

Literatura científica sobre artrópodos asociados a cadáveres: estudio observacional

Scientific literature on arthropods associated with corpses: an observational study

Karla Paola Rodríguez-Olivares*, Sandra Quijas*, Fabio Germán Cupul-Magaña*, José Luis Navarrete-Heredia**

RESUMEN

Se realizó la búsqueda electrónica de artículos sobre artrópodos asociados a cadáveres y su relación con la ciencia forense. La búsqueda incluyó cinco bases de datos (*Google scholar*, *SciE-Lo*, *Redalyc*, *ScienceDirect* e *ISI Web*) y el uso de seis palabras (en español e inglés): *succession*, *insect*, *arthropods*, *carrion*, *carcasses pig* y *forensic entomology*. Un total de 60 artículos fueron encontrados del periodo de 1984 a 2013. Los resultados mostraron que el 55% de los artículos se publicaron en cinco revistas. Estados Unidos de América y países europeos concentran la mayor parte de la información sobre entomología forense. Diversos países de Sudamérica, Asia, Oceanía y México están despuntando en este campo. El cerdo fue el modelo biológico más utilizado para evaluar la diversidad de artrópodos en cadáveres. Veintidós órdenes de artrópodos son citados en la literatura. Los órdenes Coleóptera y Díptera son ampliamente estudiados. Sorprendentemente, es escasa la evaluación del efecto de variables ambientales sobre la diversidad de artrópodos en las investigaciones forenses. Finalmente, se discute sobre el uso de la entomología forense como una herramienta útil para resolver litigios en casos civiles y criminales.

ABSTRACT

An electronic search was conducted on the arthropods diversity associated with corpses and its importance for the forensic science. The research included five databases (*Google scholar*, *SciELO*, *Redalyc*, *ScienceDirect*, and *ISI Web on-line*) using six research words both Spanish and English: *succession*, *insect*, *arthropods*, *carrion*, *pig carcasses*, and *forensic entomology*. A total of 60 papers were found from 1984-2013. Results showed that 55% of articles were published in five journals. United States and European countries concentrated the available information in forensic entomology. Some countries from South America, Asia, Oceania and Mexico have initiated studies on this topic. The biological model most common to evaluate the arthropods diversity in corpses was pig. Twenty two arthropod orders were reported in the literature. Coleoptera and Diptera orders were widely studied. Surprisingly, there are little about the effect of environmental variables on arthropods diversity in forensic evaluations. Finally, it is discussed the using of forensic entomology as useful tool for resolving disputes in civil and criminal cases.

INTRODUCCIÓN

El grupo de los artrópodos (Arthropoda) es el más diverso de los seres vivos al incluir un aproximado de 1 302 809 especies descritas (Zhang, 2013). Los artrópodos juegan papeles fundamentales en diversos procesos y funciones de los ecosistemas, como son la descomposición, el reciclaje de nutrientes, depredación, parasitoidismo y parasitismo, entre muchos otros (Brusca & Brusca, 2003). Se encuentran presentes en ambientes terrestres, costeros y marinos (Gangwere, 2005; Wall & Shearer, 1997). Dentro de la gran variedad de hábitats que colonizan, se encuentran los cadáveres de vertebrados, que para muchas especies son un recurso para su alimentación, reproducción y localización de presas (Rivers & Dahelm, 2014).

Durante el proceso de descomposición de un cadáver se han reconocido varios estados, en cada uno de ellos se ha encontrado una amplia variedad de artrópodos (Benecke, 2004). Estos estados se clasifican como fresco (sin

Recibido: 10 de junio de 2015
Aceptado: 15 de octubre de 2015

Palabras clave:

Entomología forense; Coleóptera; Díptera; Intervalo *post mortem*; modelo biológico.

Keywords:

Forensic entomology; Coleoptera; Diptera; *post mortem* Interval; biological model.

Cómo citar:

Rodríguez-Olivares, K. P., Quijas, S., Cupul-Magaña, F. G., & Navarrete-Heredia, J. L. (2015). Literatura científica sobre artrópodos asociados a cadáveres: estudio observacional. *Acta Universitaria*, 25(6), 20-29. doi: 10.15174/au.2015.824

* Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad núm. 203, Delegación Ixtapa, C.P. 48280. Puerto Vallarta, Jalisco, México. Correos electrónicos: kappa_1728@hotmail.com; squijas@gmail.com; fabiocupul@gmail.com

** Centro de Estudios en Zoolología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Apdo. Postal 134, C.P. 45100, Zapopan, Jalisco. Correo electrónico: glenusmx@gmail.com

signos evidentes de descomposición), hinchado (al menos ligera hinchazón), de descomposición activa (sin hinchazón, fuerte olor a descomposición, pelo debajo y alrededor del cuerpo), de descomposición avanzada (subproductos de descomposición de tejidos blandos, huesos expuestos y débil olor a descomposición, piel seca a mojada) y restos secos (pelo y huesos, sin olor a descomposición) (Castillo-Miralbes, 2002; Matuszewski, Bajerlein, Konwerski & Szpila, 2008). Los órdenes Coleóptera y Díptera son los artrópodos insectos que invariablemente se presentan en los distintos estados de descomposición de los cadáveres (Byrd & Castner, 2010; Gennard, 2007).

