

## Artículo Científico

**Estudio de la entomofauna de Diptera y Coleoptera asociada a un cadáver de cerdo (*Sus scrofa domestica* Linnaeus) en un área rural del Estado de Yucatán, México**

Study of the Diptera and Coleoptera entomofauna associated with a pig carcass (*Sus scrofa domestica* Linnaeus) in a rural area of the Yucatán State, Mexico

Patricia Catalina Campos-Granados<sup>1,2\*</sup>, Jesús Romero-Nápoles<sup>1</sup>, Armando Equihua-Martínez<sup>1</sup>, Hussein Sánchez-Arroyo<sup>1</sup>, Adrián A. Carrillo-Flores<sup>3</sup> y Guadalupe Reyes-Solís<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México.

\*E-Mail: [patricia.campos.granados@gmail.com](mailto:patricia.campos.granados@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi-UADY, Yucatán, México.

<sup>3</sup> Facultad de Matemáticas UADY, Mérida, Yucatán, México.

ZooBank: urn:lsid:zoobank.org:pub: 274FF560-A53E-4A1B-B2EB-2C9AE01F57FC  
<https://doi.org/10.35249/rche.45.3.19.10>

**Resumen.** En el presente trabajo se identificó la entomofauna asociada a un cadáver de cerdo blanco (*Sus scrofa domestica* L.) de veinte kilogramos colocado en la comisaría de Chenché de las Torres, municipio de Temax, Yucatán, México. El cadáver se colocó al aire libre del 5 de noviembre del 2017 al 5 de enero del 2018, realizando recolecciones de insectos *in situ* tres veces al día. En éste se reconocieron cinco etapas de descomposición; además, se capturaron 4.082 ejemplares entre larvas y adultos de coleópteros y dípteros, distribuidos en 21 familias, 34 géneros y 21 especies. También se registraron las condiciones naturales del sitio durante el periodo de recolección. Por medio de una matriz de ocurrencia y análisis de correspondencia se vio que *Chrysomya ruffifacies* (Macquart, 1842) (Calliphoridae), *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Calliphoridae), *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Muscidae), *Hydrotaea aenescens* (Wiedemann, 1830) (Muscidae), *Hermetia* sp. (Stratiomyidae), *Blaeosiphia* sp. (Sarcophagidae), *Lepidodexia* sp. (Sarcophagidae), *Piophilina* sp. (Piophilidae), así como representantes de las familias Dermestidae, Cleridae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Trogidae, Curculionidae e Histeridae dieron información útil para una posible estimación.

**Palabras clave:** Coleópteros, dípteros, entomología forense, sucesión.

**Abstract.** In the present work, the entomofauna associated with a twenty-kilogram white pig carcass (*Sus scrofa domestica* L.) was identified at the comisaría Chenché de las Torres, municipality of Temax, Yucatán, Mexico. The corpse was placed outdoors from November 5, 2017 to January 5, 2018, in situ collections were made three times a day. Five stages of decomposition were recognized. A total of 4,082 specimens were collected between larvae and adults of Coleoptera and Diptera, distributed in 21 families, 34 genera and 21 species. In addition, the natural conditions of the site were recorded during the collection periods. By means of a matrix of occurrence and correspondence analysis it was observed that *Chrysomya ruffifacies* (Macquart, 1842) (Calliphoridae), *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Calliphoridae), *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Muscidae), *Hydrotaea aenescens* (Wiedemann, 1830) (Muscidae), *Hermetia* sp. (Stratiomyidae), *Blaeosiphia* sp. (Sarcophagidae), *Lepidodexia* sp. (Sarcophagidae), *Piophilina* sp. (Piophilidae) as well as the families Dermestidae, Cleridae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Trogidae, Curculionidae and Histeridae gave useful information for a possible estimation.

Recibido 28 Junio 2019 / Aceptado 19 Julio 2019 / Publicado online 9 Agosto 2019  
Editor Responsable: José Mondaca E.

**Key words:** Coleopterous, dipterous, forensic entomology, succession.

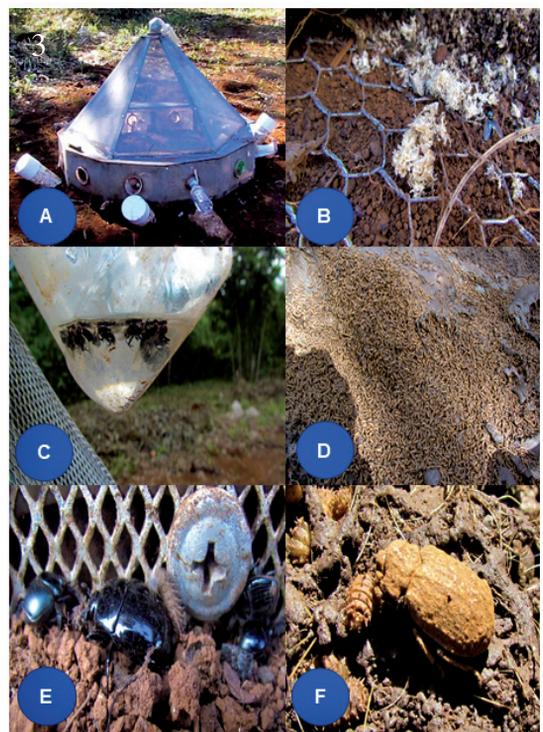
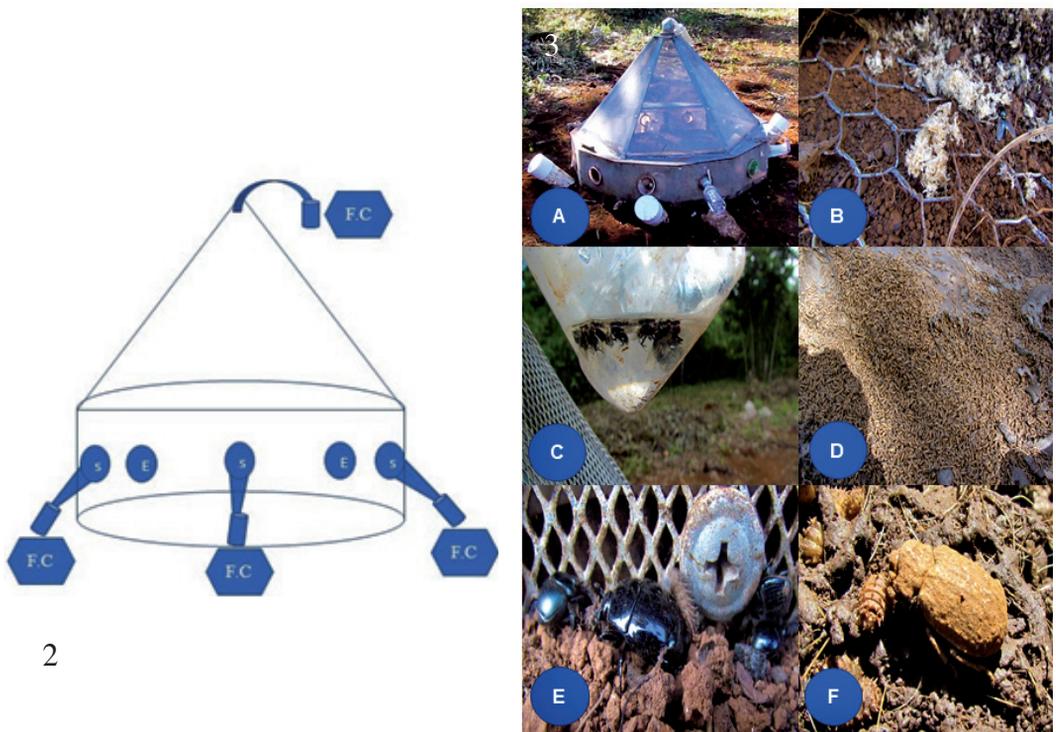
---

