 0.60 m de longitud, lo anterior para evitar daños por mamíferos y aves carroñeras.



Figura 1. Ubicación de coordenadas en el terreno del experimento.

3.2. Primera etapa (carcasas de pollo)

Durante la primavera del 2010 se colocaron en el mismo sitio que el estudio preliminar 4 carcasas de pollo que fueron utilizadas como necrotrampas donde se colectaron adultos y/o hembras grávidas de Calliphoridae que se llevaron al laboratorio para colectar huevecillos (Figura 2).



Figura 2. Carcasas de pollo en utilizadas como necrotrampas en mayo del 2010.

3.3. Segunda etapa (cabezas de cerdo)

En esta etapa, durante el verano del 2010, fueron colocadas cuatro cabezas de cerdo como necrotrampas en los jardines del Departamento de Parasitología (25°33'18" N, 103°22'26" W) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna ubicada en el ejido San Antonio de los Bravos, Municipio de Torreón, Coahuila (Figura 3).



Figura 3. Cabezas de puerco puestas en julio de 2010 para coleccionar califóridos.

En las necrotrampas de la 1ª y 2ª etapa se realizó la colecta de adultos en campo. Las colectas se realizaron a partir del tercer día después de haber colocados los cebos (Figura 4). Para poder atrapar a los adultos de una manera más fácil se usó una especie de jaula hecha con armazón de madera y cubierta con tela de tul. Después de ser colectados los adultos fueron llevados al laboratorio.



Figura 4. Captura de adultos durante la segunda etapa del experimento en julio de 2010.

3.4. Manejo y cuidado de adultos en laboratorio

Los adultos atrapados en campo, fueron llevados al laboratorio de Parasitología de la UAAAN–UL, para poder separarlos por especie. Se aletargaron

con CO₂ en una cámara de gases, exponiendo los especímenes de 7-10 minutos al CO₂ (Figura 5). Después de separar a los adultos por especie en el laboratorio, fueron llevados al cuarto de cría. Cada especie fue colocada en una jaula diferente para facilitar su manejo, se les proporcionaba como alimento una solución de miel y agua (a razón de 2:10). Como sustrato para que las moscas ovipositaran se les colocó alrededor de 200 g de carne de res cubierto con papel aluminio formando una especie de abertura para simular las cavidades oscuras donde ellas prefieren ovipositar de manera natural (Yusseff, 2007).



Figura 5. Cámara de CO₂ para aletargar adultos colectados y poder separarlos por especie.

3.5. Fijación y medición de larvas

De las masas de huevecillos obtenidas se obtuvieron larvas, y éstas se siguieron manteniendo y alimentando según la metodología mencionada. De estas poblaciones larvales se extraían muestras de 5 individuos cada 4 horas las cuales eran fijadas en agua caliente (hirviendo) y posteriormente se colocaron en tubos de ensayo con etanol al 70%. Poco después se midieron las larvas que estaban conservadas en etanol. Se obtuvieron medidas de largo y ancho de los especímenes. Las mediciones se llevaron a cabo con ayuda de un vernier mecánico, colocando las

larvas en cajas Petri y fueron observadas mediante el microscopio estereoscópico; además se observó el cambio de instar larval (Figura 6). Estas observaciones y mediciones se realizaron hasta que se observaba que las larvas se encontraban en estado de prepupa. Cabe mencionar que se llevó un registro de las temperaturas (máximas y mínimas) en el cuarto de cría.



Figura 6. Mediciones de las larvas con vernier y microscopio estereoscópico.

3.6. Manejo de datos

De los datos obtenidos a partir de las mediciones de las larvas durante su desarrollo, se procedió a proyectar las curvas de crecimiento por especie, así como también se calcularon las Unidades Calor acumuladas respecto a las temperaturas registradas en el cuarto de cría. Para esto se utilizó el programa DDU desarrollado por la Universidad de California.

4. RESULTADOS

4.1. Estudio preliminar

Al terminar con las colectas realizadas durante el estudio preliminar se analizaron tanto la abundancia como la diversidad de los especímenes encontrados. De acuerdo a la abundancia se determinó que en las dos etapas siguientes del estudio se utilizaría carcasas de pollo y cabezas de puerco; descartándose de esta manera como cebo útil el hígado de res, debido a que las moscas no acudieron y tampoco se colectaron huevecillos ni larvas.

Durante esta etapa, establecida en el mes de febrero del 2010, se colectarán especímenes adultos y larvas de *Ch. rufifacies*, *Ch. megacephala*, *Co. macellaria*, *L. sericata*, *L. eximia* y muy pocos especímenes de *L. silvarum*.

4.2. Primera etapa

Durante el establecimiento de esta etapa del estudio se colocaron cuatro carcasas de pollo a partir de las cuales se colectaron hembras grávidas que fueron llevadas al laboratorio para ovipositar. Se obtuvieron dos masas de huevecillos sobre carne de res (sustrato alimenticio) el día 8 mayo del 2010.

Se colectaron en esta etapa únicamente 4 masas de huevos, de los cuales las masas 3 y 15 presentaron cierta incongruencia debido al criterio utilizado en las mediciones, utilizando por lo tanto, para efectos de proyección de las curvas los datos tomados de las masas 2 y 14.

Se realizaron mediciones de cinco larvas cada cuatro horas, de las cuales se presentan los promedios tanto en longitud como en diámetro. Para el caso de la

masa 2 se midieron alrededor de 95 larvas; mientras que para la masa 14 se midieron un total de 80 larvas desde la eclosión hasta la etapa migrante.

