

DESARROLLO LARVAL Y REQUERIMIENTOS CALÓRICOS DE *CHRYSOMYA RUFIFACIES* (DIPTERA: CALLIPHORIDAE) DURANTE PRIMAVERA Y VERANO EN TORREÓN, COAHUILA

FABIÁN GARCÍA-ESPINOZA,¹ MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA,^{1*}

FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS,¹ SOHATH ZAMIRA YUSSEFF

VANEGAS² & MA. TERESA QUINTERO MARTÍNEZ³

¹Departamento de Parasitología Agrícola, UAAAN-UL, Tel. +528717297638, C. P. 27059, Periférico y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México. ²Agnarsson Laboratory, Universidad de Puerto Rico, Recinto Río Piedras, Puerto Rico. ³Departamento de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria, UNAM. <garcia-espinoza@hotmail.com>, <cebolla_55@hotmail.com>, <fjsr1958@hotmail.com> <entoforense77@yahoo.es>, <octq@prodigy.net.mx>

*Autor correspondiente: <cebolla_55@hotmail.com>

García-Espinoza, F., Ma. T. Valdés Perezgasga, F. J. Sánchez Ramos, S. Z. Yusseff Vanegas & Ma. T. Quintero Martínez. 2012. Desarrollo larval y requerimientos calóricos de *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) durante primavera y verano en Torreón, Coahuila. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 28(1): 172-184.

RESUMEN. Los dípteros conforman uno de los principales grupos de insectos descomponedores de materia orgánica, destacando varias especies de la familia Calliphoridae y *Chrysomya rufifacies* (Macquart) ha sido consignada como la principal especie califórida colonizadora de carroña en la Comarca Lagunera de Coahuila. Durante primavera y verano del año 2010 se estableció un experimento para estudiar el desarrollo larval así como conocer el ciclo de vida de *C. rufifacies*. Éste estuvo dividido en dos etapas en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. En la primera etapa se usaron cuatro carcasas de pollo, mientras que en la segunda fueron usadas cuatro cabezas de cerdo como necrotrampas. Se colectaron hembras grávidas de *C. rufifacies*, las cuales fueron criadas y alimentadas para obtener huevos y estudiar el ciclo de desarrollo hasta adulto. Se midieron cinco larvas cada cuatro horas, tanto en longitud como en diámetro, además de registrar el cambio de estadio en cada medición. Se registró la temperatura del cuarto de cría diariamente y se calcularon las Unidades Calor Acumuladas (UCA) necesarias para completar el ciclo de *C. rufifacies*. En primavera *C. rufifacies* necesitó 192.57 UC y en verano 190.69 UC para pasar de huevo hasta la emergencia del adulto. En ambas etapas la larva de esta especie pupó a las 96 horas después de la eclosión (HDDE). Con los resultados de este trabajo se contribuye al conocimiento de la biología de *C. rufifacies* así como también se incrementa la base de datos sobre fauna sarosaprófaga de la Comarca Lagunera y en especial de Torreón, Coahuila.

Palabras clave: Entomología forense, Comarca Lagunera, tiempo fisiológico, UAAAN-UL, México.

Recibido: 06/06/2011; aceptado: 14/11/2011.

García-Espinoza, F., Ma. T. Valdés Perezgasga, F. J. Sánchez Ramos, S. Z. Yusseff Vanegas & Ma. T. Quintero Martínez. 2012. Larval development and degree day requirements of *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) in Torreón, Coahuila during spring and summer. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 28(1): 172-184.

ABSTRACT. Diptera is one of the major groups of insects that contribute to organic matter decomposition, including several species of Calliphoridae and *Chrysomya rufifacies* (Macquart) has been recorded as the principal species that colonizes carrion in the Comarca Lagunera of Coahuila. An experiment was conducted during spring and summer of 2010 in order to study the larval development as well as to know the complete life cycle of *C. rufifacies*. It was divided in two stages at Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna facilities. In the first stage 4 chicken carcasses were used, whereas in the second, 4 pig heads were used as necrotraps. Pregnant females of *C. rufifacies* were collected, which were reared to obtain eggs and study the biological cycle until adult emergence. Five larvae specimens were measured every four hours, recording its length and diameter and instar changes. Temperature in the breeding room was recorded to calculate degree days accumulated (DDA) for this species. During spring *C. rufifacies* accumulated 192.57 DD while in the summer it accumulated 190.69 DD, these amounts were necessary to complete the cycle from the egg to adult emergence. During spring and summer *C. rufifacies* pupated in 96 hours after egg hatching. The results of this study contribute to knowledge of *C. rufifacies* biology as well as increasing the sarcosaprophagous fauna database of the Comarca Lagunera, especially in Torreón, Coahuila.