## Introducción

El uso de insectos y otros artrópodos como una herramienta para las investigaciones criminales y de vida silvestre se inició en el siglo XII en China, denominándola entomología forense (Mcknight 1981). Lord y Stevenson (1986) identificaron tres categorías en la entomología forense: urbana, de productos o granos almacenados y médico legal. El nombre más preciso para esta disciplina es entomología forense médico criminal (Catts y Goff 1992). La primera aplicación de la entomología forense para la estimación de la muerte fue realizada por Bergeret en 1855 (Catts y Goff 1992; Smith 1986). La principal aportación de la entomología forense es la estimación del intervalo postmortem, es decir el tiempo entre la muerte y el descubrimiento del cuerpo. Para tener esta estimación se requiere saber sobre las especies de insectos que habitan una determinada región geográfica y la estimación de los tiempos de desarrollo de la descomposición según las características que presente el lugar biogeográfico donde se localice el cadáver, de esta forma un entomólogo forense puede proporcionar una medida del posible intervalo postmortem. Cuando la muerte es reciente se debe considerar el grado de desarrollo de las especies que colonizan el cadáver, que por lo general son las larvas de dípteros. Existen otras aplicaciones en la entomología forense como es la entomología molecular y la entomotoxicología, por mencionar algunas (Garcés *et al.* 2017; De Pancorbo *et al.* 2006). Durante una sucesión cadavérica los primeros insectos en arribar a un cadáver por lo general son los dípteros, éstos pueden ser de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Piophilidae, Scathopagidae, Sepsidae, Stratiomyidae y Phoridae. En el caso de especies del orden Coleoptera, éstas aparecen en las últimas etapas de descomposición y las familias más frecuentes son: Silphidae, Dermestidae, Staphylinidae, Histeridae, Trogidae, Scarabaeidae y Nitidulidae; este grupo se ha reportado como el segundo más importante en la sucesión cadavérica (Byrd y Castner 2001; Castillo 2001). Las especies que se encuentren en un cadáver pueden cambiar con el tiempo, debido a la deforestación, urbanización, reforestación, entre otras; razón por la cual es importante tener una base de datos de amplia distribución. En México recién se está estableciendo el campo de la entomología forense, por lo que las contribuciones de literatura en México son escasas. Márquez (2003) inicia esta nueva área de estudio utilizando necrotrampas para la captura de coleópteros; posteriormente Martínez *et al.* (2009) realizaron un estudio comparativo con cerdos intoxicados con paratión metílico, en tanto que García *et al.* (2012) determinaron los requerimientos calóricos para dípteros. En el Estado de Yucatán no se han reportado publicaciones en relación con la entomofauna cadavérica. Para este estudio se supuso que la entomofauna cadavérica de dos órdenes de insectos y su asociación con la descomposición de un cadáver es variable durante el tiempo, por otro lado, su abundancia y diversidad también será igualmente variable, ya que los cadáveres son microhábitat donde pueden desarrollarse un gran número de especies durante el tiempo, asociadas a la degradación, observando como principales y más importantes colonizadores a los órdenes Diptera y Coleoptera.

## Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la comisaría Chenché de las Torres (21°07'47" N, 88°58'53" O, 7 msnm), municipio de Temax, Yucatán (Fig. 1); con anterioridad esta área era una zona henequenera y actualmente tiene actividades de ganadería ovina y agricultura a baja escala. El lugar se encontraba rodeado principalmente de flora como jabín (*Psidium piscipula* L., Fabaceae) y guacimo o pixoy (*Guazuma ulmifolia* Lam., Malvaceae).