4.2.1. Curvas de crecimiento de larvas de la masa 2

A continuación, en la Figura 7 se puede observar el crecimiento promedio de cinco larvas de *Ch. megacephala*. Destacan algunos puntos en donde se observa una disminución tanto en longitud como en diámetro. El punto en la gráfica con la caída más pronunciada en cuanto a la longitud, coincide con el cambio de segundo a tercer instar; también se observa una disminución en el momento en que la larva pasa a su etapa migrante (prepupa), respectivamente.

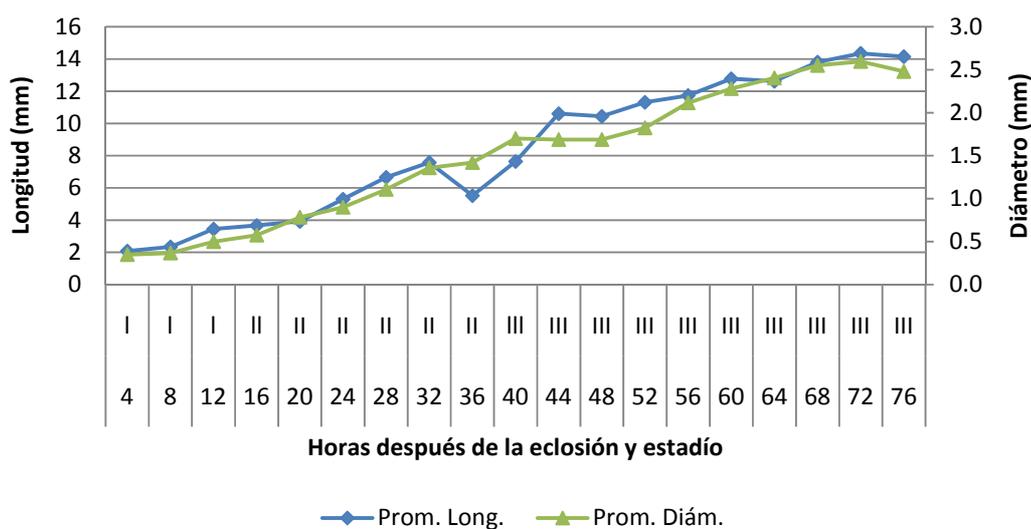


Figura 7. Curvas de crecimiento promedio de larvas de *Ch. megacephala* en mayo del 2010.

4.2.2. Curvas de crecimiento de larvas de la masa 14

En la Figura 8 muestra las curvas de crecimiento que resultaron ser similares a las observadas en la Figura 7. También existen disminuciones en cuanto a longitud y diámetro. Aunque las masas 2 y 14 fueron colectadas en la misma época del año se

desarrollaron con algunas diferencias, es decir, mientras que para las larvas de la masa 2 se necesitaron 76 horas para llegar a pupar, para la masa 14 sólo fueron necesarias 64 horas.

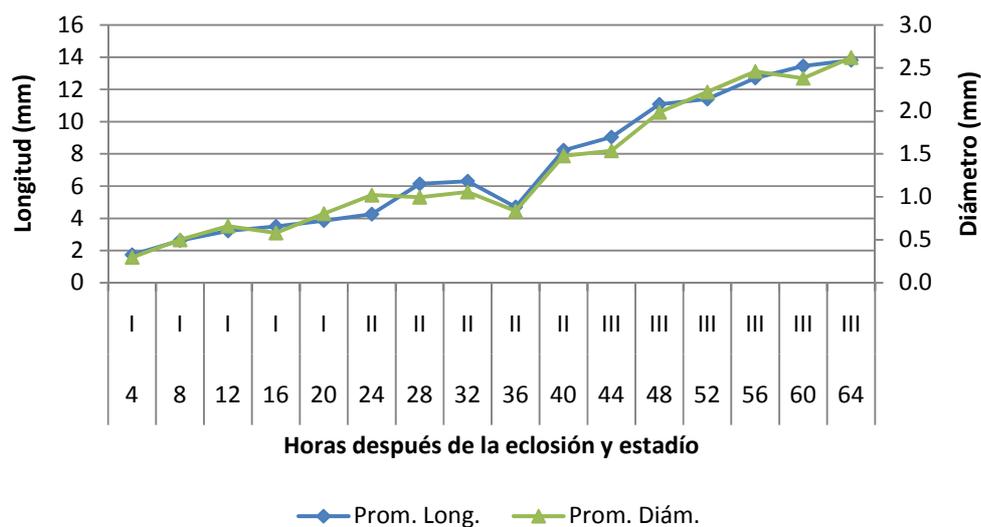


Figura 8. Curvas de crecimiento promedio de larvas de *Ch. megacephala* en mayo del 2010.

4.2.3. Crecimiento acumulado de las masas 2 y 14

Durante el mes de mayo se registró una temperatura promedio mensual dentro del cuarto de cría de 28.92 °C.

La Figura 9 muestra dos curvas de crecimiento acumulado, tanto en longitud como en diámetro de las larvas de la masa 2.