Los artrópodos cumplen diversas funciones durante el proceso de descomposición, siendo variable su momento de colonización. Los artrópodos que hacen un aprovechamiento directo o indirecto de la carroña se agrupan en cinco categorías ecológicas: necrófagas, que se alimentan de la carroña; depredadoras y parásitas, que se alimentan de otros insectos o artrópodos necrófagos; omnívoras como las avispas, hormigas y algunos escarabajos que se alimentan tanto del cadáver como de sus colonizadores; saprófagas, en sentido más amplio, que se alimentan efectivamente del cadáver, pero cuando éste ha sido procesado por bacterias y hongos; y otras especies como los colémbolos y arañas, que utilizan el cadáver como una extensión de su entorno (Romoser, 2004; Smith, 1986).

Las especies de artrópodos colonizan el cadáver en diferentes estados de su descomposición y aprovechan el recurso por un periodo limitado; este proceso de cambio temporal es llamado *sucesión faunística* (Benecke, 2004). El conocimiento de la composición faunística durante la sucesión, que incluye la descripción del ciclo de vida de las especies presentes, es una herramienta importante para las investigaciones forenses (Anderson, 2010; Gennard, 2007; Rivers & Dahelm, 2014).

La aplicación del conocimiento sobre los artrópodos en cadáveres ha derivado en lo que hoy se denomina *entomología forense*. Esta disciplina científica proporciona información útil en las investigaciones policiales o judiciales, siendo la estimación del Intervalo Post Mortem (IPM) la aportación más importante (Benecke, 2001; Gómez-Gómez, Martín-Vega, Botías-Talamantes, Baz-Ramos & Díaz-Aranda, 2007). Conocer el momento de la muerte centra la investigación policial sobre el marco de tiempo correcto (Anderson, 2010). Para establecerlo, se utiliza la edad de las larvas de insectos y su tasa de desarrollo, así como la sucesión de especies según los distintos estados de descomposición del cuerpo (Magaña, 2001).

La entomología forense tuvo su inicio en China durante el siglo XIII, pero fue hasta el siglo XIX cuando se determinó la importancia del IPM. A partir de 1980, la entomología forense ha crecido como disciplina y ha ganado aceptación como un subcampo de la ciencia forense y una herramienta de valor en materia civil y criminal, por lo que cada vez son más los esfuerzos para desarrollar esta línea de investigación (Benecke, 2001; Navarrete-Heredia & Quiroz-Rocha, 2014; Rivers & Dahlem, 2014).

Ante tal panorama, el objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento sobre los artrópodos asociados a cadáveres y su desarrollo en las últimas décadas. En particular, *i*) identificamos los países con mayor cantidad de estudios sobre sucesión de artrópodos, *ii*) identificamos cuál es el modelo biológico más empleado y *iii*) mostramos los estados de descomposición cadaavérica y los grupos de artrópodos presentes en cada estado. Finalmente, discutimos sobre la importancia de realizar una revisión y síntesis de la abundante literatura sobre artrópodos, su importancia en la sucesión y su uso en la entomología forense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron todos los artículos publicados en las bases de datos electrónicas de *Google Scholar*, *Redalyc*, *SciELO*, *ScienceDirect* e *ISI Web*. Para la búsqueda en las bases de datos se utilizaron las palabras clave, solas o en combinación, *succession*, *insect*, *arthropods*, *carion*, *carcasses pig* y *forensic entomology*. En las bases de datos de *Google Scholar*, *SciELO* y *Redalyc*, la búsqueda consideró también el uso de las palabras clave en español, solas o combinadas, *sucesión*, *insecto*, *artrópodos*, *carroña*, *carcasas de cerdo* y *entomología forense*.

Las publicaciones seleccionadas cumplieron con los siguientes criterios: *i*) mención en el título y el resumen de al menos dos de las palabras clave utilizadas en la búsqueda, *ii*) utilización de algún tipo de modelo biológico animal para conocer la sucesión en el proceso de colonización, *iii*) descripción de los estados de descomposición, *iv*) mención de la lista de especies encontradas durante el proceso de descomposición y anotaciones sobre su actividad durante el proceso, *v*) identificación de las especies de interés forense, *vi*) aplicación del conocimiento generado sobre la sucesión en la investigación forense. Cabe mencionar que fueron considerados todos los artículos publicados para México.

Se construyó una base de datos a partir de criterios relacionados con los artrópodos asociados a cadáveres en descomposición. La base de datos se elaboró en una hoja de cálculo del programa *Microsoft Excel*. De los estudios seleccionados se obtuvieron los datos de año, autor, título, revista, país, estado y localidad. Para el modelo biológico animal utilizado se obtuvo el dato de estado de descomposición: fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y restos secos; así como las condiciones de experimentación: desnudo, vestido, envuelto en tela e intoxicado. Para los artrópodos de interés forense se obtuvieron los datos de orden, familia, género y especie. La función de los artrópodos durante la descomposición se clasificó de acuerdo con su actividad observada: necrófagos, sarcosaprófagos, necrófilos (depredadores)/parásitos, omnívoros, incidentales (oportunistas) y coprófagos. Se identificó si los estudios miden las variables ambientales de los sitios en los cuales se efectuaron los experimentos, tales como altitud, temperatura, precipitación y temporada del año. Debido a que la mayoría de los estudios incluyen un número variable de especies de artrópodos, cada especie registrada en el estudio fue considerada una entrada individual (registro de la base de datos), por lo que se generó una base de datos con 1918 registros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 122 artículos encontrados en las bases de datos, un total de 60 fueron seleccionados para el estudio observacional sobre los artrópodos asociados a cadáveres (apéndice 1). Éstos comenzaron a ser publicados en 1984, con mayor producción entre el 2004 y el 2013 (figura 1). Los estudios seleccionados están publicados en revistas de circulación internacional o nacional, arbitradas, indizadas y no indizadas.