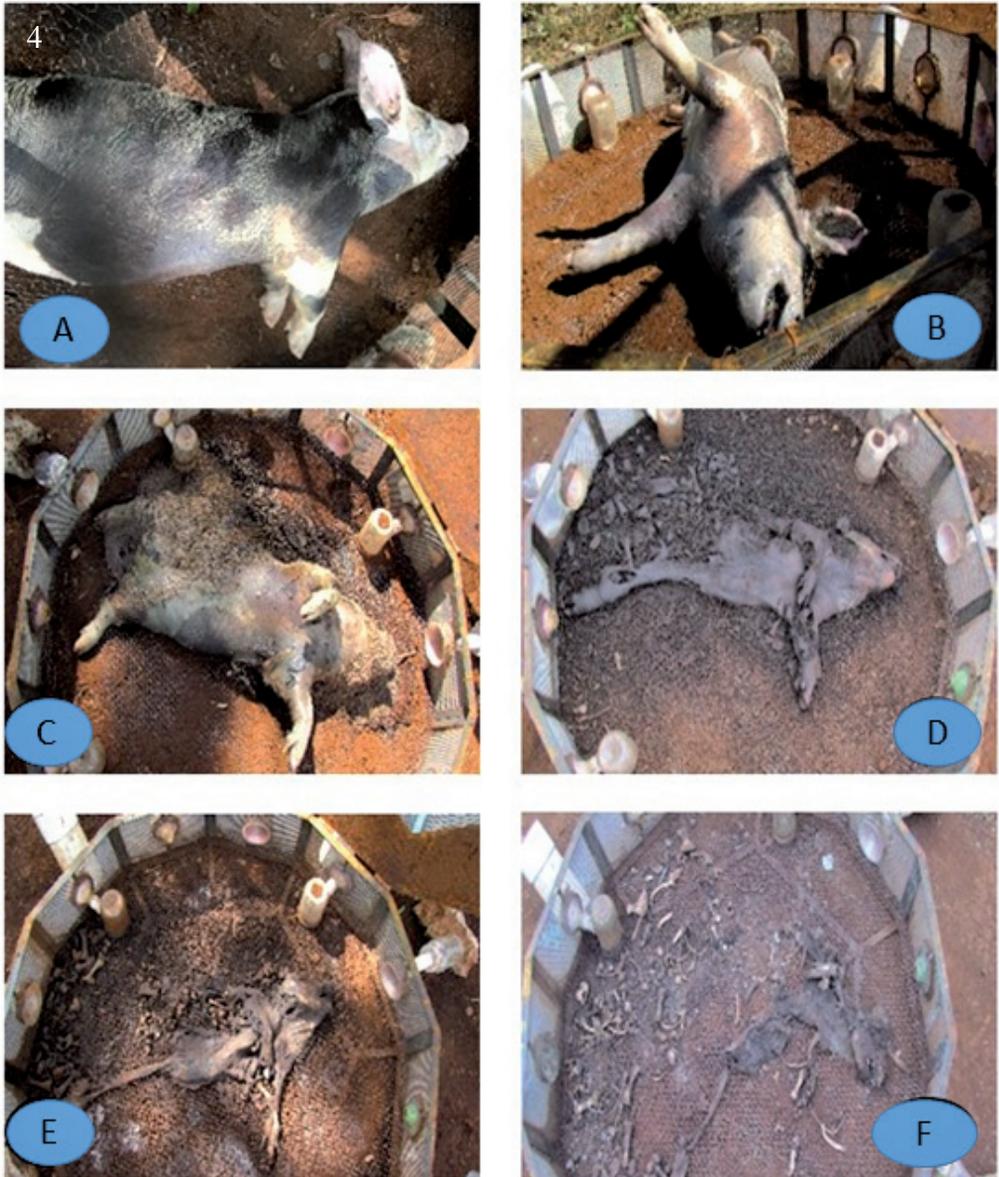
**Figuras 1-3.** 1. Lugar de estudio en Chenché de las Torres, Yucatán, México. 2. Jaula/trampa. E: Entrada, S: Salida, F.C: Frasco colector. 3. A. Colocación de la trampa y colecta. B. Colecta de huevos de díptero. C. Colecta de moscas. D. Colecta de larvas. E. y F. Colecta de coleópteros.

La orografía del sitio es completamente plana y el suelo difícil de cavar al ser de tipo arcilloso y calizo. Las precipitaciones anuales van de 1000-1200 mm (CIBCEC 2006). El biomodelo utilizado fue un cerdo doméstico (*Sus scrofa domestica* L.) de 22 kilogramos de peso, el cual se obtuvo y sacrificó en una granja situada en el municipio de Temax, Yucatán, donde se realizó el estudio; el sacrificio fue realizado a través de una descarga eléctrica bajo las normas NOM-033-ZOO 1995 y NOM-033-ZOO 2014. El cadáver se colocó en una jaula-trampa diez minutos después del sacrificio. Para el estudio se utilizó la trampa Schoenly, misma que fue construida con base a los planos de Prado *et al.* (2009); se decidió utilizar este tipo de trampa debido a que su eficacia había sido probada por Ordoñez *et al.* (2008), aunque se le realizaron algunas modificaciones. Ésta contó con dos partes, la tapa que estaba forrada con malla de aluminio y la base forrada con malla de gallinero que tenía la función de proteger al cadáver y obtener insectos; se adaptaron a la trampa de 150x150x150 centímetros, nueve frascos de 500 ml (Fig. 2). En el estudio se realizaron muestreos por dos meses (del 5 de noviembre 2017 al 5 de enero 2018), visitando la trampa tres veces al día en horarios de 6:00-8:00 am, 13:00-15:00 pm y 17:00-19:00 pm; a partir del día 30 de noviembre se inició el espaciamiento de las recolecciones, realizándolas cada dos a cuatro días (diciembre-enero), ya que la actividad de los insectos había disminuido notablemente. Se recolectaron principalmente larvas y adultos, éstos fueron capturados por medio de los frascos adaptados a la trampa con etanol al 70% y con pinzas entomológicas; además las colectas se complementaron con inspecciones debajo del cadáver, dentro del cadáver o de la carcasa, alrededor de la trampa y alrededor del cadáver dentro de la trampa (Fig. 3). Las larvas obtenidas fueron colocadas en recipientes de 50 ml para su posterior sacrificio en agua a 90°C y finalmente fijadas en etanol al 70%, otras larvas se colocaron en frascos de 500 ml para obtener el adulto. Los ejemplares fueron separados y contados con la ayuda de un estereoscopio binocular Amscope®. La identificación de los coleópteros se llevó a cabo en el Colegio de Postgraduados, mientras que los dípteros fueron identificados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro utilizando un estereoscopio Carl Zeiss Stemi DV4 con iluminador LED. Para la identificación de coleópteros, se contó con la ayuda del taxónomo J. Romero-Nápoles. Se utilizaron claves de Amat (2009), Barros de Carvalho *et al.* (2002a, 2008b), Brown *et al.* (2010), Couri (2007) y Whitworth (2006a, 2010b, 2014c). Se observaron las diferentes fases en descomposición, esto con el fin de asociar a los dípteros y coleópteros presentes en cada una de éstas; las variables de temperatura y humedad relativa fueron importantes debido a que en cada región geográfica existen particularidades, éstas fueron obtenidas de la estación meteorológica WH2081 ubicada en la zona de estudio, la cual contaba con una estación base (receptor), una unidad transmisora, un sensor de dirección del viento, un pluviómetro y un software para PC.