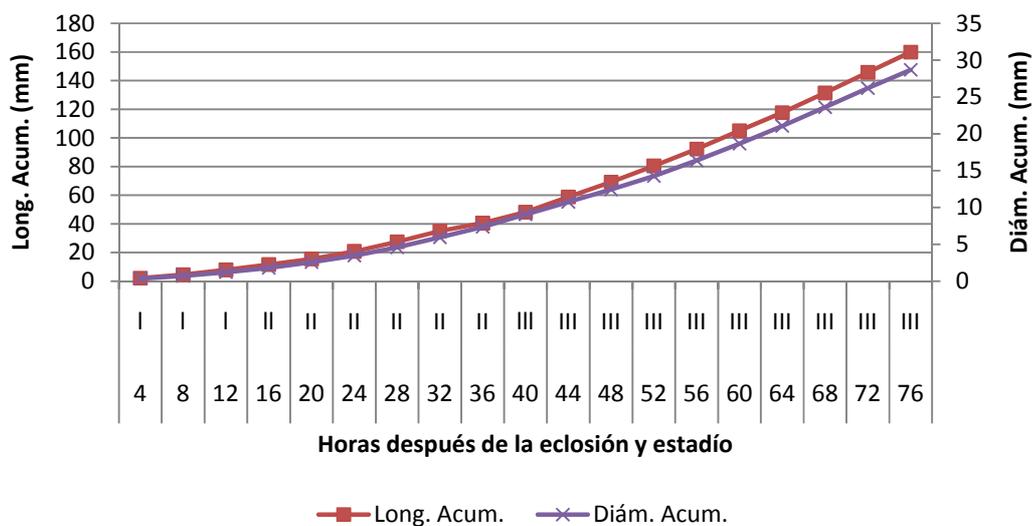


Figura 9. Curvas de crecimiento acumulado de larvas de *Ch. megacephalaen* mayo del 2010.

La Figura 10 presenta dos curvas de crecimiento acumulado (longitud y diámetro) para las larvas de la masa número 14.

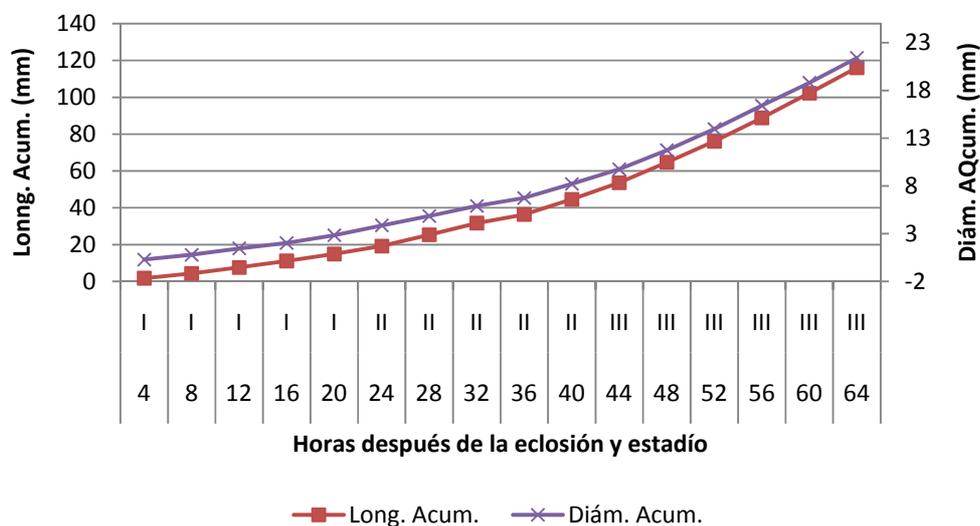


Figura10. Curvas de crecimiento acumulado de larvas de *Ch. megacephalaen* mayo del 2010.

Si bien existieron disminuciones en longitud y diámetro, puede decirse que el crecimiento es progresivo, tal como se observa en las dos figuras anteriores.

4.2.5. Desarrollo de en base a Unidades Calor Acumuladas (UCA)

Las Figuras 11 y 12, indican las unidades calor (grados día) necesarias para completar el ciclo vital de *Ch. megacephala*, así como las unidades calor que se requieren para pasar de un instar a otro. Las unidades calor fueron calculadas mediante el método de seno simple con el programa DDU 2.0 (Degree-Day Utility), tomando en cuenta una temperatura umbral mínima de 7 °C y una temperatura umbral máxima de 50 °C con corte horizontal. Las masas 2 y 14 se desarrollaron en el período de tiempo que abarcó del 8 al 16 de mayo del 2010, durante el cual se registró una temperatura promedio de 28.78°C.

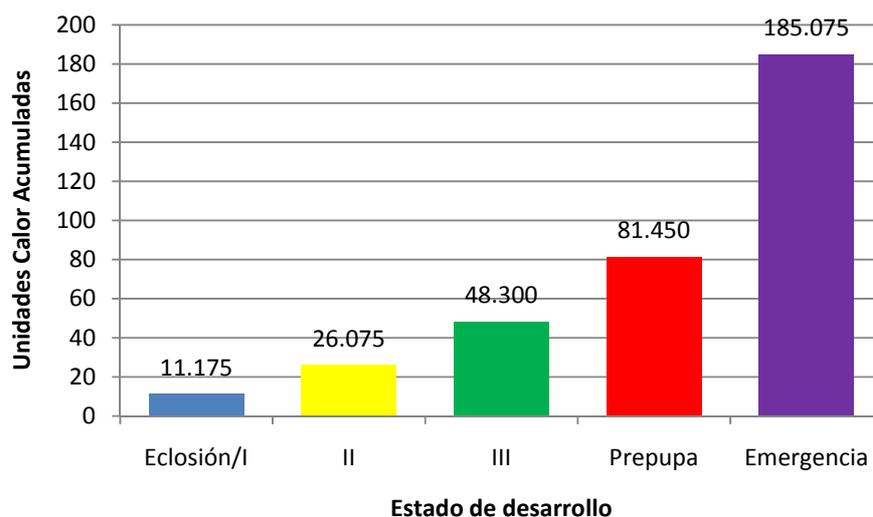


Figura 11. Unidades calor acumuladas para el desarrollo *Ch. megacephala* en mayo del 2010 (masa 2).