Los artículos seleccionados en la búsqueda se publicaron en 28 revistas, 12 de ellas aceptan artículos en español (aunque también en algunas de ellas en inglés) y el resto publica en inglés. El 55% de los artículos se publicaron principalmente en cinco revistas: *Forensic Science International*, *Journal of Medical Entomology*, *Medical and Veterinary Entomology*, *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* y *Dugesiana*. La preferencia por estas revistas puede ser multifactorial; sin embargo, se ha observado que para la elección sobre dónde publicar, los autores toman en cuenta la cobertura de la revistas que, en este caso, son las ciencias forenses y la entomología; el factor de impacto (las tres primeras revistas tienen factores promedio de impac-

to ISI, durante los últimos tres años de 2.11, 1.83 y 2.13, respectivamente); así como el idioma y el impacto regional (Laborde, 2009; Rojas & Rivera, 2011) (figura 2). Sobre este último punto, destaca la presencia de dos revistas mexicanas, *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* y *Dugesiana*, revistas donde se publicaron en español estudios propios del país; posiblemente para que impacten en un público más local, al contrario de las publicaciones en inglés, que buscan ser más amplias en público (Laborde, 2009; Rojas & Rivera, 2011). Una tendencia similar fue observada por Gómez-Gómez *et al.*, (2007) para los trabajos —libros, tesis, artículos— sobre entomología forense en España, resultado del reconocimiento, en las últimas décadas, de la disciplina como herramienta de las investigaciones policiales.

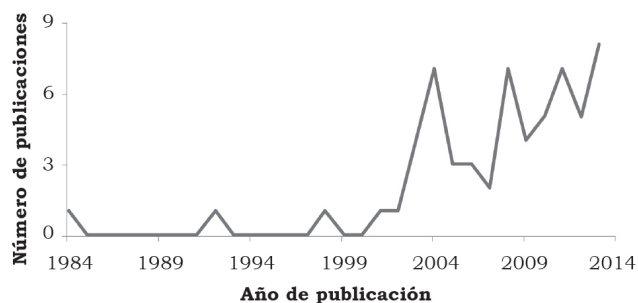


Figura 1. Frecuencia de trabajos publicados sobre sucesión de artrópodos en cadáveres en descomposición en el periodo 1984-2013.

Fuente: Elaboración propia.

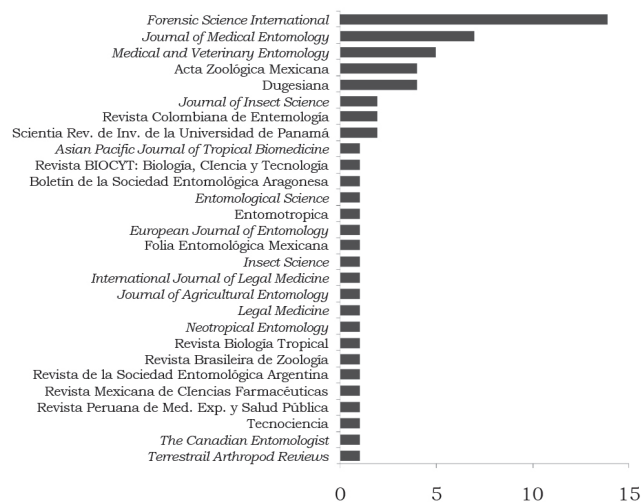


Figura 2. Frecuencia de artículos publicados por revista sobre estudios de sucesión de artrópodos en cadáveres.

Fuente: Elaboración propia.

El apogeo de los estudios en entomología forense en los últimos años puede estar relacionado con la aparición de manuales que detallan los procedimientos de colecta y uso de la evidencia entomológica en las investigaciones criminales, así como a la aparición en Estados Unidos de América y Europa de asociaciones dedicadas a fomentar la disciplina (Rivers & Dahlem, 2014). Precisamente, este liderazgo norteamericano y europeo en la materia se refleja en la figura 3, aunque también se observa el despunte de México y diversos países sudamericanos, asiáticos y de Oceanía. Es posible que el incremento de estudios entomológicos con aplicación en la medicina legal en estos países que tradicionalmente no lideraban este campo de trabajo, resulte de la presencia, de acuerdo con lo que plantea Molina-Chávez (2009), de un problema frecuente dentro de la investigación pericial: establecer criterios de temporalidad cuando se encuentra un cadáver humano en procesos de degradación.

En México, las interpretaciones médica y criminalística emplean un índice denominado *cronotanatodiagnóstico*, basado en los fenómenos de transformación cadavérica (Molina-Chávez, 2009). No se considera en toda su magnitud la utilidad de los indicios biológicos como artrópodos y otros animales en asociación

con el propio cuerpo, atribuyéndoles únicamente un valor anecdótico. Por tal motivo, la interpretación correcta de los indicios biológicos es fundamental para establecer con mayor precisión un índice criminalístico que estime el tiempo transcurrido desde que ocurre la muerte hasta el momento del hallazgo, el denominado IPM, el cual involucra todos los factores que rodean el fenómeno de la degradación cadavérica, incluyendo los indicios entomológicos (Molina-Chávez, 2009).

El cerdo es el modelo biológico más utilizado en los estudios de sucesión en cadáveres (figura 3). Los Estados Unidos de América es el país con mayor número de estudios que utilizan este modelo biológico, aunque también destaca su empleo en Polonia, Argentina, Brasil y Colombia. En las investigaciones sobre entomología forense se prefiere a los cerdos, sobre otro animal, porque la estructura de la comunidad insectil y las velocidades de descomposición de sus restos y el de los humanos es similar (Catts & Goff, 1992; Campobasso, Di Vella & Introna, 2001; Valdés-Perezgasga, 2009). Sin embargo, en México la mayor parte de los estudios usan necrotrampas. Este tipo de trampas han probado su efectividad para atrapar entomofauna necrófila (Morón & Terrón, 1984), por lo que son una herramienta complementaria para recolectar especímenes a lo largo de los estudios.

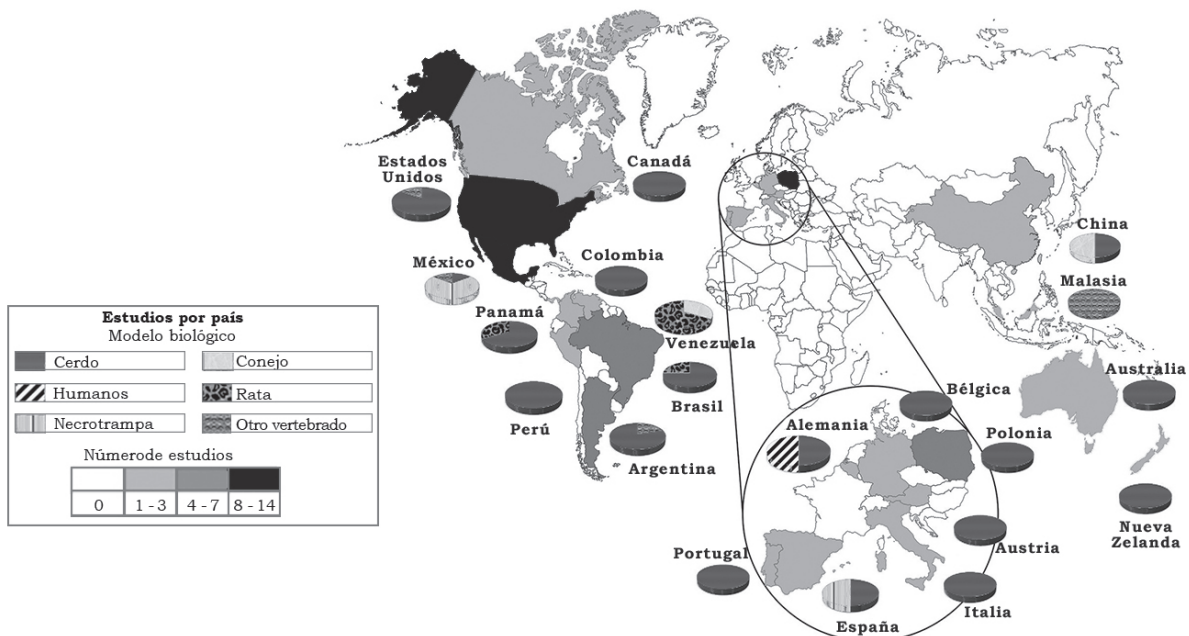


Figura 3. Frecuencia de estudios por país de sucesión de artrópodos con distintos tipos de modelo biológico. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 se presentan los 22 órdenes de artrópodos registrados en la literatura consultada. Se observa que los Coleópteros y Dípteros están muy bien representados a nivel de familia, género y especie. Estos dos taxones son los que tienen mayor relevancia en el ecosistema cadavérico y, por ende, en la entomología forense, principalmente porque permiten estimar el IPM, ya que utilizan el cadáver para alimentarse y reproducirse, así como por aparecer de manera característica en distintas etapas del proceso de descomposición (Cooper & Cooper, 2013; Gennard, 2007; Merck, 2013; Rivers & Dahlem, 2014; Wells & Lamotte, 2010) (tablas 2 y 3). Además, la existencia de claves y especialistas en su taxonomía facilita su estudio, situación que no ocurre con otros grupos, tanto por su irrelevancia aparente en el proceso o por su gran dificultad taxonómica.

En cuanto al registro de variables ambientales y aquéllas relativas a la condición general del cadáver, la tabla 4 permite observar que una baja frecuencia de estudios toma en cuenta las variables fisicoquímicas del entorno donde se encuentra el cadáver; por lo regular, sólo se limitan a registrar las especies de artrópodos presentes o características muy generales del sitio, como tipo de vegetación o estación del año. Por otra parte, se observa una preferencia por utilizar al cerdo adulto como modelo biológico y bajo condiciones de vestido y desnudo. Al respecto, Scala & Wallace (2010), así como Rivers & Dahlem (2014) establecen que es una buena práctica registrar las variables ambientales asociadas al cadáver y a su entorno (temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial, irradiancia, entre otros), porque influyen directamente sobre los procesos asociados con su descomposición y, por lo tanto, con los ciclos biológicos, colonización y desarrollo de los artrópodos que lo utilizan, lo que afecta significativamente el IPM.

Tabla 1.
Número de familias, géneros y especies por órdenes de artrópodos que han sido estudiados por los trabajos consultados sobre sucesión de artrópodos.

Orden	Familia	Género	Especie
Acari	14	6	4
Araneae	21	28	17
Blattodea	3	2	2
Archaeognatha	1	0	0
Coleóptera	57	160	294
Collembola	8	15	0
Dermaptera	3	1	1
Diptera	60	152	233
Embióptera	1	1	0
Hemíptera	17	6	3
Hymenóptera	27	60	67
Isopoda	2	3	4
Lepidóptera	2	4	2
Neuróptera	2	0	0
Odonata	1	1	1
Opiliones	2	1	1
Orthóptera	4	1	1
Psocóptera	6	6	4
Scorpiones	1	1	1
Scutigermorpha	1	1	1
Thysanoptera	3	12	14
Zygentoma	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.
Total de familias por orden de artrópodos registradas en los estudios sobre sucesión por categoría ecológica de alimentación.

Orden	Necrófagos sarcosaprófagos	Necrófilos (predadores)/parásitos	Omnívoros	Incidentales (oportunistas)	Coprófagos
Diptera	23	13	0	12	0
Coleóptera	10	29	0	10	3
Hymenóptera	1	7	2	2	0
Hemíptera	0	3	0	0	0
Collembola	0	9	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.

Total de familias por orden de artrópodos registradas en los estudios consultados sobre sucesión por estado de descomposición.

Orden	Fresco	Hinchado	Descomposición activa	Descomposición avanzada	Restos secos
Diptera	17	29	21	30	27
Coleóptera	10	14	15	19	10
Hymenóptera	7	18	16	22	16
Araneae	0	1	17	17	17
Acari	0	6	5	6	8
Hemíptera	2	4	3	6	5
Collembola	0	0	0	0	1
Total de familias	36	72	77	100	84

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.

Número de estudios de sucesión de artrópodos que incluyeron el registro de variables ambientales y aquellas asociadas a la condición general del cadáver.

		Ambiente		
Variable	Rango	Número de estudios		
Altitud	2.543 - 55	4		
	175 - 436	8		
	500 - 1380	10		
	1540 - 3628	3		
Temperatura	minima-máxima	19		
	4.5 °C - 40 °C			
Precipitación	85 - 902	5		
	800 - 1268.4	9		
	1409 - 1899	3		
Clima	Tropical	3		
	Templado	6		
	Desértico	3		
Cobertura de vegetación y uso del suelo	Zona con vegetación	7		
	Urbana	5		
	Rural y de cultivo	12		
	Bosques	24		
	Semidesierto	1		
	Diversas vegetaciones y centros urbanos	4		
Estación	Todo el año	16		
	Temporada	27		
	Meses	9		
	Sin especificar	8		
		Cadáver		
Modelo biológico	Etapa de vida	Peso (kg)	Condición experimental	Número de estudios
Cerdo	Juvenil	3.648 - 27	desnudo	26
			vestido	1
			envuelto en tela	1
	Adulto	32 - 80	intoxicado	1
			desnudo	3
			vestido	3
Humanos	Adulto	sin registro	desnudo	1
Conejo	Adulto	2 kg - 3 kg	desnudo	2
Rata	Adulto	2	desnudo	3
Otros vertebrados	Juvenil	5 - 5.6	desnudo	5

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos señalan que, como lo establecen Byrd, Lord, Wallace, Tomberlin & Haskell (2010), la entomología forense se refiere a la ciencia de los insectos y artrópodos relacionados a cadáveres, la cual puede ser aplicada para resolver litigios en casos civiles y criminales; por ello, requiere de protocolos estandarizados que no son del todo utilizados a nivel mundial (Gennard, 2007).

Finalmente, aunque en México los estudios realizados han caracterizado adecuadamente a los dípteros y coleópteros necrófilos, muy pocos han tomado como modelo biológico al cerdo y sólo uno, no detectado por la revisión realizada, en humano (Vergara-Pineda, De León-Múzquiz, García-Martínez, Cantú-Sifuentes, Landeros-Flores & Tomberlin, 2012). Además, no presentan relaciones entre la sucesión de artrópodos con el intervalo posmortem, dejan de lado el registro de variables ambientales y, como lo mencionan Vergara-Pineda *et al.* (2012) y Martín del Campo-Rivera (2014), falta relacionar este conocimiento con la parte legal.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada con una beca de doctorado otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Consejo de México (Conacyt) para Karla Paola Rodríguez-Olivares (núm. de beca 640319). Este documento constituye un cumplimiento parcial de los requisitos de Karla Paola Rodríguez-Olivares, bajo la supervisión de Sandra Quijas y Fabio Germán Cupul Magaña para obtener el grado de doctor en el programa de Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (Bemarena) de la Universidad de Guadalajara. Sandra Quijas agradece la beca posdoctoral del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (Prodep). Asimismo, se agradece a Armando Escobedo por la revisión previa del manuscrito. A los tres revisores anónimos por sus valiosos comentarios.

REFERENCIAS

Anderson, G. S. (2010). Factors that influences insects succesion on carrion. En J. H. Byrd & L. J. Castner (Eds.), *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations* (pp. 201-250). Boca Raton: CRC Press.

Benecke, M. (2001). A brief history of forensic entomology. *Forensic Science international*, 120(1-2), 2-14.

Benecke, M. (2004). Arthropods and corpses. En M. Tsokos (Ed.), *Forensic Pathology Review, Volumen II* (pp. 207-240). Totowa: Humana Press.

Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (2003). *Invertebrates*. Suderlnad: Sinaur Associates.

Byrd, J. H., & Castner, L. J. (2010). Insects of forensic importance. En J. H. Byrd & L. J. Castner (Eds.), *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations* (pp. 39-126). Boca Raton: CRC Press.

Byrd, J. H., Lord, W. D., Wallace, J. R., Tomberlin & Haskell, N. H. (2010). Collection of entomological evidence during legal investigation. En J. H. Byrd & L. J. Castner (Eds.), *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations* (pp. 127-175). Boca Raton: CRC Press.

Campobasso, C. P., Di Vella, G., & Introna, F. (2001). Factors affecting decomposition and diptera colonization. *Forensic Science International*, 120, 18-27.

Castillo-Miralbes, M. (2002). Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). *Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 6, 1-94.

Catts, E. P., & Goff, M. L. (1992). Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, 37, 253-272.

Cooper, J. E., & Cooper, M. E. (2013). *Wildlife forensic investigations: principles and practice*. Boca Raton: CRC Press.

Gangwere, S. K. (2005). *Entomology*. Livonia: First Page Publications.

Gennard, D. E. (2007). *Forensic entomology: an introduction*. West Sussex: Wiley.

Gómez-Gómez, A., Martín-Vega, D., Botías-Talamantes, C., Baz-Ramos, A., & Díaz-Aranda, L. M. (2007). La entomología forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro. *Cuadernos de Medicina Forense*, 13(47), 21-32.

Laborde, J. (2009). La evaluación científica y las revistas nacionales. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 25(3), 683-717.

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.

Martín del Campo-Rivera, B. (2014). El desarrollo de la entomología forense en México. *Revista Skopein, Criminalística y Ciencias Forenses*, 4, 38-42.

Matuszewski, S., Bajerlein, D., Konwerski, S., & Szpila, K. (2008). An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. *Forensic Science International*, 180(2-3), 61-69.

Merck, M. D. (2013). *Veterinary forensics: animal cruelty investigations*. West Sussex: Wiley-Blackwell.

Molina-Chávez, H. A. (2009). *Conformación del Laboratorio de Entomología Forense en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF)* (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias-UNAM: México.

Morón, M. A., & Terrón, R. (1984). Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos de la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, (3), 1-47.

Navarrete-Heredia, J. L., & Quiroz-Rocha, G. A. (2014). Entomología forense. En H. R. Solís-Gadea & K. A. Planter-Pérez (Eds.), *Jalisco en el mundo contemporáneo: aportaciones para una enciclopedia de la época* (pp. 343-349). Guadalajara: Universidad de Guadalajara / Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.

Rivers, D. B., & Dahlem, G. A. (2014). *The science of forensic entomology*. West Sussex: Wiley-Blackwell.

Rojas, M. A., & Rivera, S. (2011). *Guía de buenas prácticas para revistas académicas de acceso abierto*. Santiago de Chile: ONG Derechos Digitales.

- Romoser, W. (2004). Introduction to arthropods: systematics, behavior and ecology. En B. F. Eldridge & J. D. Edman (Eds.), *Medical entomology: a textbook on public health and veterinary problems caused by arthropods*. Norwell: Springer Science+Business Media.
- Scala, J. R., & Wallace, J. R. (2010). Forensic meteorology: The application in forensic entomology. En J. H. Byrd & L. J. Castner (Eds.), *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations* (pp. 519-538). Boca Raton: CRC Press.
- Smith, K. G. V. (1986). *A manual of forensic entomology*. London: British Museum.
- Valdés-Perezgasga, 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: Torreón, Coahuila.
- Vergara-Pineda, S., De León-Múzquiz, H., García-Martínez, O., Cantú-Sifuentes, M., Landeros-Flores, J., & Tomberlin, J. K. (2012). Dispersión espacial de larvas de *Lucilia sericata* y *Calliphora coloradensis* (Diptera: Calliphoridae) en etapa de postalimentación. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(1), 97-99.
- Wall, R., & Shearer, D. (1997). *Veterinary entomology: arthropod ectoparasites of veterinary importance*. London: Chapman & Hall.
- Wells, J. D., & Lamotte, L. R. (2010). Estimating the postmortem interval. En J. H. Byrd & L. J. Castner (Eds.), *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations* (pp. 367-388). Boca Raton: CRC Press.
- Zhang, Z. Q. (2013). Phylum Arthropoda (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703(1), 017-026.

APÉNDICE 1

Listado de referencias obtenidas de la revisión de las bases de datos

- Aballay, F. H., Murúa, A. F., Acosta, J. C., & Centeno, N. (2008). Primer registro de artropodofauna cadavérica en sustratos humanos y animales en San Juan, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 67(3-4), 157-163.
- Ahmad, N. W., Lim, L. H., Dhang, C. C., Chin, H. C., Abdullah, A. G., Mustaffa, W. N. W., Kian, C. W., Jeffery, J., Hashim, R., & Azirun, S. M. (2011). Comparative insect fauna succession on indoor and outdoor monkey carcasses in a semi-forested area in Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(SUPPL. 2), S232-S238.
- Anton, E., Niederegger, S., & Beutel, R. G. (2011). Beetles and flies collected on pig carrion in an experimental setting in Thuringia and their forensic implications. *Medical and Veterinary Entomology*, 25(4), 353-364.
- Arnaldos, M. I., Romera, E., Presa, J. J., Luna, A., & García, M. D. (2004). Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the southeastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine*, 118(4), 197-205.
- Battán Horenstein, M., & Linhares, A. X. (2011). Seasonal composition and temporal succession of necrophagous and predator beetles on pig carrion in central Argentina. *Medical and Veterinary Entomology*, 25(4), 395-401.
- Battán Horenstein, M., Linhares, A. X., De Ferradas, B. R., & García, D. (2010). Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. *Medical and Veterinary Entomology*, 24(1), 16-25.
- Battán Horenstein, M., Rosso, B., & García, M. D. (2012). Seasonal structure and dynamics of sarcosaprophagous fauna on pig carrion in a rural area of Córdoba (Argentina): their importance in forensic science. *Forensic Science International*, 217(1-3), 146-156.
- Benbow, M. E., Lewis, A. J., Tomberlin, J. K., & Pechal, J. L. (2013). Seasonal necrophagous insect community assembly during vertebrate carrion decomposition. *Journal of Medical Entomology*, 50(2), 440-450.
- Bonacci, T., Brandmayr, P., Greco, S., Tersaruolo, C., Vercillo, V., & Zetto Brandmayr, T. (2010). A preliminary investigation of insect succession on carrion in Calabria (southern Italy). *Terrestrial Arthropod Reviews*, 3(2), 97-110.
- Bonacci, T., Zetto Brandmayr, T., Brandmayr, P., Vercillo, V., & Porcelli, F. (2011). Successional patterns of the insect fauna on a pig carcass in southern Italy and the role of *Crematogaster scutellaris* (Hymenoptera, Formicidae) as a carrion invader. *Entomological Science*, 14(2), 125-132.
- Camacho, C. G. (2005). Succession of necrophagous entomofauna and life cycle of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) as the first colonizer species, using white pig (*Sus scrofa*) in Bogotá. *Revista Colombiana de Entomología*, 31(2), 189-197.
- Cejudo Espinosa, E., & Deloya, C. (2005). Coleóptera necrófilos del bosque de *Pinus hartwegii* del nevado de Toluca, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 44(1), 67-73.
- Centeno, N., Maldonado, M., & Oliva, A. (2002). Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina). *Forensic Science International*, 126(1), 63-70.
- Corro-Chang, P. E. (2013). Estudio de la sucesión de artrópodos en carcasas de *Rattus norvegicus* Berkenhout (Muridae) mediante la aplicación de la trampa Schoenly en el campus central de la Universidad de Panamá, República de Panamá. *Scientia. Revista de Investigación de la Universidad de Panamá*, 23(2), 41-64.
- Dekeirsschieter, J., Verheggen, F. J., Haubruge, E., & Brostaux, Y. (2011). Carrion beetles visiting pig carcasses during early spring in urban, forest and agricultural biotopes of Western Europe. *Journal of Insect Science*, 11, 1-13.

- Eberhardt, T. L., & Elliot, D. A. (2008). A preliminary investigation of insect colonisation and succession on remains in New Zealand. *Forensic Science International*, 176(2-3), 217-223.
- Garcés, P. A., William, D., & Cambra, R. (2013). Coleóptera Staphylinidae como indicadores forenses, asociados a cadáveres de cerdos domésticos (*Sus scrofa*) en una zona boscosa de Fort Davis, Provincia de Colón. *Scientia. Revista de Investigación de la Universidad de Panamá*, 23(2), 89-114.
- Garcés, P. A., Bermudes, S., & Quintero, G. (2004). Determinación de la entomofauna asociada a carcasas de cerdos domésticos vestidos (*Sus scrofa*), en el Puerto de Vacamonte, Prov. de Panamá. *Tecnociencia*, 6(2), 59-74.
- García-Espinoza, F., Valdés Perezgasga, M. T., Sánchez Ramos, F. J., Yuseff Venegas, S. Z., & Martínez Quintero, M. T. (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.
- 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 de Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 34, 263-269.
- Goff, M. L. (1992). Problems in estimation of postmortem interval resulting from wrapping of the corpse: a case study from Hawaii. *Journal of Agricultural Entomology*, 9(4), 237-243.
- Gomes, L., Gomes, G., & Desuó, C. (2009). A preliminary study of insect fauna on pig carcasses located in sugarcane in winter in southeastern Brazil. *Medical and Veterinary Entomology*, 23(2), 155-159.
- González-Hernández, A. L., Navarrete-Heredia, J. L., Quiroz-Rocha, G. A., & López-Caro, J. B. (2013). Coleópteros (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae) asociados a un cadáver de lechón *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) en el Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 29(1), 252-254.
- Grassberger, M., & Frank, C. (2004). Initial study of arthropod succession on pig carrion in a central european urban habitat. *Journal of Medical Entomology*, 41(3), 511-523.
- Gruener, S. V., Slone, D. H., & Capinera, J. L. (2007). Forensically important calliphoridae (Diptera) associated with pig carrion in rural north-central Florida. *Journal of Medical Entomology*, 44(3), 509-515.
- Hobischak, N. R., Vanlaerhoven, S. L., & Anderson, G. S. (2006). Successional patterns of diversity in insect fauna on carrion in sun and shade in the Boreal Forest Region of Canada, near Edmonton, Alberta. *Canadian Entomologist*, 138(3), 376-383.
- Iannaccone, J. (2003). Artopofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú. *Revista Brasileira de Zoología*, 20(1), 85-90.
- Jiménez-Sánchez, E., Quezada-García, R., & Padilla-Ramírez, J. (2013). Diversidad de escarabajos necrófilos (Coleóptera: Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae y Trogidae) en una región semiárida del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1475-1491.
- Lira Salazar, J. (2006). Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo- Venezuela. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 23(1), 33-38.
- Magaña, C., Andara, C., Contreras, M. J., Coronado, A., Guerrero, E., Hernández, D., Herrera, M., Jiménez, M., Liendo, C., Limongi, J., Liria, J., Mavárez, M., Oviedo, M., Piñango, J., Rodríguez, I., Soto, A., Sandoval, M. F., Sánchez, J., Seijas, N., Tiape, Z., & Velásquez, Y. (2006). Estudio preliminar de la fauna de insectos asociada a cadáveres en Maracay, Venezuela. *Entomotropica*, 20(1), 53-59.
- Márquez, J. (2003). Ecological patterns in necrophilous Staphylinidae (Insecta: Coleóptera) from Tlayacapan, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 89, 69-83.
- Márquez, J., Asiain, J., & Santiago-Jiménez, Q. (2004). Especies de Staphylininae (Coleóptera: Staphylinidae) de 'El Mirador', Veracruz. *Dugesiana*, 10(2), 21-46.
- Martínez, H., Jaramillo, F., Escoto, J., Rodríguez, M. L., Posadas, F. A., & Medina, I. E. (2009). Preliminary comparative study of the necrophagous insects succession in *Sus scrofa* poisoned with methyl parathion, in three seasonal periods. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 40(3), 5-10.
- Martínez, E., Duque, P., & Wolff, M. (2007). Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. *Forensic Science International*, 166(2-3), 182-189.
- Matuszewski, S., Bajerlein, D., Konwerski, S., & Szpila, K. (2008). An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. *Forensic Science International*, 180(2-3), 61-69.
- Matuszewski, S., Bajerlein, D., Konwerski, S., & Szpila, K. (2010). Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 1: Pattern and rate of decomposition. *Forensic Science International*, 194(1-3), 85-93.
- Matuszewski, S., Bajerlein, D., Konwerski, S., & Szpila, K. (2010). Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 2: Composition and residency patterns of carrion fauna. *Forensic Science International*, 195(1-3), 42-51.
- Matuszewski, S., Bajerlein, D., Konwerski, S., & Szpila, K. (2011). Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 3: Succession of carrion fauna. *Forensic Science International*, 207(1-3), 150-163.

- Mayer, A. C. G., & 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(1-3), 41-45.
- Moretti, T. de C., Ribeiro, O. B., Thyssen, P. J., & Solis, D. R. (2008). Insects on decomposing carcasses of small rodents in a secondary forest in Southeastern Brazil. *European Journal of Entomology*, 105(4), 691-696.
- Morón, M. A., & Terrón, R. A. (1984). Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 3, 1-47.
- Naranjo-López, A. G., & 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.
- Navarrete-Heredia, J. L., Sainz Medina, C. I., González-Hernández, A. L., Quiroz-Rocha, G. A., Hernández, A., Vásquez-Bolaños, M., Vega-Romero, D., & Hernández-Márquez, B. (2012). Coleópteros necrócolos del bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Dugesiana*, 19(2), 157-162.
- Pastula, E. C., & Merritt, R. W. (2013). Insect arrival pattern and succession on buried carrion in Michigan. *Journal of Medical Entomology*, 50(2), 432-439.
- Prado, E., Castro, C., Serrano, A., Martins Da Silva, P., & García, M. D. (2012). Carrion flies of forensic interest: A study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Medical and Veterinary Entomology*, 26(4), 417-431.
- Quiroz-Rocha, G. A., Navarrete-Heredia, J. L., & Martínez-Rodríguez, P. A. (2008). Especies de Scarabaeinae (Coleóptera: Scarabaeidae) y Silphidae (Coleóptera) necrófilas de bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña en el Municipio de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana*, 15(1), 27-37.
- Rivera-Cervantes, L. E., & García-Real, E. (1998). Análisis preliminar sobre la composición de escarabajos necrófilos (Coleóptera: Silphidae y Scarabaeidae) presentes en dos bosques de pino (uno dañado por fuego) en la Estación Científica Las Joyas, Sierra de Manatlán, Jalisco, México. *Dugesiana*, 5(1), 11-22.
- Sánchez-Álvarez, G., & Cupul-Magaña, F. G. (2012). Sobre la presencia de moscas califóridas (Diptera: Calliphoridae) en cadáveres de juveniles de cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en Puerto Vallarta, Jalisco. *BIOCYT*, 5(19), 353-357.
- Schroeder, H., Klotzbach, H., & Püschel, K. (2003). Insects' colonization of human corpses in warm and cold season. *Legal Medicine*, 5(SUPPL 1), S372-S374.
- Sharanowski, B. J., Walker, E. G., & Anderson, G. S. (2008). Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons. *Forensic Science International*, 179(2-3), 219-240.
- Shi, Y. W., Liu, X. S., Wang, H. Y., & Zhang, R. J. (2009). Seasonality of insect succession on exposed rabbit carrion in Guangzhou, China. *Insect Science*, 16(5), 425-439.
- Tabor, K. L., Brewster, C. C., & Fell, R. D. (2004). Analysis of the successional patterns of insects on carrion in Southwest Virginia. *Journal of Medical Entomology*, 41(4), 785-795.
- Tabor, K. L., Fell, R. D., & Brewster, C. C. (2005). Insect fauna visiting carrion in Southwest Virginia. *Forensic Science International*, 150(1), 73-80.
- Trevilla-Rebollar, A., Deloya, C., & Padilla-Ramírez, J. (2010). Necrophilous Coleóptera (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) of Malinalco, State of Mexico, Mexico. *Neotropical Entomology*, 39(4), 486-495.
- Vasconcelos, S. D., Cruz, T. M., Salgado, R. L., & Thyssen, P. J. (2013). Dipterans associated with a decomposing animal carcass in a rain-forest fragment in Brazil: Notes on the early arrival and colonization by necrophagous species. *Journal of Insect Science*, 13, 145. doi: 10.1673/031.013.14501
- Voss, S. C., Spafford, H., & Dadour, I. R. (2009). Annual and seasonal patterns of insect succession on decomposing remains at two locations in Western Australia. *Forensic Science International*, 193(1-3), 26-36.
- Wang, J. F., Li, Z. G., Chen, Y. C., Chen, Q. S., & Yin, X.H. (2008). The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China. *Forensic Science International*, 179(1), 11-18.
- Watson, E. J., & Carlton, C. E. (2003). Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. *Journal of Medical Entomology*, 40(3), 338-347.
- Watson, E. J., & Carlton, C. E. (2005). Insect succession and decomposition of Wildlife carcasses during fall and winter in Louisiana. *Journal of Medical Entomology*, 42(2), 193-203.
- Wolff, M., Uribe, A., Ortiz, A., & Duque, P. (2001). A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Science International*, 120(1-2), 53-59.