## Resultados y Discusión

Durante el período de estudio la temperatura promedio fue de 21,3 °C con una máxima de 36,8 °C en el mes de diciembre y una mínima de 10,1 °C en el mes de enero; la humedad relativa con 80,2% y con una máxima en el mes de noviembre de 99% y la mínima de 30% que se reporta en el mes de diciembre; la precipitación no tuvo gran impacto, sin embargo, en el mes de noviembre se registró la precipitación más alta con 29,4 mm y la más baja en el mes de enero con 0,6 mm. El factor más importante durante el tiempo de descomposición fue la humedad y temperatura que fueron óptimas para el desarrollo de bacterias, larvas de insectos y hongos que favorecieron a la putrefacción, tal y como lo indica Mann *et al.* (1990), que la descomposición es dependiente de la temperatura; por otro lado la búsqueda del cadáver, ubicación de la pareja, oviposición, alimentación, pupación y emergencia

de los insectos adultos se eleva con la temperatura en aumento, como se vio durante la exposición del cadáver en el Estado de Yucatán. Se recolectó un total de 4.082 ejemplares entre larvas y adultos de coleópteros y dípteros, distribuidos en 21 familias, 34 géneros y 21 especies (Tabla 2). Con fines de identificación, algunas larvas de dípteros fueron criadas en recipientes de plástico de 500 ml; cada frasco contenía: sustrato, viruta e hígado de cerdo. Después de la captura de las larvas en el tercer estadio se demoraron aproximadamente entre 6 a 7 días para la emergencia de los adultos. La temperatura dentro del lugar donde permanecieron fue entre 26 y 28 °C. Los estados de descomposición observados fueron los siguientes cinco: estado fresco, estado hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y restos secos (Fig. 4)



**Figura 4.** Estados de descomposición. A. Estado fresco (5 noviembre). B. Estado hinchado (6, 7, 8 noviembre). C. Estado activo (9, 10, 11 noviembre). D. Estado avanzado (12, 13, 14 noviembre). E. y F. Restos secos (15 noviembre al 5 enero).

**Tabla 1.** Asociación entre presencia y ausencia de especies y variables climatológicas.

Estado de descomposición	Temperatura Externa	Humedad Externa	Correlación Temperatura / Humedad	Roles ecológicos predominantes de coleópteros	Roles ecológicos predominantes de dípteros
Fresco	24,80	76,32	-0,9917	Coprófago	Necrófago
Hinchado	23,20	78,04	-0,9494	Necrófilo, coprófago	Necrófago
Descomposición Activa	24,34	88,82	-0,9619	Necrófago, necrófilo, omnívoro	Necrófago
Descomposición Avanzada	25,36	81,90	-0,9010	Necrófilo, Omnívoro	Necrófago, depredador
Restos secos	21,95	80,14	-0,8936	Necrófago, Necrófilo, Accidental, Omnívoro	Necrófago

La investigación permitió establecer algunas asociaciones, por ejemplo, con respecto a los coleópteros, es notorio que los coprófagos aparecieron en los estados fresco e hinchado y que registraron los menores promedios de humedad externa durante el período de medición, su presencia también se relacionó con el excremento que presentaba el cadáver por eso se encontró a *Canthon aff. indigaceus* LeConte, el cual según Smith (1986) es usual encontrarlo en el estiércol; mientras que la fauna accidental se manifestó en el nivel más bajo de temperatura del estudio (Tabla 1). Los necrófilos aparecieron casi siempre en presencia de necrófagos y con índices de humedad superiores a las 80 unidades, y aquí se puede observar la importancia de la humedad y la temperatura las cuales fueron óptimas para la presencia de dípteros necrófagos, que constituyen el alimento de los necrófilos. La etapa de descomposición activa se manifestó con las condiciones más húmedas, mientras que la descomposición avanzada se desarrolló con el promedio más alto de temperatura. Aunque el conteo de familias de omnívoros fue menor que el de las otras familias que aparecen a partir de la descomposición activa; se destaca que este rol también se manifiesta en los períodos con mayores índices de humedad, independientemente del nivel de temperatura externa registrado. Con respecto a los dípteros, en el estado fresco sólo hubo visita de éstos por la parte externa de la jaula. En los siguientes estados de descomposición se presentaron necrófagos (Calliphoridae) y depredadores (Stratiomyidae), pero la cantidad de familias de necrófagos fue considerablemente mayor que la de depredadores. Los necrófagos predominaron en los estados de descomposición a partir del estado hinchado, pero la mayor cantidad de familias de dípteros depredadores se dio en el estado de descomposición avanzada. La asociación entre la temperatura y la humedad externa es inversa y muy marcada a lo largo de cada una de las etapas de descomposición, esto quiere decir que cuando la humedad aumenta la temperatura disminuye o viceversa, aunque esta