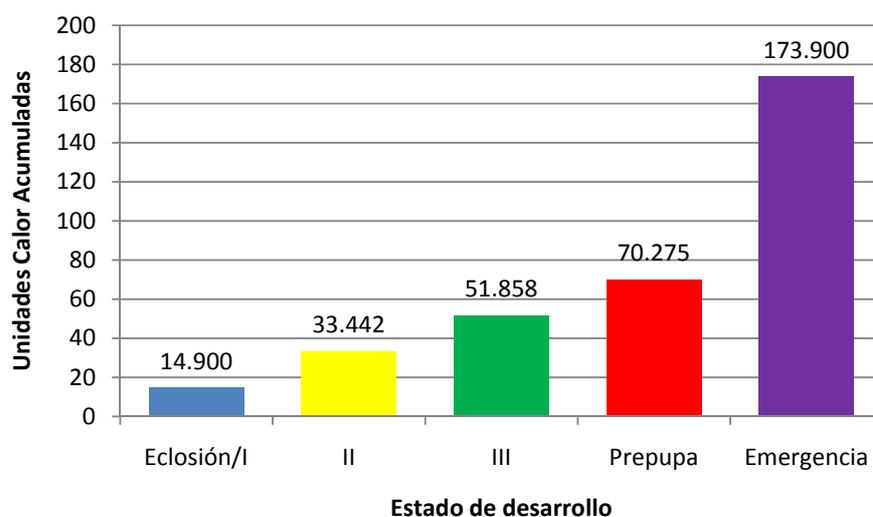


Figura 12. Unidades calor acumuladas para el desarrollo *Ch. megacephala* en mayo del 2010 (masa 14).

4.3. Segunda etapa

Durante el establecimiento de esta etapa del estudio, se colocaron cuatro cabezas de puerco a partir de las cuales se colectaron hembras grávidas que fueron llevadas al laboratorio para ovipositar. Los datos que a continuación se presentan fueron tomados de las masas de huevecillos foliados con los números 4 y 14.

4.3.1. Curvas de crecimiento de cinco larvas de la masa 4

En la Figura 13 se puede observar el crecimiento promedio de cinco larvas de *Ch. megacephala*, colectadas a partir de masas depositadas sobre carne de res en el Laboratorio de Parasitología.

Se observa una curva muy dispareja en lo que se refiere a la longitud, esto pudo deberse a errores de medición o bien a la disponibilidad de alimento para las masas de larvas en el laboratorio.

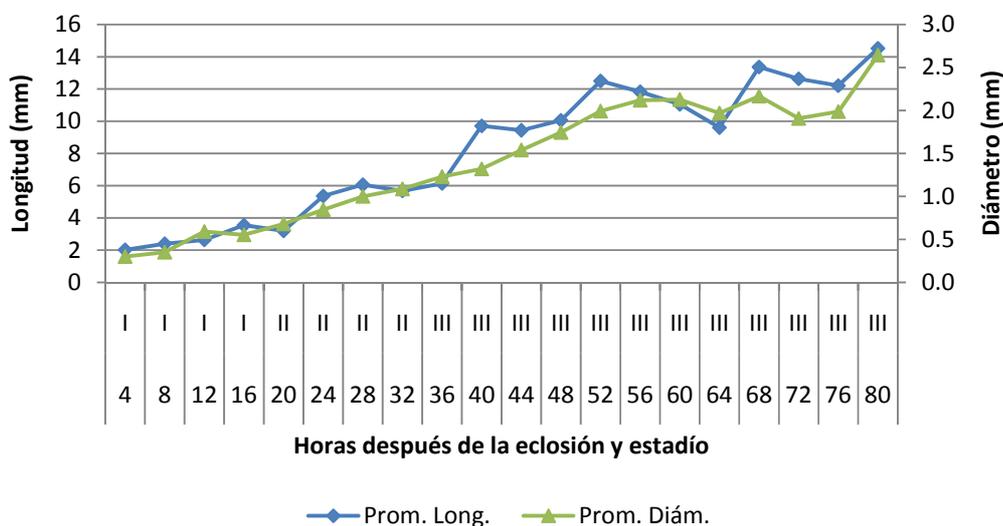


Figura 13. Curvas de crecimiento promedio de larvas de *Ch. megacephala* en julio del 2010.

4.3.2. Curva de crecimiento de larvas de la masa 14

El promedio de mediciones de larvas (longitud y diámetro) de *Ch. megacephala* observan en la Figura 14. Se pueden apreciar dos caídas en las dimensiones durante el desarrollo larval.

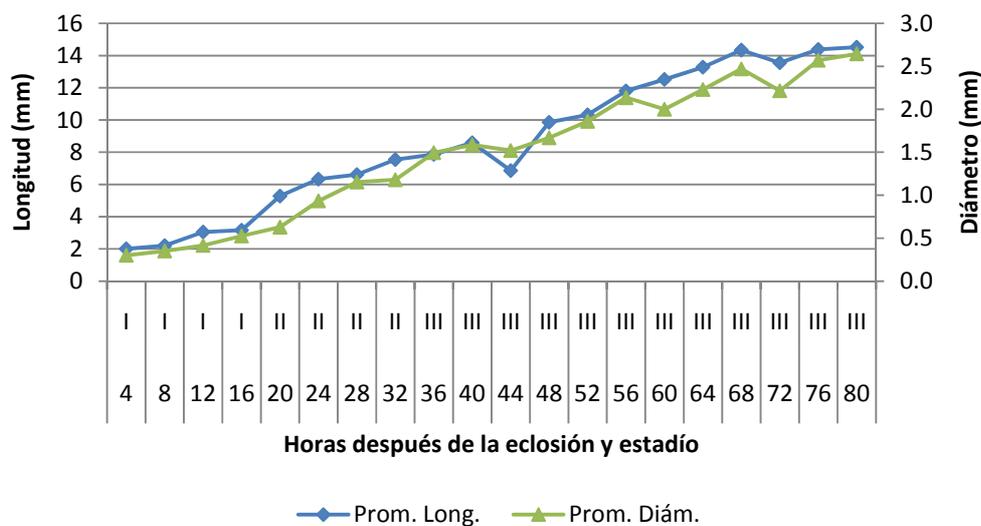


Figura 14. Curvas de crecimiento promedio de larvas de *Ch. megacephala* en julio del 2010.

4.3.4. Crecimiento acumulado de masas 4 y 14

En la Figura 15 se observa el crecimiento acumulado promedio de 5 larvas de *Ch. megacephala*, en el transcurso de las 80 horas se observaron los cambios de estadio y se completo el desarrollo larval.

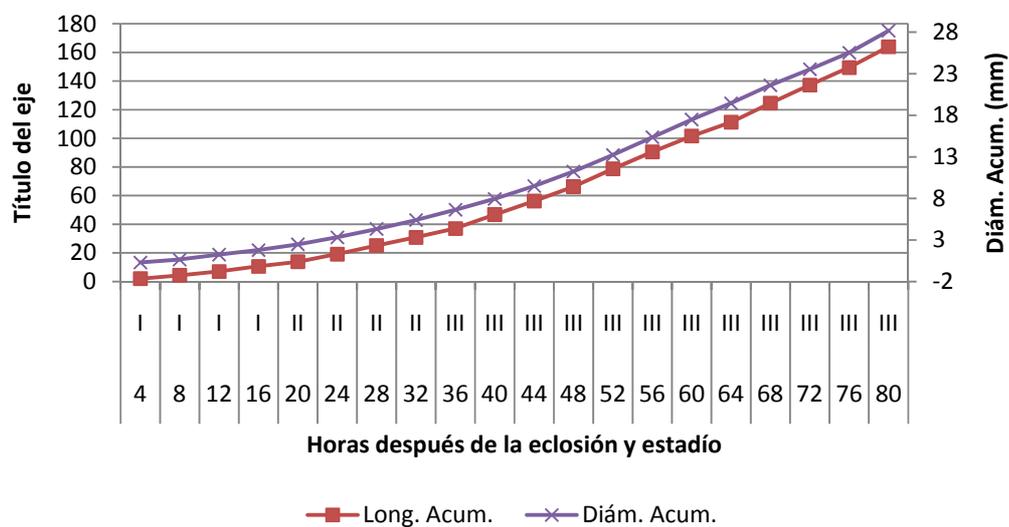


Figura 15. Curvas de crecimiento acumulado de la masa 4 de *Ch. megacephala* en julio del 2010.

En la siguiente figura se presentan las curvas de crecimiento acumulado para las larvas de la masa 14, las larvas también entraron a pupar a las 80 horas después de la eclosión.

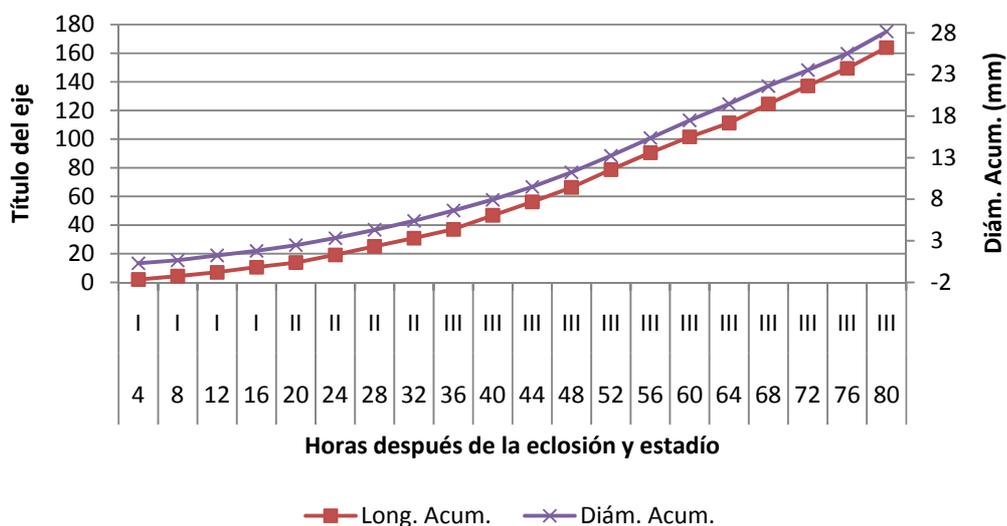


Figura 16. Curvas de crecimiento acumulado de larvas de la masa 14 de *Ch. megacephala* en julio del 2010.

4.3.5. Desarrollo en base a UCA de las masas 4 y 14

La Figura 17 muestra las unidades calor (grados día) necesarias para completar el ciclo vital de *Ch. megacephala* en la masa 4, el cual abarcó un total de 10 días durante los cuales se acumularon un total de 190.942 unidades calor. Durante el periodo de desarrollo (del 10 al 19 de julio del 2010) de esta masa de huevo hasta el estado adulto se calculó una temperatura promedio de 28.14°C.

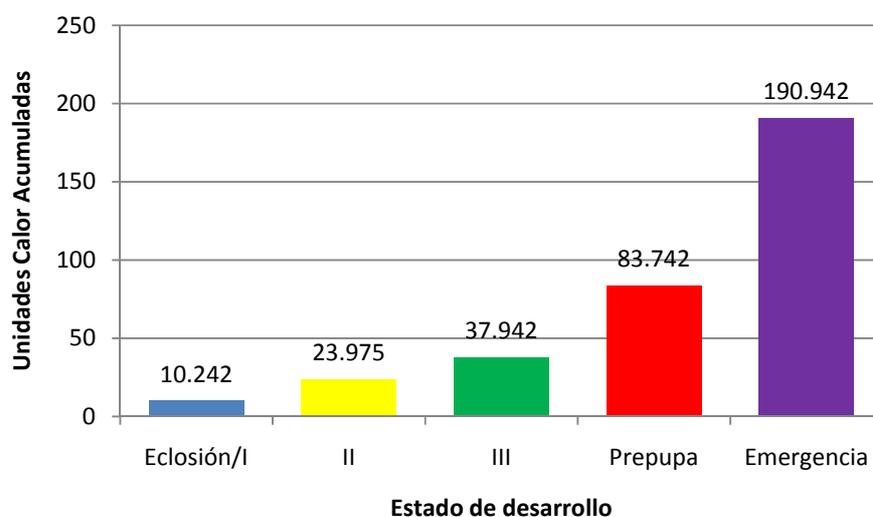


Figura 17. Unidades calor de la masa 4 de larvas de *Ch. megacephala* en julio del 2010.

La Figura 18 tambi3n muestra las unidades calor (grados d3a) necesarias para el ciclo vital completo de *Ch. megacephala* en la masa 14, que tambi3n complet3 su desarrollo en 10 d3as. Durante este periodo de tiempo se acumularon alrededor de 192.375 unidades calor. Durante el periodo de desarrollo (del 12 al 21 de julio del 2010) de esta masa de huevos hasta el estado adulto se calcul3 una temperatura promedio de 28.35°C.

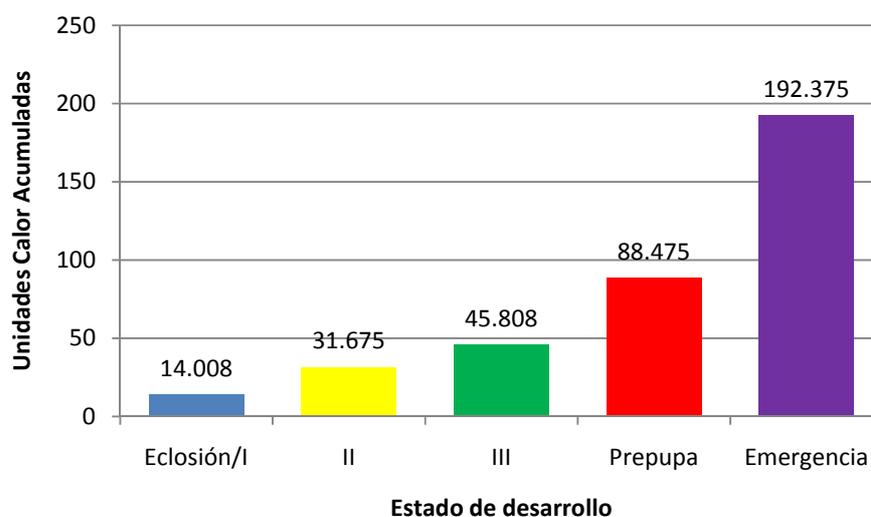


Figura 18. Unidades calor de la masa 14 de larvas de *Ch. megacephala* en julio del 2010.

4.4. Observaciones

Durante el establecimiento del estudio preliminar (febrero del 2010) se lograron coleccionar espec3menes pertenecientes al g3nero *Lucilia* (*L. eximia*, *L. sericata*, *L. silvarum*), en plena 3poca invernal, en la que es t3pico encontrar a este g3nero en la Regi3n Lagunera.

Se observ3 casi nula presencia de lucilinos durante la primavera a excepci3n de muy pocos espec3menes de *L. eximia* y *L. sericata*; mientras que en el verano no se coleccion3 ninguna mosca del g3nero *Lucilia*.

Si bien fueron coleccionados espec3menes de *L. eximia* durante la etapa preliminar, no fueron suficientes individuos para obtener oviposiciones en laboratorio, por este motivo, no se presentan datos ni curvas de crecimiento sobre esta especie en los resultados de este trabajo.

5. DISCUSIÓN

La especie *L. eximia* fue observada en dos regiones geográficas diferentes, siendo una la Comarca Lagunera de Coahuila (Valdés, 2009) y la otra en Montecillos, Texcoco, Edo. de México (Flores, 2009). En el estudio de Valdés (2009) esta especie fue colectada en el ciclo otoño-invierno, cuando la temperaturas son más frescas.

Contrastando estos mismos estudios de sucesión se observa la ausencia de *Ch. megacephala* en la región centro de México (Flores, 2009) pudiéndose decir que esta especie está distribuida principalmente en el norte y es esencialmente de temperaturas cálidas debido a que se observó su mayor abundancia en el mes de julio al igual que en los datos reportados durante el verano por Valdés (2009) y Ríos (2009).

Según Yusseff (2009), las moscas son consideradas como relojes biológicos bastante precisos, ya que son las primeras en llegar a un cadáver además de que su ciclo de vida permite determinar el IPM, si se considera el tiempo que tardan en pasar de un estado a otro. Saldívar (2010) establece curvas de crecimiento de califóridos de importancia forense en la Región Lagunera, consigna datos de desarrollo larval de *Ch. rufifacies*, *Ch. megacephala*, *L. silvarum*, *L. eximia* y *Co. macellaria*, pero presenta curvas de crecimiento únicamente para *Ch. rufifacies* con mediciones de longitud y diámetro a intervalos de 24 horas. Esto contrasta con el presente estudio, debido a que se hacen mediciones y observaciones sobre el cambio de instar a intervalos de 4 horas.

En el trabajo de Saldívar (2010) sólo se observa una disminución al final de las curvas cuando las larvas dejan de alimentarse y llegan al estado de pupa, mientras

que en las curvas que se obtuvieron para *Ch. megacephala* en el presente trabajo se observan varios puntos con disminución, debido a que son intervalos de tiempo mucho más cortos y se aprecia mejor el desarrollo larval.

La importancia de *Ch. megacephala* radica en su preferencia a las zonas urbanas y a su calidad de invasor de carroña de manera muy rápida, incluso antes que *Ch. rufifacies* (Smith, 1986; Wells, 1991; Tenorio *et al.*, 2003 y Yusseff, 2007). Por lo anterior, es necesario saber más sobre la biología y el desarrollo de esta especie. De igual manera, las curvas de crecimiento larval en base a unidades calor pueden ser utilizadas como una herramienta útil para la estimación del IPM, concordando con lo establecido por varios investigadores (Nabity *et al.*, 2006).

No pudieron encontrarse publicaciones de estudios que trataran sobre el desarrollo de *Ch. megacephala*, aunque sea una especie de importancia forense en muchas regiones del mundo (Yusseff, 2007; Valdés, 2009). Sin embargo se debe puntualizar que aunque en este trabajo se obtuvieron curvas de crecimiento y unidades calor para esta especie, es necesario hacer estudios más detallados al respecto debido a que en las épocas en que se realizó el presente estudio no se lograron coleccionar suficientes masas de huevecillos para obtener datos precisos.

6. CONCLUSIONES

Se confirma que *Ch. megacephala* es una especie importante en la entomología forense en la Comarca Lagunera de Coahuila y que es una especie que prefiere las épocas más cálidas para colonizar cadáveres.

Se puede señalar con certeza que *L. eximia* al igual que las otras especies del género *Lucilia* consignadas en la Comarca Lagunera, prefieren las épocas frescas del año para hacer su aparición en el proceso de descomposición de materia orgánica.

Se acepta la hipótesis alterna que dice que las variaciones de temperatura en el ambiente se relacionan directamente con la duración del ciclo vital de *Ch. megacephala*.

Se obtuvieron datos necesarios para proyectar curvas de crecimiento preliminares en cuanto a la longitud y diámetro larval de *Ch. megacephala*, pudiéndose mejorar y precisar con estudios futuros sobre la misma especie en esta región; además de que también se calcularon las unidades calor acumuladas para *Ch. megacephala* con las temperaturas registradas en el cuarto de cría.

De los adultos colectados en campo se obtuvieron oviposturas en laboratorio y de las larvas eclosionadas de estas masas de huevecillos se obtuvieron adultos fértiles que produjeron una segunda generación en el laboratorio, lo cual nos indica que podemos mantener una cría de laboratorio para futuras investigaciones.

No se colectaron adultos ni masas de huevecillos de *L. eximia* en las dos etapas posteriores al estudio preliminar del experimento, dado que *L. eximia* se encuentra presente durante los meses más frescos del año.

7. RECOMENDACIONES

Como principal recomendación se propone el establecimiento de experimentos bien definidos en cada una de las 4 estaciones del año, para poder conocer de manera precisa la abundancia y el desarrollo de *Ch. megacephala*.

También es necesario abarcar de manera obligada en los estudios siguientes los meses de otoño-invierno para lograr coleccionar especies del género *Lucilia* en la Comarca Lagunera.

Es importante señalar que en los estudios posteriores sobre estas especies se hagan colectas más extensas y con la mayor cantidad posible de adultos y hembras grávidas para coleccionar suficientes masas de huevecillos ya que durante este estudio sólo se coleccionaron 2 masas útiles en la primera etapa, mientras que para la segunda etapa sólo se coleccionaron 3 masas útiles de huevecillos.

Aumentar de 5 a 10 o más el número de larvas por medición (cada cuatro horas) para obtener promedios más cercanos a la realidad y menos alejados de los tamaños mínimo y máximo de los especímenes.

Por último, se recomienda para los futuros trabajos usar una tela de tul con orificios más pequeños con el fin de evitar la invasión de *Megaselia* sp. (Diptera: Phoridae) en las jaulas de cría y alimentación.

8. LITERATURA CITADA

- Anderson, G. S. 2001. Forensic entomology in British Columbia: A brief history. *J. Entomol. Soc. Brit. Columbia* 98:127-135.
- Arnaldos, M.I., C.P. Castro, J. J. Presa, E. López-Gallego y M. D. García. 2006. Importancia de los Estudios Regionales de fauna sarcosaprófaga. Aplicación a la práctica forense. *Ciencia Forense. Revista Aragonesa de Medicina Legal* 8:63-82.
- Battán H. M., M. I. A., B. Rosso y M. D. García. 2005. Estudio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense. *Anales de Biología* 27:191-201.
- Byrd, H. J., and J. L. Castner. 2001. *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC, Boca Raton, FL, USA. 418 pp.
- Carvalho, C. J. B. y C. A. de Mello-Patiu. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia* 52(3): 390-406.
- Catts E.P. & M.L. Goff. 1992. *Forensic entomology in criminal investigations*. *Annu. Rev. Entomol.* 37:253-272.
- De Pancorbo, M. M., R. Ramos, M. Saloña y P. Sánchez. 2006. Entomología molecular forense. *Ciencia Forense. Revista Aragonesa de Medicina Legal* 8:107-130.
- Figuerola, L., F. Uherek, P. Yusef, L. López, y J. Flores. 2006. Experiencia de terapia larval en pacientes con úlceras crónicas. *Parasitol. Latinoam.* 61:160-164.