Key words: Forensic entomology, Comarca Lagunera, physiological time, UAAAN-UL, México.

INTRODUCCIÓN

Anderson & VanLaerhoven (1996) y Magaña (2001) mencionaron que la entomología forense o entomología médico criminal es el estudio de los insectos asociados a carroña para determinar el tiempo de la muerte. Sumado a esto, Yusseff (2007, 2009) señala que es una herramienta útil para esclarecer incógnitas que rodean a los cadáveres encontrados en circunstancias particulares.

Algunas moscas (Insecta: Diptera), representan un grupo de interés particular para las investigaciones forenses por sus hábitos necrófagos, por la gran capacidad y eficiencia biológica para adaptarse a diversos ecosistemas, además de presentar una amplia distribución geográfica y capacidad reproductiva. Entre las familias de dípteros que se asocian al proceso de descomposición de carroña se encuentran Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae y Phoridae (Gautreau 2007, Gennard 2007).

Uno de los aspectos más importantes de la entomología forense es la estimación del *intervalo postmortem* (IPM) a partir de los indicios entomológicos, o a partir del grado de desarrollo de la fauna instalada sobre el cadáver (Arnaldos *et al.* 2006). El “tiempo después de la muerte” o IPM, son términos que pueden ser usados indistintamente y ambos son empleados para definir el tiempo que ha transcurrido desde el momento en que ocurrió la muerte hasta que es hallado el cuerpo (Buchan & Anderson 2001).

Según Jerson & Miller (2001), se necesita un conocimiento detallado de las especies necrófagas y de los cambios que suceden en su ciclo de vida ante las variaciones

de las condiciones ambientales para determinar el IPM. 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, mientras que el segundo método utiliza la sucesión de insectos en la descomposición del cuerpo (Magaña 2001).

Todo el crecimiento depende de la temperatura debido a que de ella dependen las reacciones bioquímicas que son las que determinan las bases del desarrollo (Higley & Haskell 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 cruzará 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 sólo un pequeño cambio en la estimación de la edad. Las curvas de crecimiento larval, presentan un crecimiento lento durante los dos primeros estadios larvales y una lenta disminución en tamaño entre la fase en que dejan de alimentarse en el tercer estadio 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 & Lamotte 2010).

Los modelos lineales de desarrollo o modelos de grados/día asumen que el crecimiento o desarrollo de una especie ocurre a una tasa constante a temperaturas que van en aumento y que se encuentran por encima del umbral mínimo. En estos modelos de crecimiento también se asume que una vez que las temperaturas alcancen el umbral máximo, el desarrollo se detendrá (Higley & Haskell 2010).

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

Generalmente, temperaturas más bajas disminuyen la tasa de crecimiento y desarrollo de insectos y plantas. Los grados/días acumulados representan las unidades de energía térmica disponibles para el crecimiento de un organismo. El método más simple usado para estimar la cantidad de grados días para un solo día es el método de mínimas y máximas. Otros métodos incluyen el uso de aproximaciones trapezoidales, el seno simple y seno doble. Todos estos métodos son los métodos lineales, ya que la tasa de desarrollo se presume que es lineal con respecto a la temperatura (Wilson & Barnett 1983, Reed 2009)

El desarrollo termal del insecto es una herramienta poderosa de la entomología forense. Dada la complejidad del desarrollo del insecto y la gran cantidad de factores que influyen sobre el desarrollo, la determinación del desarrollo del insecto es necesariamente un proceso de estimación (Higley & Haskell 2010). Por tal motivo el obje-

tivo primordial de este trabajo es conocer la velocidad de crecimiento de *C. rufifacies* así como su relación a las temperaturas y a la estación del año, además de contribuir al conocimiento de la biología de los califóridos (Higley & Haskell 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio. 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, México. 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.

Primera etapa. Durante la primavera del 2010 se colocaron en el campo experimental de la UAAAN-UL (25°33'23'' N y 103°21'59'' W) cuatro carcacas de pollo que fueron utilizadas como necrotrampas. Se colectaron adultos y hembras grávidas de Calliphoridae que se llevaron al laboratorio para obtener huevos y criarlos.

Los cebos se protegieron con jaulas de armazón de varilla de 3/8'' de 0.75 m × 0.6 m × 0.5 m recubiertas 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.

Segunda etapa. Durante el verano del 2010, se colocaron 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. Las necrotrampas se protegieron de la misma manera en que se procedió en la primera etapa.

Las recolectas de adultos sobre las necrotrampas en el campo se realizaron a partir del tercer día después de haber colocado los cebos en ambas etapas (1ª y 2ª). 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 (Fig. 1). Después de ser colectados los adultos, éstos fueron llevados al laboratorio.

Manejo y cuidado de los dípteros en el laboratorio. Los adultos atrapados en campo, fueron llevados al laboratorio de Parasitología de la UAAAN-UL, para su separación e identificación. Se durmieron con CO₂ en una cámara de gases (Yusseff 2007).

Después de separar e identificar a los adultos de *C. rufifacies*, fueron colocados en una jaula para facilitar su manejo. Se les proporcionó como alimento una solución de miel de abeja 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 cubierta con papel aluminio



Figura 1. Método de captura de adultos de *C. rufifacies* en las necrotrampas.

formando una especie de abertura para simular las cavidades oscuras donde ellas prefieren ovipositar de manera natural (Yusseff 2007).

Colecta de huevos. Las hembras grávidas ovipositaron en las cámaras de cría. En ocasiones la masa de huevos estaba depositada sobre la carne de res y otras veces adheridos al papel aluminio. Para una colecta más eficiente y mejor registro de las oviposiciones se revisó el sustrato a intervalos de 10 a 15 minutos.

Las masas de huevos se transfirieron sobre hígado de res (aproximadamente 50 g) dentro de un frasco de plástico de 150 ml, de los utilizados para urianálisis, en donde se puso previamente una toallita de papel húmedo en el fondo para absorber la humedad producida por la descomposición del hígado (Fig. 2) (Valdés 2009).

Fijación y medición de larvas. De las masas de huevos se obtuvieron larvas, y éstas se siguieron manteniendo y alimentando según la metodología utilizada por Valdés (2009). De estas poblaciones larvales se extrajeron muestras de cinco individuos cada 4 horas las cuales eran fijadas en agua caliente para luego preservarlas en tubos de ensayo con etanol al 70%. Posteriormente fueron medidas con ayuda de un vernier mecánico bajo el microscopio estereoscópico. Se obtuvieron medidas de largo y ancho

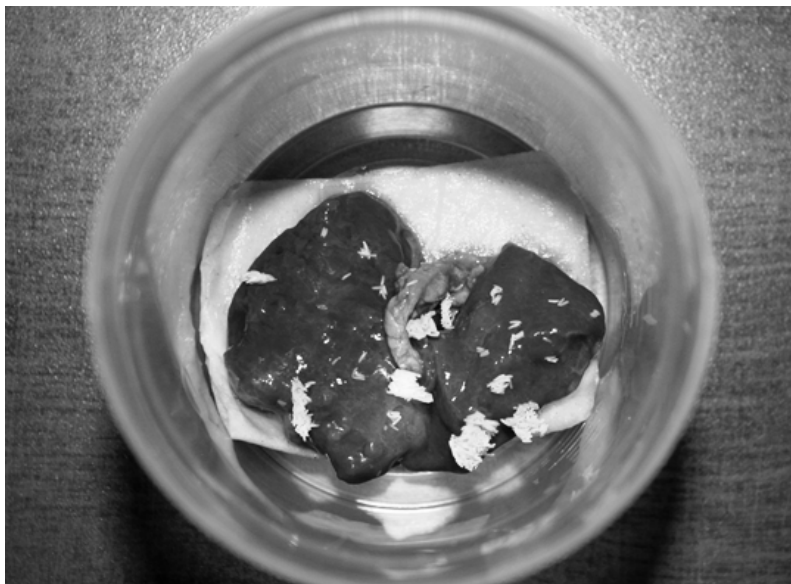


Figura 2. Masas de huevos de *C. rufifacies* sobre sustrato alimenticio (hígado de res).

de los especímenes. Durante cada medición se observaron los espiráculos posteriores para determinar el momento de cambio de estadio larval (Fig. 3). Estas observaciones y mediciones se realizaron hasta que se observaba que las larvas se encontraban en estado de prepupa o fase migrante.

Las larvas que llegaban al estado de prepupa se ponían a pupar en un frasco con aserrín para que completaran su ciclo y así obtener especímenes adultos y corroborar la identificación por especie.

Se llevó un registro de las temperaturas máximas y mínimas en el cuarto de cría, esto con la finalidad de poder obtener las UCA durante todo el proceso de desarrollo de las moscas.

Manejo de datos. Se construyeron curvas de crecimiento con los datos obtenidos a partir de las mediciones de las larvas durante su desarrollo. De igual manera se calcularon las UCA respecto a las temperaturas registradas en el cuarto de cría. Para esto se utilizó el programa DDU 2.0 (Degree Day Utility) desarrollado por la Universidad de California. Las unidades calor fueron calculadas mediante el método de seno simple, tomando en cuenta una temperatura umbral mínima de 10 °C según lo consignado por Higley & Haskell (2001) así como lo referido para otras especies de califóridos que también se desarrollan bajo temperaturas similares, y una temperatura umbral máxima de 50 °C con corte de la figura horizontal (Warren 2006, Forero *et al.* 2008).

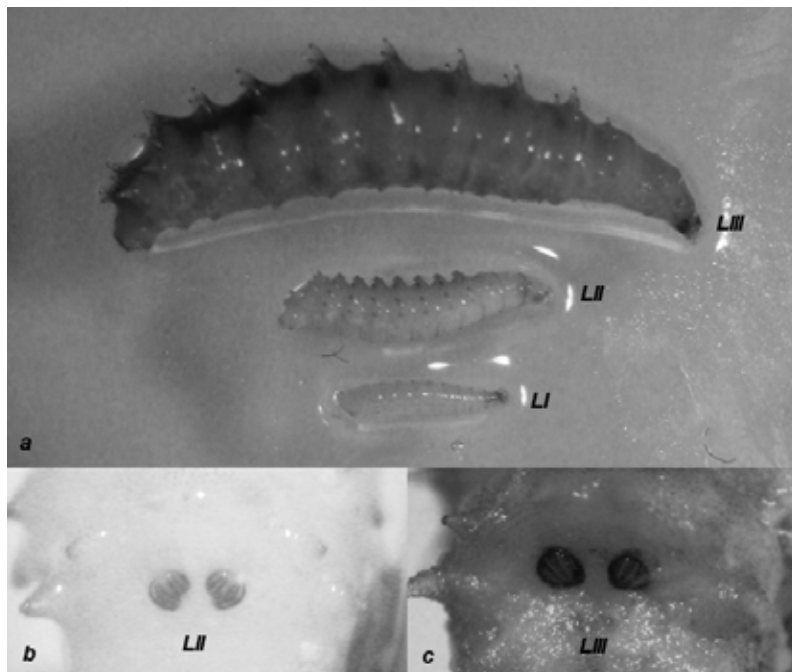


Figura 3. a) Diferentes estadios larvales de *C. rufifacies*, b) espiráculo posterior de una larva de segundo estadio y c) espiráculo posterior de una larva de tercer estadio.

Se emplearon las claves de Ribeiro & Carvalho (1998), Wallman (2001), Amat *et al.* (2008), Amat (2009), Whitworth (2006, 2010) y Marshall *et al.* (2011) para la identificación a categoría de especie.

RESULTADOS

Curvas de crecimiento larval y unidades calor requeridas para completar el ciclo vital de *C. rufifacies* durante la primavera del 2010. El desarrollo larval a partir del huevo de *C. rufifacies* se llevó a cabo en el periodo que va del 8 al 12 de mayo del 2010. A las 20 HDDE las larvas mudaron para pasar a segundo estadio y a las 48 HDDE éstas pasaron a larvas de tercer estadio. Fue necesario que transcurrieran 96 HDDE para que las larvas lograran llegar a la fase migrante (Fig. 4).

Cómo se puede ver en la Figura 4, el desarrollo de las larvas no presenta un crecimiento uniforme, es decir, que se observan algunas disminuciones tanto en longitud como en diámetro.

Las unidades calor o grados/día requeridos para completar el ciclo de vida de *C. rufifacies*, casi a finales de la primavera, se presentan en la Figura 5. En promedio se

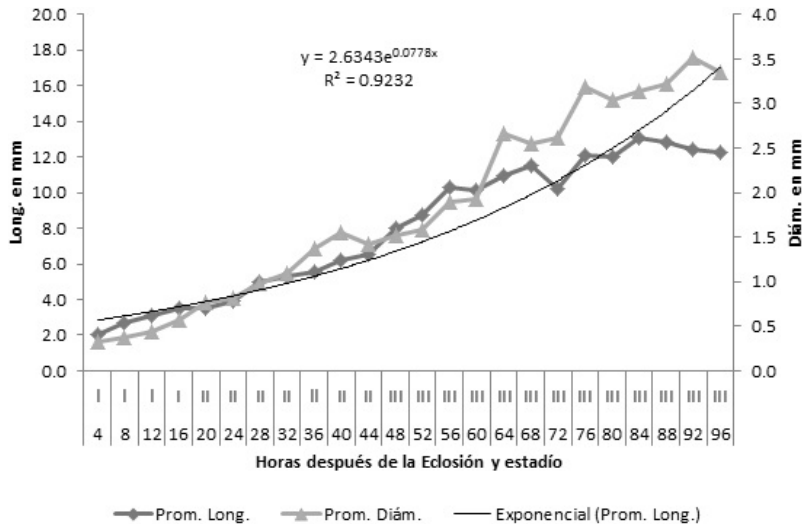


Figura 4. Promedio de crecimiento de larvas de *C. rufifacies*. Mayo del 2010.

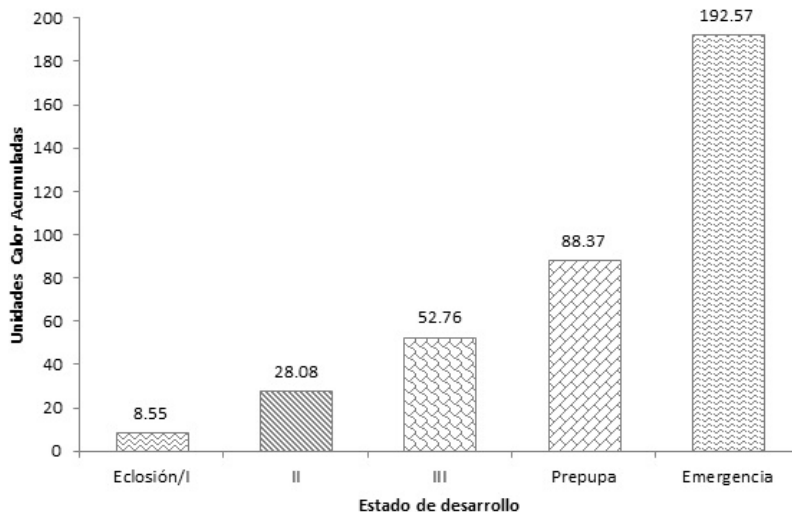


Figura 5. UCA para completar el desarrollo de *C. rufifacies*. Mayo del 2010.

acumuló un total 192.57 UC para que las moscas emergieran. Esta especie completó su desarrollo de huevo a adulto en un periodo de 10 días (del 8 al 17 de mayo del 2010), durante dicho periodo de tiempo en el cuarto de cría se registró una temperatura promedio de 28.76 °C.

Como se puede observar, se requirieron un total de 192.57 UC para pasar de huevo a adulto en un periodo de 10 días, en tanto que para eclosionar sólo fueron necesarias 8.55 UC, para pasar de huevo a larva de segundo estadio se acumularon 28.08 UC, de huevo a larva de tercer estadio se necesitaron 52.76 UC y para llegar a la fase migrante se acumularon 88.37 UC.

Curvas de crecimiento larval y unidades calor requeridas para completar el ciclo vital de *C. rufifacies* durante el verano del 2010. En la Figura 6 se pueden observar las curvas de crecimiento, tanto en longitud como en diámetro de las larvas de *C. rufifacies* que se desarrollaron a principios de julio en el laboratorio. Pueden verse los cambios de estadio larvales, teniendo que con 24 HDDE las larvas pasaron a segundo estadio, a las 48 HDDE ya fueron de tercer estadio y puparon a las 96 HDDE.

Chrysomya rufifacies completó su ciclo de vida en alrededor de 10 días (del 12 al 21 de julio del 2010). Entre los días que se desarrolló esta especie se registró una temperatura promedio de 28.36 °C en el cuarto de cría. Casi 191 UC fueron necesarias para que se verificara todo el ciclo de vida de *C. rufifacies* (Fig. 7).

Desde el momento de la oviposición hasta la eclosión de la larva se acumularon en promedio 7.26 UC, para pasar a larva de segundo estadio se necesitaron 28.14 UC y desde huevo hasta LIII se acumularon 46.90 UC. Durante el verano, para que un individuo de *C. rufifacies* pasara de huevo a prepupa se necesitó alrededor de 87 UC.

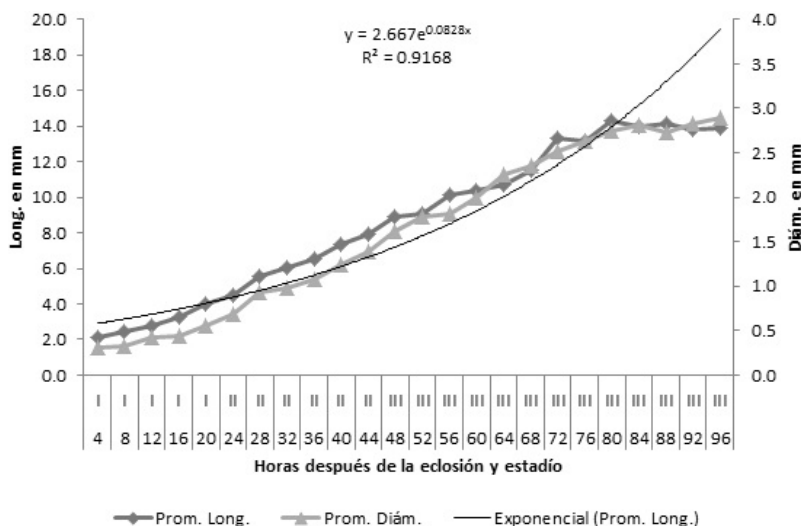


Figura 6. Curvas de crecimiento o de desarrollo larval de *C. rufifacies*. Julio del 2010.

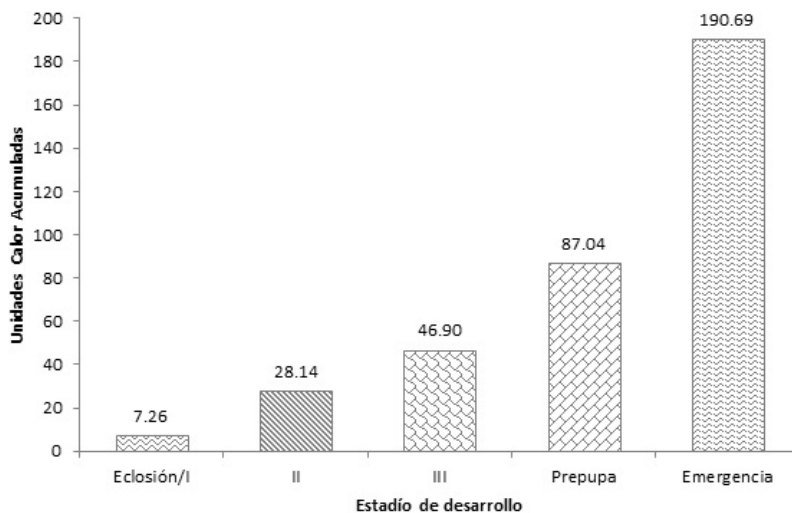


Figura 7. UCA por estadio de desarrollo de *C. rufifacies*. Julio del 2010.

DISCUSIÓN

Según Yousseff (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, lo que las hace objeto de estudio en entomología forense.

Según Tomberlin *et al.* (2006), *C. rufifacies* es una especie de particular importancia para la entomología forense debido a su biología larval única, ya que durante el primer estadio sus larvas se alimentan directamente de carroña mientras que las larvas de segundo y tercer estadio son depredadores facultativos de larvas de otras especies, de ahí la necesidad de conocer mejor su biología mediante estudios como el presente trabajo.

Tal como González & Hernández (1990) señalaron, el ciclo biológico de muchos organismos depende directamente de la temperatura. *Chrysomya rufifacies* tuvo un desarrollo en tiempos similares tanto en primavera como en verano ya que se registraron temperaturas con muy poca variación en el cuarto de cría, siendo 28.76 °C para el periodo de 10 días de desarrollo en primavera y de 28.36 °C para el mismo lapso de tiempo en el verano. Según datos de la CNA (2010), en la Comarca Lagunera se registró una temperatura promedio de 29.2 °C durante el mes de mayo y de 27.5 °C para julio, de manera que se pueden correlacionar con las temperaturas del cuarto de cría al registrar un promedio más bajo durante el verano.

En el presente estudio el tiempo necesario para la pupación de *C. rufifacies* resultó ser de 96 horas para las dos estaciones del año, siendo 24 horas mayor que lo consig-

nado por Yousseff (2007) para esta misma especie criada a una temperatura constante de 25 °C.

En el presente estudio, el ciclo vital de *C. rufifacies* se completó en 10 días en las dos estaciones (primavera y verano del 2010), acumulando 192.57 UC en primavera y 190.69 UC durante el verano. Al considerar el tiempo en días para completar el ciclo vital (10 días = 240 horas), éste resultó similar al consignado por Yousseff (2007) para la misma especie a una temperatura constante de 25 °C.

A una temperatura de 28 ± 2 °C, según Chee *et al.* (2008), *C. rufifacies* se desarrolla desde huevo hasta adulto en un periodo de 227 ± 8.35 horas. Esto muestra una diferencia de alrededor de 13 horas respecto a las 240 horas consignadas en este estudio en ambas estaciones del año.

Las disminuciones observadas durante el desarrollo de *C. rufifacies*, tanto en longitud como en diámetro de las larvas en el presente estudio, fueron consignadas también por Yousseff (2007), más no por Saldívar (2010), pudiendo atribuirse a disminuciones previas al cambio de un estadio al siguiente.

Como se puede observar en los resultados, tanto el tiempo que tardan las larvas en llegar a su estado de pupa, como las unidades de calor acumuladas para pasar de huevo a adulto, difieren de estudios anteriores realizados en otros países bajo condiciones similares. Esto se debe a que las especies se adaptan y cambian de acuerdo al medio donde se encuentran por su plasticidad genotípica, lo que les confiere algunas ventajas para vivir en su entorno. De manera que el desarrollo de este estudio permite acercarnos a una determinación del IPM más confiable para esta región en particular basados en el ciclo de desarrollo de *C. rufifacies*. Además aporta información valiosa para apoyar investigaciones en otras regiones del país donde la entomología forense sea necesaria para ayudar a esclarecer un caso.

AGRADECIMIENTOS. Los autores desean expresar su sincero agradecimiento al CONACyT por haber proporcionado el apoyo necesario durante el desarrollo de este trabajo, al Dr. Armando Espinoza Banda y al M. C. Javier López Hernández por el apoyo brindado durante el desarrollo del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Amat, E.** 2009. Contribución al conocimiento de las Chrysomyiinae y Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 693-708.
- Amat, E., M. C. Vélez & M. Wolff.** 2008. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia*, 30: 231-244.
- Anderson, G. S. & S. L. VanLaerhoven.** 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*, 41: 617-625.
- Arnaldos, M. I., C. Prado e Castro, J. J. Presa, E. López-Gallego & M. D. García.** 2006. Importancia de los estudios regionales de fauna sarcosaprófaga. Aplicación a la práctica forense. *Ciencia Forense*, 8: 63-82.

- Buchan, M. J. & G. S. Anderson.** 2001. Time since death: a review of the current status of methods used in the later postmortem interval. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 34: 1-22.
- Chee, C. D., N. Wasi A., L. Han L., J. Jeffery, W. N. Wan M., A. Abdul G., & M. Sofian-Azirun.** 2008. Larval growth parameters and growth rates of forensically important flies, *Hypopygiopsis violacea* Macquart, 1835 and *Chrysomya rufifacies* Macquart, 1842. *Process of ASEAN Congress of Tropical Medicine and Parasitology*, 3: 97-100.
- Comisión Nacional del Agua (CNA).** 2010. Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte. [En línea].
<http://www.conagua.gob.mx/OCCcn/Espaniol/TmpContenido.aspx?id=22adf4a9-faf5-450c-b982-89628f6127d3|Conócenos|1|0|0|0|0> [Fecha de consulta 5 de mayo del 2011].
- Forero B., E., J. Cortés V. & L. Villamil J.** 2008. Problemática del gusano barrenador del ganado, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) en Colombia. *Revista de MVZ Cordoba*, 13: 1400-1414.
- Gautreau, S.** 2007. *Dipteran larvae infestation of leatherback turtle (Dermochelys coriacea) nests on Gandoca Beach, Costa Rica*. M. Sc. Thesis. Faculty of Graduate Studies. University of Guelph. Ontario, Canada. 101 pp.
- Gennard, D. E.** 2007. *Forensic Entomology. An Introduction*. Chippenham, Wiltshire, UK, Wiley. 224 pp.
- González, J. L. & J. M. Hernández.** 1990. Programa en BASIC para el cálculo de grados días. *Boletín de Sanidad Vegetal*, 16: 159-164.
- Higley, L. G. & N. H. Haskell.** 2001. Insect development and forensic entomology, pp. 287-302. In: J. H. Byrd & J. L. Castner (Eds.). *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 681 pp.
- Higley, L. G. & N. H. Haskell.** 2010. Insect development and forensic entomology, pp. 389-406. In: J. H. Byrd & J. L. Castner (Eds.). *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Second edition. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 681 pp.
- Jerson, L. M. & R. H. Miller.** 2001. Estimating filth fly (Diptera: Calliphoridae) development in carrion in Guam. *Micronesica*, 34: 11-25.
- Magaña, C.** 2001. La Entomología forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28: 49-57.
- Marshall, S.A., T. Whitworth & L. Roscoe.** 2011. Blow flies (Diptera; Calliphoridae) of eastern Canada with a key to Calliphoridae subfamilies and genera of eastern North America, and a key to the eastern Canadian species of Calliphorinae, Luciliinae and Chrysomyiinae. *Canadian Journal of Arthropod Identification* No. 11, 11 January 2011, disponible en línea available online at http://www.biology.ualberta.ca/bsc/ejournal/mwr_11/mwr_11.html, doi: 10.3752/cjai.2011.11
- Reed, M. D.** 2009. *Entomotoxicological and Thermal Factors Affecting the Development of Forensically Important Flies*. Ph. D. Thesis. Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. 111 pp.
- Ribeiro, P. B. & C. J. B. Carvalho.** 1998. Pictorial key to Calliphoridae genera (Diptera) in southern Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 7: 137-140.
- 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. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 34 pp.
- Tomberlin, J. K., A. M. Albert, J. H. Byrd & D. W. Hall.** 2006. Interdisciplinary workshop yields new entomological data for forensic sciences: *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) established in North Carolina. *Journal of Medical Entomology*, 43: 1287-1288.
- Valdés P., M. T.** 2009. *Estudio inicial de insectos sobre carroña de cerdo en un área semidesértica de Coahuila*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. 218 pp.

- Wallman, J. F.** 2001. A key to the adults of species of blowflies in southern Australia known or suspected to breed in carrion. *Medical and Veterinary Entomology*, 15: 433-437.
- Warren, J. A.** 2006. *The development of Protophormia terranova (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae) at constant and fluctuating temperatures*. Master of Arts Thesis. Simon Fraser University. 95 pp.
- Wells, J. D. & L. R. Lamotte.** 2010. Estimating the postmortem interval. Pp. 367-388. In: J. H. Byrd y J. L. Castner (Eds.). *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. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 108: 689-725.
- Whitworth, T.** 2010. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of the West Indies and description of a new species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy. *Zootaxa*, 2663: 1-35.
- Wilson, L. T. & W. W. Barnett.** 1983. Degree-days: an aid in crop and pest management. *California Agriculture*, 37: 4-7.
- 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, Mayagüez. 11 pp.
- Yusseff V., S. Z.** 2009. Entomología forense: los insectos en la escena del crimen. *Quadernos de Criminología. Revista de Criminología y Ciencias Forenses*, 5: 5-11.