**Tabla 2.** Especies presentes en la carroña de cerdo blanco (*Sus scrofa domestica* L.) durante los meses de estudio.

Rol ecológico	Familia	Género/especie	F	H N	D. Ac	D. Av	RS.	
Necrófago	Calliphoridae	<i>Chrysomya rufifacies</i>	•	•	•	•	•	
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	•	•	•	•	•	
		<i>Lucilia mexicana</i>	-	•	•	-	-	
		<i>Lucilia eximia</i>	-	•	•	-	-	
		<i>Henilucilia segmentaria</i>	-	•	-	-	-	
		<i>Chloroprocta idioides</i>	-	-	•	•	•	
		<i>Cochliomyia minima</i>	-	-	-	-	•	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	-	•	•	•	•	
		<i>Hydrotaea aenescens</i>	-	•	•	•	-	
	Sarcophagidae	<i>Blaesoxipha</i> sp.	-	•	-	-	•	
		<i>Lepidodexia</i> sp.	-	•	-	-	•	
		Piophilidae	<i>Piophil</i> sp.	-	-	•	•	•
	Necrófago	Dermestidae	<i>Dermestes caninus</i>	-	-	•	•	•
<i>Dermestes maculatus</i>			-	•	•	•	•	
Depredador	Stratiomyidae	<i>Hermetia</i> sp.	-	•	•	•	•	
	Histeridae	<i>Xerosaprinus</i> aff. <i>ignotus</i>	-	-	•	•	•	
		<i>Hister coenosus</i>	-	-	-	-	•	
		<i>Omalodes</i> sp.	-	-	-	-	•	
		<i>Euspilotus</i> sp.	-	-	•	-	-	
		<i>Coproporus</i> sp.	-	-	-	•	•	
<i>Temnoscheila</i> aff. <i>sallei</i>	-	-	-	-	•			
Depredador	Carabidae	<i>Brachinus</i> sp.	-	-	-	•	•	
	Staphylinidae	<i>Coproporus</i> sp.	-	-	-	-	-	
Accidental	Dermestidae	<i>Cryptorhopalum</i> sp.	-	-	•	•	•	
		Curculionidae	<i>Xyleborus volvulus</i>	-	-	-	•	•
		<i>Euplatypus parallelus</i>	-	-	-	-	•	
	laemophloeidae	<i>Rhaphidophloeus</i> sp.	-	-	-	-	•	
	Silvanidae	<i>Nausibius clavicornis</i>	-	-	-	-	•	
	Bostrichidae	<i>Amphicerus cornutus</i>	-	-	-	-	•	
	Tenebrionidae	<i>Epitragodes</i> sp.	-	-	-	-	•	
Omnívoro	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	-	-	-	-	•	
	Anthicidae	<i>Anthicus</i> sp.	-	-	-	-	•	
	Hydrophilidae	<i>Paracymus</i> sp.	-	-	-	•	•	
Saprófago	Nitidulidae	<i>Epuraea</i> sp.	-	-	-	-	•	
		<i>Stelidota</i> sp.	-	-	-	-	•	
		<i>Conotelus mexicanus</i>	-	-	-	-	•	
	Trogidae	<i>Omorgus</i> aff. <i>tytus</i>	-	-	-	•	•	
Coprófago	Scarabaeidae	<i>Canthon</i> aff. <i>indigaceu</i>	•	-	-	-	•	

relación se va debilitando a lo largo del proceso. Si bien las condiciones climatológicas se asocian a las etapas de descomposición y a la ausencia y presencia de insectos; los dípteros necrófagos pueden variar su desarrollo debido a la temperatura y humedad, algunos autores como García-Espinosa *et al.* (2012) menciona que el crecimiento de *Chrysomya rufifacies* (necrófago), se da en un promedio de 28-36 °C, y tienen un umbral de temperatura mínima de 10 °C (Higley y Haskell 2001) y una máxima de hasta 50 °C (Rivers y Dahlem 2014). Por otra parte, Byrd y Castner (2001) mencionaron que la temperatura y humedad óptima es de 27 °C a 30 °C y la humedad relativa de entre 80% y 90% para los califóridos.

**Análisis de correspondencia.** Se realizó el análisis de correspondencias para determinar la asociación de las especies recolectadas con cada estado de descomposición. El análisis de correspondencia mostró que en las primeras etapas de descomposición se encuentran asociados los dípteros y en las últimas etapas los coleópteros (Garcés *et al.* 2017; García-Rojo 2004; Remedios de León *et al.* 2017), y en la Fig. 5 se aprecia la gráfica de análisis de correspondencia, donde se muestra a los dípteros y coleópteros en relación con los estados de descomposición. Con las matrices de ocurrencia se demuestra que especies o familias están mejor representadas durante el tiempo y estado de descomposición en los meses de estudio (otoño) (Tablas 3 y 4). De esta forma se obtuvo la sucesión y se utilizaron estas especies como indicadoras del tiempo de la muerte del cerdo; por otro lado, en la Tabla 5 se muestran familias y especies en conjunto de dípteros y coleópteros, además se podrá observar la diferencia de interacción entre ausencia y presencia de los dos grupos, lo que explicaría de igual forma la importancia de los roles ecológicos.

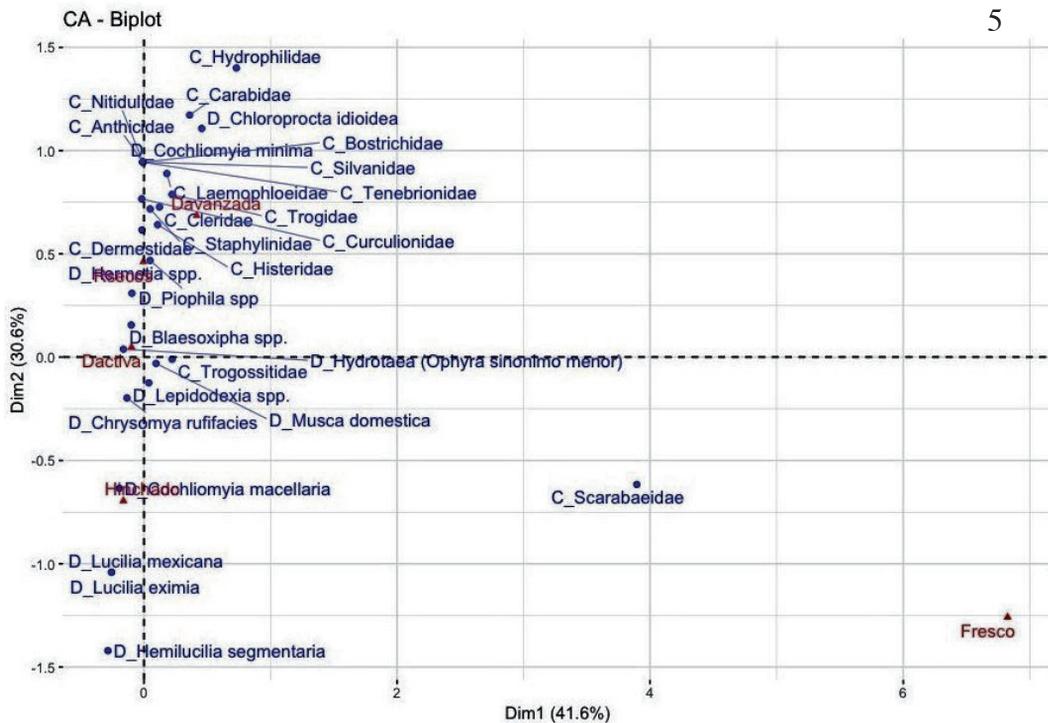


Figura 5. Análisis de correspondencia de dípteros y coleópteros.