- Figuerola, L., J. Flores, y S. Rodríguez. 2007. Método de cultivo de larvas de moscas *Lucilia sericata* para terapia larval. *Parasitol. Latinoam.* 62:79-82.
- Flores P., L. R. 2009. Sucesión de entomofauna cadavérica utilizando como biomodelo cerdo blanco, *Sus scrofa* L. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. 93 pp.
- Flores P., R. 2008. Familias de dípteros de interés forense. [En línea]. http://www.colpos.mx/entomologiaforense/familias_de_interés_forense.htm
[Fecha de consulta 24/02/2011]
- Gennard, D. E. 2007. *Forensic Entomology. An introduction.* Chippenham, Wiltshire, UK, Wiley. 224 pp.
- 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. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. 136 pp.
- Higley, L. G. y N. H. Haskell. 2010. Byrd y Castner (Eds.). In: *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations.* Second edition. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 681 pp.
- Iannacone, J. 2003. Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú. *Revista Brasileira de Zoología* 20(1):85-90.
- Insaurralde, D.R. 2003. Presencia de *Chrysomya albiceps*. [En línea] www.fundacionmedica.org.ar. (Fecha de consulta 08/02/2011).

- James, M. T. 1970. 102. Calliphoridae. In E. P. Vanzolini and N. Papavero, Eds. A catalogue of the Diptera of the Americas south of the United States. Part 3, Museu de Zoologia, Universidade São Paulo, Brazil.
- Liria S., J. 2006. Insectos de importancia Forense en cadáveres de Ratas, Carabobo, Venezuela. Rev. Peru. Med. Exp. en Salud Pública 23(1):33-38.
- Lord, W.D., and J.R. Stevenson. 1986. Directory of forensic entomologists. 2ed. Misc. Publ. Armed Forces Pest Mgt. Board. Washington D.C. 42p.
- López, C.L.D. 2006. Miasis. Dermatología Rev. Mex. 50(3):94-104.
- 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 03/02/2011).
- Mavárez-Cardozo, M. G., A.I. Espina de Ferreira, F.A. Barrios-Ferrer y J.L. Ferreira-Paz. 2005. La Entomología Forense y el Neotrópico. Cuad. Med. Forense 11(39):23-33.
- Nabity, P. D., L. G. Higley, y T. M. Heng-Moss. 2006. Effects of Temperature on Development of *Phormiiregina* (Diptera: Calliphoridae) and Use of Developmental Data in Determining Time Intervals in Forensic Entomology. J. Med. Entomol. 43(6):1276-1286.
- Ortega C., L. G. y L. C. Rueda A. 2008. Estudio del ciclo de vida y parámetros poblacionales de *Luciliasericata* (Diptera: Calliphoridae), Cepa Bogotá. Bogotá, D.C., Universidad de la Salle. Trabajo de grado presentado como requisito para el título de Médico Veterinario: 85 pp.

- Palacios, L. 2008. Con larvas de moscas sanan heridas crónicas. Fascículo interactivo, Universidad del Rosario. III: 12 pp.
- Pape, T., M. Wolff, y E. C. Amat. 2004. Los califóridos, oéstridos, rinofóridos y sarcófagidos (Diptera: Calliphoridae, Oestridae, 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. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. 91 pp.
- Rey, M., A. Castañeda, J. González, V. Acero, A. Segura, C. Zapata, M. A. Gaona, D. Ríos, y F. J. Bello. 2008. Evaluación de la terapia larval en el proceso de curación de heridas infectadas con *Pseudomonasaeruginosa* en conejos. *Rev. Cienc. Salud. Bogotá* 6(2):9-24.
- Ríos R., E. 2009. Abundancia estacional de adultos de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae sobre carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. 54 pp.
- Saldívar, C. A. 2010. Requerimientos de temperatura para el desarrollo de moscas de la Familia Calliphoridae en una zona urbana semidesértica de Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. 34 pp.
- Shewell, G. E. 1987. Calliphoridae. J. F. McAlpine (Ed.). In: *Manual of Nearctic Diptera*. Ottawa, CA, Biosystematics Research Center, Research Branch Agriculture Canada.2:1133-1145.

- Smith, K. G. 1986. A manual of forensic entomology. University Printing House, London. 205 pp.
- Tenorio, F. M., J. K. Olson y C. J. Coates. 2003. Decomposition studies, with a catalog and descriptions of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) in central Texas. *Southwestern Entomology*. 28(1): 37–45.
- Torrez, J., S. Zimman, C. Rinaldi y R. Cohen. 2006. Entomología forense. *Revista del Hospital J. M. Ramos Mejía*. XI:20 pp.
- Torruella F., J. J. 1997. Miasis cutánea por larvas de *Lucilia sericata* (Meigen) en el hombre; reporte de un caso clínico en Barcelona. *Ses. Entom. ICHN-SCL*. IX:151-160.
- Triplehorn, C. A., and N. F. Johnson. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 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.
- 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. 1991. *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) has reached the continental United States: Review of its biology, pest status, and spread around the world. *Journal Medical Entomology*. 28(3): 471-473.
- Wells, J. D. y L. R. Lamotte. 2010. Byrd y Castner (Eds.). In: *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Second edition. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 681 pp.

- Whitworth, T. 2006. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of Mexico. Proc. Entomol. Soc. Wash 108(3):689-725.
- Williams, K. A. & M. H. Villet. 2006. A history of southern African research relevant to forensic entomology. South African Journal of Science 102:59-65.
- Yusseff V., S. Z. 2006. Entomología forense: Los insectos en la escena del crimen. Revista Luna Azul 23:42-49.
- Yusseff 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. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. 85 pp.
- Yusseff V., S. Z. 2009. Entomología forense: los insectos en la escena del crimen. Cuadernos de Criminología. Revista de Criminología y Ciencias Forenses 5:5-11.