**Tabla 5.** Familias y especies en conjunto de dípteros y coleópteros según el análisis de correspondencia.

Orden	Familia	Especie	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	R. Secos	
Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya ruffiacis</i>		•	•			
		<i>Cochliomyia macellaria</i>		•				
	Muscidae	<i>Hydrotaea aenescens</i>				•		
		<i>Musca domestica</i>				•		
		Sarcophagidae	<i>Blaeosiphia</i> sp.			•		
			<i>Lepidodexia</i> sp.			•		
		Stratiomyidae	<i>Hermetia</i> sp.					•
	Piophilidae	<i>Piophila</i> sp.					•	
Coleoptera	Scarabaeidae		•					
	Cleridae					•		
	Staphylinidae					•		
	Trogidae					•		
	Curculionidae					•		
	Histeridae					•		
	Dermestidae					•	•	

no se observaron variables extremas que llegaran a producir la momificación o cese de la descomposición del cuerpo. La temperatura media de 21,3 °C, con una máxima de 36,8 °C y una mínima de 10,1 °C y la humedad relativa media de 80,2% y con una máxima de 99% y la mínima de 30% propiciaron una descomposición continua (García-Rojo 2004; Guarín-Vargas 2005; Castillo *et al.* 2017). La ausencia y presencia de insectos, así como el tiempo de la descomposición está influida considerablemente por los factores climatológicos, tal como lo menciona Mohr y Tomberlin (2014). En comparación con los estudios de Guarín-Vargas (2005) y Murrugarra Bringas (2016), los estados de descomposición fueron variables puesto que dependieron del lugar geográfico donde se localizó el cadáver, y la forma en cómo se degradó el cadáver, así como los insectos también dependieron de las condiciones climatológicas (Catts y Goff 1992; Byrd y Castner 2001; Keh 1985). En el presente trabajo la sucesión completa fue de aproximadamente entre 10 a 11 días, que se aproximó a la sucesión de entomofauna cadavérica descrita por Murrugarra Bringas (2016) y Guarín-Vargas

(2005). De acuerdo con el análisis de matrices de ocurrencia las especies colonizadoras que arribaron al cadáver fueron *Chrysomya rufifacies* y *Cochliomyia macellaria*, en el estado fresco sólo se colectaron adultos de la especie *Chrysomya rufifacies* y se mantuvo hasta los restos secos; mientras que *Cochliomyia macellaria* se mantuvo sólo en las tres primeras etapas. Al respecto, Byrd y Castner (2001), Rivers y Dahlem (2014) y Yussef-Venegas (2007) mencionaron que los califóridos son importantes para la posible data de la muerte. En este estudio *Chrysomya rufifacies* se presentó en todos los estados de descomposición teniendo mayor actividad en las tres primeras fases, la oviposición se vio entre las 36 y 48 horas, tal y como lo reporta Guarín-Vargas (2005) en un cuerpo expuesto al sol. La presencia de esta especie en los restos secos pudo deberse a que este estado duro más tiempo que el resto de los estados. Además, es una de las primeras especies colonizadoras de cadáveres como lo mencionó Byrd y Castner (2001) y Goff (2000). *Chrysomya rufifacies* presenta una fuerte competencia con otros dípteros, ya que en su estado larval en el segundo estadio es muy voraz (Mavárez *et al.* 2005). Como se vio durante la descomposición activa las larvas de *Chrysomya* devoraban a otras larvas, presentando de esta forma canibalismo (Valdés-Perezgasga y García-Espinosa (2014)). Tomberlin *et al.* (2006) indicó que *Chrysomya rufifacies* es importante para la entomología forense por los hábitos de alimentación que presenta en sus diferentes estadios larvales, en el primer estadio se alimenta de carroña y en el segundo y tercer estadio puede desplazar a otras especies. Por esta razón *Chrysomya* fue la especie más abundante durante el proceso de descomposición. Según Kirkpatrick y Olson (2007), Calliphoridae no oviposita durante la noche, pero si lo hace con luz artificial; sin embargo, en este trabajo se observó la posible oviposición nocturna, gracias a una cámara de visión nocturna la cual no emite ninguna luz artificial.

*Lucilia mexicana* Macquart, *Lucilia eximia* (Wiedemann) y *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius), arribaron el cadáver en los primeros estados de descomposición y no abundaron en ninguna de las otras etapas, siendo consideradas de importancia en casos forenses. Con respecto a *L. eximia*, se le ha reportado en casos de miasis (Sanford *et al.* 2014; Vasconcelos y Salgado (2014)); en tanto que *Chloroprocta idioidea* (Robineau-Desvoidy) y *Cochliomyia minima* Shannon fueron especies esporádicas, durante el estudio arribaron al cadáver en el estado activo, avanzado y restos secos. *Musca domestica* e *Hydrotaea aenescens* arribaron al cadáver desde el estado hinchado hasta el inicio de los restos secos; los múscidos tienen importancia tanto sanitaria como forense; según Byrd y Castner (2001), *Hydrotaea aenescens* es una especie que suele arribar el cadáver en la descomposición activa y tener mayor actividad, como se demostró en este estudio, aunque sólo se encontraron y capturaron adultos. Se dice que *Musca domestica* normalmente no se encuentra en las primeras etapas de descomposición, solamente si se encontrara estiércol o intestinos expuestos, esto explica el arribo de este múscido en tempranas fases de descomposición, ya que el cadáver presentaba excremento en las etapas iniciales (Smith 1986). La familia Sarcophagidae, a pesar de ser importante en la entomología forense, no tuvo mayor abundancia en los estados de descomposición. *Piophilina* sp. y *Hermetia* sp. son dos géneros que se asocian en las últimas etapas de descomposición (Wolff *et al.* 2001). A los 22 días del mes de noviembre se registraron larvas de la familia Piophilidae, estas larvas son características por su movimiento ya que parecen brincar (Gennard 2007). *Hermetia* sp. arribó al cadáver en el estado hinchado, sin embargo, tuvo visitas esporádicas al cadáver hasta el día 28 de diciembre. Se considera un díptero secundario e importante en la estimación del tiempo de la muerte conociendo su ciclo de vida y las condiciones en las que se localiza un cadáver (Pujol-Luz *et al.* 2008); a pesar de que este autor mencionó que se encuentran en estados avanzados de descomposición, en el presente trabajo se encontró en el estado hinchado. Las larvas de este díptero son depredadoras, y cabe la posibilidad de que este fue el motivo de su arribo en una de las primeras fases. Los coleópteros son el segundo grupo más importante en la estimación del tiempo de muerte y están asociados normalmente a

las últimas etapas de descomposición (Castillo 2001). La familia Scarabaeidae arribó al cadáver en el estado fresco, esto se debió a que el cadáver presentaba excremento, hecho que se dio por las evacuaciones del animal sacrificado. Según Smith (1986) esta familia es de importancia forense; por su diversidad suele tener hábitos alimenticios variados, entre ellos en la descomposición de materia, en un estudio realizado por Naranjo-López y Navarrete-Heredia (2011) colocó a este grupo de insectos como uno de los principales descomponedores de material orgánica de origen animal. En el presente trabajo el género que se determinó fue *Canthon* aff. *indigaceus*, especie ampliamente conocida por ser estercolero. En este estudio las familias de los coleópteros Staphylinidae e Histeridae, tuvieron mayor actividad que los necrófagos, arribaron al cadáver en la descomposición activa hasta los restos secos, al ser depredadores de larvas de dípteros, su actividad se vio acelerada en la descomposición activa; similar a lo obtenido por Flores (2009), Olaya Másmela (2001) y Arnaldos *et al.* (2005). En el estudio de Santos *et al.* (2014) *Euspilotus* sp. y *Xenosaprinus* sp. fueron abundantes; de manera similar en esta investigación también la familia Histeridae fue abundante, se capturaron 107 ejemplares. Con respecto a las familias Cleridae, Nitidulidae y Tenebrionidae son grupos omnívoros; sin embargo, los géneros encontrados en el presente trabajo tienen diferencias en su biología, *Epitragodes* sp. es un género accidental ya que no está asociado con cadáveres; en la familia Nitidulidae, tanto larvas como adultos son saprófagos o xilófagos, algunos suelen ser exclusivamente fitófagos o micófagos y otros se encuentran en carroña o son depredadores (Smith 1986), en este trabajo se encontraron en restos secos, tal y como Payne y King (1970) que también los registraron en este estado de descomposición. Los necrófagos de la familia Dermestidae como son *Dermestes maculatus* De Geer y *Dermestes caninus* Germar arribaron al cadáver a partir de la descomposición activa hasta los restos secos, estando presentes adultos y presencia de larvas hasta el día 9 de noviembre; resultados similares fueron observados por Abouzied (2014). Esta familia es de importancia forense, pues es necrófaga y puede acelerar el proceso de restos secos; por lo general las especies de este grupo suelen llegar en las últimas etapas de descomposición y colonizan el cadáver, esto quiere decir que llegarán cuando el cadáver sólo presente piel seca y huesos (Smith 1986). Aunque en el estudio de Olaya Másmela (2001) se vio a la familia Dermestidae en las primeras etapas de descomposición, al igual que Payne y King (1970) que también encontraron a los derméstidos en los primeros estados de descomposición. En lo que respecta a la familia Laemophloeidae, ésta no tuvo relación con el cadáver, por lo que es una familia accidental. Con respecto a las familias restantes, éstas no tuvieron mayor abundancia o colonización del cadáver; sin embargo, *Omorgus* aff. *tytus* (Robinson) (Trogidae) es una especie que se asocia con la descomposición cadavérica, en este estudio apareció en la descomposición activa hasta los restos secos, así como lo reporta Mayer y Vasconcelos (2013).

### Literatura Citada

- Amat, E. (2009)** Contribución al conocimiento de las Chrysomyinae y Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 693-708.
- Arnaldos, M.I., García, M.D., Romera, E., Presa, J.J. y Luna, A. (2005)** Estimation of postmortem Interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science international*, 149(1): 57-65.
- Abouzied, E.M. (2014)** Insect colonization and succession on rabbit carcasses in southwestern mountains of the kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Medical Entomology*, 51(6): 1168-1174.
- Barros de Carvalho, C.J., Moura, M.O. y Ribeiro, P.B. (2002)** Chave para adultos de dípteros (Muscidae, Fanniidae, Anthomyiidae) asociados ao ambiente humano no Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 46(2): 107-114.

- Barros de Carvalho, C.J. y De Mello-Patiu, C.A. (2008)** Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(3): 390-406.
- Byrd, J.H. y Castner, J.L. (2001)** Forensic Entomology. The utility of arthropods in legal investigations. CRC Press. USA. 418 pp.
- Brown, B.V., Borkent, A., Cumming, J.M., Wood, D.M., Woodley, N.E. y Zumbado, M.A. (2010)** Manual of Central American Diptera. Volume 2. NRC Research Press Ottawa.
- Catts, E.P. y Goff, M.L. (1992)** Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, 37: 253-72.
- Castillo, M.M. (2001)** Artrópodos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la litera (Huesca). *Boletín S.E.A.*, 28: 133-140.
- Castillo, P.S., Sanabria, C. y Monroy, F. (2017)** Insectos de importancia forense en cadáveres de cerdo (*Sus scrofa*) en la Paz Bolivia. Medicina Legal de Costa Rica. *Medicina Legan de Costa Rica*, 34(1): 1-9.
- Couri, M.S. (2007)** A key to the tropical genera of Muscidae (Diptera). *Revista Brasileira de Zoología*, 24: 175-184.
- Flores, P.L.R. (2009)** Sucesión de entomofauna cadavérica utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa* L.). Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo Texcoco. Edo. de México. 93 p.
- Garcés, P., Lasso, E. y Varela, V. (2017)** Detección de levamisol en larvas de moscas necrófagas de importancia médico legal. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 4(2): 71-88.
- García-Rojo, A.M. (2004)** Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (comunidad autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. *Boletín S.E.A.*, 34: 263-269.
- García-Espinosa, F. Ma., Valdés Perez Gasga, T., Sánchez Ramos, F.J., Yusseff Vanegas, S.Z. y Quintero Martínez, Ma. T. (2012)** Desarrollo larval y requerimientos calóricos de *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) durante primavera y verano en Torreón, Coahuila. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(1): 172-184.
- Gennard, D.E. (2007)** Forensic entomology, an introduction. Ed. Wiley, England. 248 pp.
- Goff, M.L. (2000)** A Fly for the Prosecution. Harvard University Press: Cambridge, MA. *In*: Gennard, D. E. 2007. Forensic entomology, an introduction. England. Ed. Willey.
- Guarín-Vargas, 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 sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de maestro en ciencias en biología. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.
- Higley, L.G. y Haskell, N.H. (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 2001. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 681 pp.
- Keh, B. (1985)** Scope and applications of Forensic Entomology. *Annual Reviews Entomology*, 30: 137-154.
- Kirkpatrick, R.S. y Olson, J.K. (2007)** Nocturnal light and temperature influences on necrophagous, carrion-associating blow fly species (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance in Central Texas. *Southwestern Entomologist*, 32(1): 31-36.
- Lord, W.D. y Stevenson, J.R. (1986)** Directory of Forensic Entomologists. Washington DC: Am. Reg. Prof. Entomol., 2nd Ed. 42 pp.
- Mann, R.W., Bass, W.M. y Lee Meadows, B.A. (1990)** Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, 35(1): 103-111.
- Marquéz, J. (2003)** Ecological patterns in necrophilous Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) from Tlayacapan, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 89: 69-83.

- Martínez, H., Jaramillo, F., Escoto, J., Rodríguez, M., Posadas, F. y Medina, I. (2009)** Estudio comparativo preliminar de la sucesión de insectos necrófagos en *Sus scrofa* intoxicado con paratión metílico, en tres periodos estacionales. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 40(3): 5-10.
- McKnight, B.E. (1981)** The Washing Away of Wrongs: Forensic Medicine in Thirteenth-Century China. The University of Michigan Center for Chinese Studies, Ann Arbor. 181 p.
- Mavárez, C.M., Espina de F.A., Barrios, F.F. y Ferreira, P.J. (2005)** La Entomología Forense y el Neotrópico. *Cuadernos de Medicina Forense*, 11(39): 23-33.
- Mayer, A.C. y Vasconcelos, S.D. (2013)** Necrophagous beetles associated with carcasses in a semi-arid environment in Northeastern Brazil: Implications for forensic entomology. *Forensic Science International*, 226: 41-45.
- Mohr, R.M. y Tomberlin, J.K. (2014)** Environmental factors affecting early carcass attendance by four species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) in Texas. *Journal of Medical Entomology*, 51(3): 702-708.
- Murrugarra Bringas, V.Y. (2016)** Sucesión de artropofauna en cadáveres de cerdos (*Sus scrofa* L., 1758), en Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú. Para optar el grado académico de Magister en Zoología con mención en Ecología y Conservación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Unidad de Posgrado.
- Naranjo-López, A.G. y Navarrete-Heredia, J.L. (2011)** Coleópteros necrócolos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae) en dos localidades de Gómez Farías, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1): 103-110.
- Olaya Másmela, L.A. (2001)** Entomofauna sucesional en el cadáver de un cánido en condiciones de campo en la Universidad del Valle (Cali-Colombia). *Cuadernos de Medicina Forense*, 23: 5-14.
- Ordoñez, A., García, M.D. y Fagua, G. (2008)** Evaluation of efficiency of Schoenly trap for collecting adult sarcosaprophagous dipterans. *Journal of Medical Entomology*, 45(3): 522-532.
- De Pancorbo, M., Ramos, R., Saloña, M. y Sánchez, P. (2006)** Entomología Molecular Forense. *Ciencia Forense*, 8: 107-130.
- Payne, J.A. y King, E.W. (1970)** Coleoptera associated with pig carrion. *Entomologist's Monthly Magazine*, 105 (1969): 224-232. In: A Manual of Forensic Entomology. Smith K. G. V. Department of Entomology, British Museum (Natural History). London 1986.
- Pujol-Luz, J.R., Francez, P.A., Ururahy-Rodrigues, A. y Constantino, R. (2008)** The black soldier-fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), used to estimate the postmortem interval in a case in Amapá State, Brazil. *Journal Forensic Sciences*, 53(2): 476-8.
- Remedios de León, M., Castro, M. y Morelli, E. (2017)** Artropodofauna cadavérica sobre modelos experimentales porcinos *Sus scrofa* Linneaus 1758. (Mammalia: Artodactyla) en cuatro periodos estacionales. *Entomología Mexicana*, 4: 450-555.
- Rivers, B.D. y Dahlem, G.A. (2014)** The Science of Forensic Entomology. Editorial: Garsington Road, Oxford. 402 pp.
- Sanford, M.R., Whitworth, T.L. y Phatak, D.R. (2014)** Human wound colonization by *Lucilia eximia* and *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae): Myiasis, perimortem, or postmortem colonization? *Journal of Medical Entomology*, 51(3): 716-719.
- Santos, W., Alves, A.C.F. y Creão-Duarte, A.J. (2014)** Beetles (Insecta, Coleoptera) associated with pig carcasses exposed in a Caatinga area, Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 74(3): 649-655.
- Smith, K.G.V. (1986)** A manual of Forensic Entomology. British Museum Natural History London. 207 pp.
- Tomberlin, J.K., Albert, A.M., Byrd, J.H. y Hall, D.W. (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-Perezgasga, M.T. y García-Espinosa, F. (2014)** Dinámica de califóridos (Diptera: Calliphoridae) en tres municipios de la Comarca Lagunera en el periodo 2012-2013. *Entomología Mexicana*, 1: 345-350.
- Vasconcelos, S.D. y Salgado, R.L. (2014)** First record of six Calliphoridae (Diptera) species in a seasonally dry tropical forest in Brazil: Evidence for the establishment of invasive species. *The Florida Entomologist*, 97(2): 814-816.
- Wolff, M.A., Uribe, A., Ortiz, A. y Duque, P. (2001)** A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Science International*, 120(1-2): 53-59.
- Whitworth, T. (2006)** Keys to genera and species of blowflies (Diptera: Calliphoridae) of America North of México. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 108(3): 689-725.
- Whitworth, T. (2010)** Keys to the genera and species of blowflies (Diptera: Calliphoridae) of the West Indies and description of a new species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy. *Zootaxa*, 2663: 1-35.
- Whitworth, T. (2014)** A revision of the Neotropical species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae). *Zootaxa*, 3810: 1-76.
- Yusseff-Vanegas, 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. Maestro en Ciencias en Biología Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez.