

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



**ENTOMOFAUNA ASOCIADA A CADÁVERES HUMANOS
Y ESTIMACIÓN DEL INTERVALO *POST-MORTEM***

Tesis

Que presenta SU YING LOO SOLÍS como requisito parcial
para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN
PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

Saltillo, Coahuila

Noviembre 2020

**ENTOMOFAUNA ASOCIADA A CADÁVERES HUMANOS Y ESTIMACIÓN
DEL INTERVALO *POST-MORTEM***

Tesis

Elaborada por SU YING LOO SOLÍS como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA con supervisión y aprobación del Comité de Asesoría

M.C Víctor Manuel Sánchez Valdez

Dr. Agustín Hernández Juárez

Dr. Manuel Humberto Reyes Valdés

M.C Erick Morgan Medina

Dra. Violeta Ariadna Rodríguez Castro

Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente

Subdirector de Postgrado

UAAAN

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por abrirme sus puertas para realizar mis estudios de maestría.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** por el apoyo económico brindado durante dos años.

Al **Departamento de Parasitología Agrícola** por permitirme trabajar en sus instalaciones.

Al **M.C Víctor Manuel Sánchez Valdez** por su disponibilidad y apoyo, así como sus invaluable conocimientos sobre ecología y unidades calor.

Al **Dr. Agustín Hernández Juárez** por su paciencia, disponibilidad, tiempo y dedicación, así como sus prontas revisiones y acertados comentarios.

Al **Dr. Manuel Humberto Reyes Valdés** por guiarme y permitirme recurrir a su capacidad y conocimiento científico, por su tiempo y oportunos aportes.

Al **M.C Erick Morgan Medina** por la confianza brindada, su respaldo a este proyecto y pericia en el área forense, sin los cuales este trabajo de investigación no habría podido iniciar ni concluir.

A la **Dra. Violeta Ariadna Rodríguez Castro** por su invaluable pericia en Entomología Forense y Taxonomía, los cuales no duda en transmitir, así como por su apoyo y amistad.

Al **Dr. Jerónimo Landeros Flores** por su amistad, disponibilidad y soporte.

A la **Dra. Yisa Maria Ochoa Fuentes** por la oportunidad de realizar esta investigación, por sus consejos oportunos, así como su dedicación y apoyo como Jefe de Programa de la Maestría en Parasitología Agrícola.

Al **Dr. Ernesto Cerna Chávez** por su dedicación, respaldo y apoyo como Jefe del departamento de Parasitología Agrícola.

A **Zulema Piedra Aguirre** por su paciencia, constante apoyo y dedicación.

A **Ramón** del área de meteorología por los datos climatológicos.

A la **M. Sc. Ma. Teresa Valdés Perezgasga**, al **Dr. Oswaldo García Martínez**, **Dr. Humberto Quiroz Martínez** y al **Biol. Humberto Molina** por colocar los cimientos de la entomología forense en México.

DEDICATORIA

A mis tesoros Luna M. del Ángel Loo y Mundo del Ángel Loo, ustedes siempre serán mis más grandes motivaciones.

A mi amado esposo, mejor amigo y compañero de vida, Jaime del Ángel Hernandez, gracias por tu apoyo y constante esfuerzo, te amo.

A mi madre María del Rosario Solís Robledo, gracias por haber sido mi guía y soporte todos estos años, gracias por enseñarme a esforzarme y por tu infinito amor.

A mi hermano Caín Wu Ming Loo Solís, tu humor siempre será una bocanada de libertad y alegría.

A las colegas y amigas que me acompañaron durante mi formación: Jazmín Janet Velázquez Guerrero e Irasema Del Rosario Malacara Herrera.

A todos aquellos entomólogos forenses que con su trabajo y dedicación permiten el desarrollo de esta disciplina.

En memoria de:



Rosa Leticia Velázquez Sánchez,

1987-2017.

Tú luz sigue iluminando mi camino.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
Entomología forense.....	8
Historia de la entomología forense.....	8
En México.....	10
Importancia de la entomología forense.....	10
Proceso y Fases de la Descomposición Cadavérica.....	11
Composición y estructura de la comunidad sarcosaprófaga.....	12
Insectos de importancia forense.....	13
Dípteros de importancia forense.....	14
Coleópteros de importancia forense.....	19
La temperatura y el desarrollo de los insectos.....	21
Los insectos y la estimación del Intervalo <i>post-mortem</i>	24
Métodos entomológicos para estimar el IPM.....	25
Factores a considerar en la estimación del IPM.....	32
Modelos de desarrollo de insectos en relación a la temperatura.....	35
El modelo lineal de grados-día.....	35
Modelos no-lineales.....	36
Entomología Forense en casos reales.....	36
MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
Colección de referencia, sucesión ecológica de entomofauna en carroña y validación del requerimiento térmico de <i>Lucilia sericata</i> , <i>Cochliomyia macellaria</i> y <i>Chrysomya rufifacies</i> en Saltillo, Coahuila con biomodelo.....	40
Entomofauna asociada a cadáveres humanos y estimación del Intervalo <i>Post-mortem</i> en el sureste de Coahuila.....	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47

Identificación de familias y especies de importancia forense colectadas de necrotrampas.....	47
Riqueza de la comunidad.....	90
Especie dominante.....	91
Diversidad de la comunidad.....	94
Unidades calor acumuladas.....	94
Pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza.....	104
Prueba de Wilcoxon para datos no paramétricos.....	104
Identificación de especies pertenecientes a casos y estimación del IPM.....	106
Caso 1.....	106
Caso 2.....	110
Caso 3.....	113
Caso 4.....	115
Caso 5.....	118
Caso 6.....	120
CONCLUSIONES.....	122
LITERATURA CITADA.....	124
ANEXOS.....	148
Caso 7.....	148

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Métodos de entomología forense para estimar el Intervalo <i>post-mortem</i>	27
Cuadro 2. Casos donde se estimó el IPM utilizando Entomología Forense.	37
Cuadro 3. Taxones en las diferentes etapas de la descomposición por estación.....	88
Cuadro 4. Índice de Sorensen de especies encontradas en los estados de descomposición de verano y otoño en <i>S. scrofa domestica</i> en Saltillo, Coah.	91
Cuadro 5. Umbral de temperatura inferior para <i>C. macellaria</i> , con base en Byrd y Butler (1996).....	95
Cuadro 6. Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto de <i>L. sericata</i> en Verano.....	97
Cuadro 7. Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto de <i>Cochliomyia macellaria</i> en Verano.....	99
Cuadro 8. Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto de <i>C. rufifacies</i> en Verano.....	100
Cuadro 9. Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto de <i>Lucilia sericata</i> en Otoño.....	101
Cuadro 10. Comparativo de Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto con las reportadas por diversos autores en laboratorio a temperaturas constantes	110
Cuadro 11. Estimación del IPM por Unidades calor con <i>C. macellaria</i> y <i>C. rufifacies</i>	113
Cuadro 12. Estimación del IPM por Unidades calor con <i>C. macellaria</i>	120
Cuadro 13. Estimación de IPM por Unidades calor con <i>L. sericata</i>	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principales estructuras familia Calliphoridae.....	15
Figura 2. Principales estructuras de la cabeza.....	16
Figura 3. Ala con indicaciones de la vena-tallo y de las principales estructuras para identificación.....	16
Figura 4. Segmentos principales de la pata de <i>Musca domestica</i> L.....	17
Figura 5. Área de estudio.....	42
Figura 6. Localización geográfica del área de estudio.....	46
Figura 7. Características de tórax y abdomen de Calliphoridae.....	48
Figura 8. Merón de Calliphoridae.	48
Figura 9. Lomo supraesquamal y calípter inferior de <i>Lucilia</i>	49
Figura 10. Callo humeral y basicosta amarilla de <i>Lucilia sericata</i>	50
Figura 11. Límite posterior de la notopleura de <i>Lucilia sericata</i>	50
Figura 12. Membrana frontoclipeal de <i>L. sericata</i>	51
Figura 13. <i>L. sericata</i> (Meigen, 1826).....	51
Figura 14. Setas en la vena tronco o vena del vástago en vista dorsal de <i>Chrysomya</i>	52
Figura 15. Ámpula mayor de <i>Chrysomya</i>	52
Figura 16. <i>C. rufifacies</i> (Macquart, 1842).....	53
Figura 17. <i>C. megacephala</i> (Fabricius, 1794).....	54
Figura 18. Cabeza de <i>C. megacephala</i> (Fabricius, 1794).....	54
Figura 19. <i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius, 1775).....	55
Figura 20. Abdomen <i>C. macellaria</i> (Fabricius, 1775).....	56
Figura 21. <i>Calliphora latrifons</i> (Hough, 1899).....	57
Figura 22. Lomo supraesquamal y calípter <i>C. latrifons</i>	58
Figura 23. Ala de <i>C. latrifons</i>	58
Figura 24. Cabeza de <i>C. latrifons</i>	59
Figura 25. Sarcophagidae.....	60
Figura 26. <i>Neobellieria</i> Blanchard	61
Figura 27. Cabeza de <i>Neobellieria</i> Blanchard	61

Figura 28. Coxa posterior con flecos de pelos en el margen posterior de <i>Neobellieria</i> Blanchard.....	62
Figura 29. Cinco o seis setas dorsocentrales postsuturales presentes, las anteriores muy reducidas de <i>Neobellieria</i> Blanchard	62
Figura 30. Sexta tergita de la hembra de <i>Neobellieria</i> Blanchard	63
Figura 31. <i>Bercaea</i> Robineau-Desvoidy	64
Figura 32. Cabeza de <i>Bercaea</i> Robineau-Desvoidy.....	64
Figura 33. Tergita sexta de la hembra de <i>Bercaea</i> Robineau-Desvoidy.....	65
Figura 34. Cabeza de Muscidae.....	66
Figura 35. Ala de Muscidae.....	66
Figura 36. Ampúla mayor y calípter de Muscidae.....	67
Figura 37. <i>Musca domestica</i> Linnaeus.....	67
Figura 38. Fórido áptero.....	68
Figura 39. Ala de Piophilidae.....	69
Figura 40. Cabeza de Piophilidae.....	69
Figura 41. Tórax <i>Piophila casei</i> Linnaeus.....	70
Figura 42. <i>Piophila casei</i> Linnaeus.....	70
Figura 43. Ápice del élitro de <i>Dermestes maculatus</i>	71
Figura 44. Área ventral de <i>Dermestes maculatus</i>	71
Figura 45. Lateral de <i>Dermestes frischii</i>	72
Figura 46. Área ventral de <i>Dermestes frischii</i>	72
Figura 47. Lateral de <i>Dermestes haemorrhoidalis</i>	73
Figura 48. Área ventral de <i>Dermestes haemorrhoidalis</i>	73
Figura 49. <i>Necrobia rufipes</i>	74
Figura 50. <i>Thanatophilus truncatus</i>	75
Figura 51. Masa de huevecillos.....	76
Figura 52. Estructuras de los huevecillos de Calliphoridae.....	77
Figura 53. Área media de los huevecillos de <i>L. sericata</i>	77
Figura 54. <i>Lucilia sericata</i> 1er instar >2 mm.....	78
Figura 55. <i>Lucilia sericata</i> 2do instar 4 mm.....	79

Figura 56. <i>L. sericata</i> 3er instar de 13 mm, espiráculos posteriores, no en cavidad, con tres aberturas y peritrema completo con botón.....	79
Figura 57. Pupa de <i>L. sericata</i>	80
Figura 58. <i>Chrysomya rufifacies</i> 2do instar 5 mm.....	80
Figura 59. <i>Chrysomya rufifacies</i> 3er instar 12 cm.....	81
Figura 60. Espiráculos de <i>Chrysomya rufifacies</i> 3er instar.....	81
Figura 61. Pupa de <i>Chrysomya rufifacies</i>	82
Figura 62. <i>C. macellaria</i> 3er instar 12 mm.....	82
Figura 63. Espiráculos y peritrema de <i>Cochliomya macellaria</i> 3er instar.....	83
Figura 64. Pupa de <i>C. macellaria</i>	83
Figura 65. Espiráculos de sarcophagodae 3er instar.....	84
Figura 66. Sarcophagodae 3er instar 13 mm.....	84
Figura 67. <i>Dermestes sp.</i>	85
Figura 68. Inmaduros de Silphidae.....	86
Figura 69. Etapas de descomposición.....	86
Figura 70. Índice de Margalef de especies encontradas en las temporadas de verano y otoño en <i>S. scrofa domestica</i> en Saltillo, Coah.....	90
Figura 71. Índice de Margalef para especies encontradas en los estados de descomposición de <i>S. scrofa domestica</i> en las temporadas de verano y otoño en Saltillo, Coah.....	90
Figura 72. Peso específico para especies o familias colectadas por estados de descomposición en <i>S. scrofa domestica</i> durante la temporada de verano en Saltillo, Coah.....	92
Figura 73. Peso específico para especies o familias colectadas por estados de descomposición en <i>S. scrofa domestica</i> en la temporada de otoño en Saltillo, Coah.....	93
Figura 74. Regresión lineal y estimación del UTI para <i>C. macellaria</i>	96
Figura 75. Histograma de longitud de estados inmaduros.....	104
Figura 76. Diagrama de cajas del crecimiento de estados inmaduros.....	105
Figura 77. Lateral de <i>Hydrochara sp.</i>	106
Figura 78. <i>Hydrochara sp.</i>	107

Figura 79. Pupas vacías de <i>Megaselia</i>	108
Figura 80. Larva tercer instar de 11 mm de <i>Chrysomya rufifacies</i>	110
Figura 81. Peritreme de <i>C. rufifacies</i>	111
Figura 82. <i>Cochliomyia macellaria</i> (Calliphoridae) 10 mm.....	111
Figura 83. Peritreme de <i>C. macellaria</i> tercer instar (Calliphoridae).....	112
Figura 84. Inmaduro de <i>Dermestes haemorroidalis</i> de 22 mm.....	114
Figura 85. <i>Dermestes haemorroidalis</i>	114
Figura 86. <i>Dermestes frischii</i>	115
Figura 87. <i>Necrobia rufipes</i>	116
Figura 88. <i>Dermestes haemorroidalis</i>	117
Figura 89. Larva tercer instar de <i>Cochliomyia macellaria</i> 13 mm.....	119
Figura 90. Peritreme de larva tercer instar de <i>C. macellaria</i> 13 mm.....	119
Figura 91. Larva tercer instar de <i>Lucilia sericata</i> 12 mm.....	120

RESUMEN

**ENTOMOFAUNA ASOCIADA A CADÁVERES HUMANOS Y ESTIMACIÓN
DEL INTERVALO *POST-MORTEM***

POR

SU YING LOO SOLÍS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

M.C VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ VALDEZ-ASESOR-

SALTILLO, COAHUILA

Noviembre 2020

RESUMEN

La entomología forense es una herramienta de interés actual, en la estimación del intervalo *post-mortem* (IPM). Por lo que se realizó un estudio de la comunidad sarcosaprófaga en Saltillo, Coahuila durante dos estaciones. Se colectaron un total de 435 adultos y 1528 en estados inmaduros, pertenecientes a 5 órdenes, 21 familias, 20 géneros y 18 especies de insectos, asociados a carroña para el área de estudio. La riqueza se discute en relación con la temporada y etapas de descomposición, por medio del índice ecológico de Margalef, demostrando que la riqueza de la comunidad aumenta a medida que avanza el estado de descomposición, para disminuir en su etapa final. Se estimó el índice cuantitativo de Sorensen indicando que las estaciones de verano y otoño son similares, con un índice de 0.553. El Índice de Diversidad de Shannon y Wiener mostró que la comunidad es medianamente diversa, siendo mayor en verano, esta estación también resultó ser la más equitativa. Se validaron los requerimientos térmicos de tres especies dominantes en la descomposición cadavérica, como son *Lucilia sericata*, *Cochliomyia macellaria* y *Chrysomya rufifacies* para completar su desarrollo. La prueba de Wilcoxon determinó que existe diferencia entre las medias de crecimiento en longitud, entre ambas estaciones, resaltando la importancia de utilizar unidades calor al estimar el IPM por medio de entomología forense. Se identificaron taxones de importancia forense asociados a cadáveres humanos de la región sureste del estado de Coahuila. En base a los datos del monitoreo y aquellos obtenidos durante la revisión de literatura, se discute y proporciona un IPM mínimo para cada uno de los seis casos. El único caso donde fue posible corroborar el IPM estimado con el tiempo real desde la muerte, demostró una estimación certera.

PALABRAS CLAVE: Comunidad sarcosaprófaga, unidades calor, tasa de crecimiento y desarrollo de insectos necrófagos, patrón de sucesión, intervalo *post-mortem*, criminalística.

ABSTRACT

ENTOMOFAUNA ASSOCIATED WITH HUMAN BODIES AND ESTIMATION OF
THE POST-MORTEM INTERVAL

BY

SU YING LOO SOLÍS

MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURAL PARASITOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

M.C VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ VALDEZ-ADVISOR-

SALTILLO, COAHUILA.

November 2020

ABSTRACT

Forensic entomology is a tool of current interest, in the estimation of the post-mortem interval (PMI). Therefore, a study of the sarcosaprophagous community in Saltillo, Coahuila was carried out during two seasons. A total of 435 adults and 1,528 were collected in immature states, belonging to 5 orders, 21 families, 20 genera and 18 species of insects, associated with carrion for the study area. Wealth is discussed in relation to the season and stages of decomposition, using the Margalef ecological index, demonstrating that the wealth of the community increases as the state of decomposition progresses, to decrease in its final stage. The quantitative Sorensen index was estimated, indicating that the summer and autumn seasons are similar, with an index of 0.553. The Shannon and Wiener Diversity Index showed that the community is moderately diverse, being higher in summer, this season also turned out to be the most equitable. The thermal requirements of three dominant species in cadaveric decomposition, such as *Lucilia sericata*, *Cochliomyia macellaria* and *Chrysomya rufifacies*, were validated to complete their development. The Wilcoxon test determined that there is a difference between the growth means in length between the two stations, proving the importance of using heat units when estimating the PMI by means of forensic entomology. Taxes of forensic importance associated with human corpses from the southeast region of the state of Coahuila were identified. Based on the monitoring data and those we provided during the literature review, verify and provide a minimum PMI for each of the six cases. The only case for which it was possible to corroborate the estimated PMI with the real time since death, showed a correct estimate.

KEY WORDS: Sarcosaprophage community, heat units, growth rate and development rate, succession pattern, post-mortem interval, criminalistics.

INTRODUCCIÓN

Los artrópodos son el grupo biológico más grande de la tierra, se pueden encontrar en una gran variedad de lugares, incluyendo escenas de crímenes (Benecke, 2001). Participan en diversos procesos dentro del ecosistema, entre los que se encuentran la descomposición de materia orgánica (Brusca y Brusca, 2003; Rodríguez et al., 2015). Un cadáver, al descomponerse, pasa por distintas fases y cambios físico-químicos, volviéndose un recurso temporal de alimento y refugio, atractivo para diferentes especies de artrópodos, que arriban en una secuencia de colonización o sucesión sarcosaprófaga (Arnaldos et al., 2006; Rivers y Dahelm, 2014; Rodríguez et al., 2015).

Los insectos son generalmente los primeros en encontrar un cadáver en descomposición, predominan por ser constantes y diversos (Catts y Haskell, 1990; Catts, 1992). Las moscas necrófagas son extremadamente eficientes en la localización y aprovechamiento de la carroña. La presencia de compuestos ricos en amoníaco y sulfuro de hidrógeno estimulan la oviposición (Amendt et al., 2004). Su ciclo de vida ha sido considerado como un reloj preciso, que comienza su marcha a los pocos minutos de la muerte (Amendt et al., 2004; Goff, 2009). Las hembras ovipositan en lugares favorables para las larvas recién emergidas, que se alimentan de líquidos ricos en proteínas, en aberturas naturales del cuerpo (boca, nariz, oídos, ano), si están presentes, en heridas y lesiones de la piel (Amendt et al., 2004; Byrd y Tomberlin, 2019). El análisis de sus poblaciones se ha utilizado como un criterio válido para la estimación del intervalo *post-mortem* (IPM) (Goff, 1993; Goff, 2002; Arnaldos et al., 2006; Rivers y Dahelm, 2014; Rodríguez et al., 2015; Byrd y Tomberlin, 2019).

JUSTIFICACIÓN

- En México es necesario desarrollar métodos que coadyuven a estimar el IPM de cadáveres humanos.
- Actualmente la entomología forense solo se aplica en cinco estados de la Republica Mexicana.
- A través de sus diferentes métodos, es una herramienta que requiere ser reconocida y desarrollada a nivel nacional.

OBJETIVO GENERAL

- Aplicar la Entomología Forense en la estimación del Intervalo *Post-mortem*, en casos reales, a través de los métodos: tasa de crecimiento y desarrollo, unidades calor y patrón de sucesión.
- Identificar taxones de importancia forense asociados a cabezas de cerdo y cadáveres humanos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar familias, géneros y especies de entomofauna de importancia forense en necrotrampas (cabezas de cerdo) durante dos temporadas. Crear una base de datos sobre tasa de crecimiento, desarrollo y patrón de sucesión, validando requerimientos de unidades calor.
2. Identificar familias, géneros y especies, de entomofauna, asociada a cadáveres humanos. Proporcionada por personal de la Fiscalía General del Estado de Coahuila región sureste.
3. Estimar el Intervalo *Post-mortem* a través de la entomofauna de casos reales y los métodos: tasa de crecimiento y desarrollo, unidades calor y patrón de sucesión.

HIPÓTESIS

- Se confirmará la presencia de las familias de Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae, Piophilidae, Dermestidae, Cleridae y Silphidae, como indicadores de la descomposición de cuerpos, en específico las especies: *Lucilia sericata*, *C. rufifacies*, *C. megacephala*, *Cochliomyia macellaria*, *Phormia regina*, *Bercaea haemorrhoidalis*, *Musca domestica*, *Piophila casei*, *Dermestes sp.* y *Necrobia rufipes*.
- La tasa de crecimiento y desarrollo, las unidades calor y el patrón de sucesión pueden ser utilizados certeramente para estimar el intervalo de tiempo *post-mortem* (IPM) en cadáveres humanos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Entomología forense

La palabra entomología proviene del griego *éntomos*, que significa insecto, y *logos* que significa ciencia, es decir, es la ciencia que trata y estudia a los insectos (Benecke, 2001; Gennard, 2007; Rivers y Dahelm, 2014). A menudo incluye otros artrópodos, como ácaros, garrapatas y arañas (Byrd y Tomberlin, 2019).

La entomología forense es una disciplina, perteneciente al área biológica, que interpreta la información que suministran los insectos y otros artrópodos asociados a cadáveres, para resolver controversias jurídicas (Catts, 1992; Byrd y Castner, 2001; Gullan y Cranston, 2014; Byrd y Tomberlin, 2019).

Se le suele dividir en tres categorías: urbana, producto almacenado y médico legal o médico criminal. Esta última es una herramienta legal, enfocada en la participación de insectos y otros artrópodos en investigaciones de casos de muerte, abuso y negligencia (Smith, 1986; Catts y Goff, 1992; Benecke y Lessig, 2001; Rivers y Dahelm, 2014; Byrd y Tomberlin, 2019).

Historia de la entomología forense

La historia de la entomología forense se remonta al año 1247 A.C. en el este de China, cuando Sung Tz'u escribió un manual de medicina forense, titulado "*The Washing Away of Wrongs*" donde enlista las leyes aplicables en su época, el procedimiento para examinar cadáveres humanos bajo diversas circunstancias, las lesiones infligidas después de muerte por insectos, ratas y perros, así como el primer caso donde moscas son la prueba contundente que identifica el arma homicida y al perpetrador de un crimen (McKnight, 1981).

El primer caso de estudio fue realizado en 1855 por el Dr. Marcel Bergeret quien aplicó esta disciplina, en la estimación del IPM o intervalo *post-mortem* del cuerpo de un bebé momificado (Goff, 2004). Jean Pierre Mégnin en 1894

describió la sucesión de insectos en un cuerpo, reconociendo ocho estados de descomposición, en su libro *La Faune des Cadavres: Application de l'entomologie à la médecine légale* (Gennard, 2007).

A.G. Mearns en 1930 identificó larvas de *Calliphora vicina* y calculó el tiempo mínimo transcurrido entre la muerte y el descubrimiento de dos cadáveres de mujeres, descuartizados en setenta partes en Escocia (Goff, 2004).

En 1960, Jerry Payne identificó seis estados de descomposición, registró más de quinientas especies de organismos que intervienen en el proceso, desarrolló el enfoque moderno de sucesión: “A medida que cada organismo o grupo de organismos se alimenta de un cadáver, éste va cambiando. Este cambio hace que el cadáver resulte a su vez atractivo para otro grupo de organismos, que lo modifican para el siguiente grupo, hasta que queda reducido a huesos” (Goff, 2004).

Bernard Greenberg 1989, de la Universidad de Illinois, en Chicago, es considerado el padre de la entomología forense moderna, debido a sus estudios sobre la biología y ciclos biológicos de diversas especies de moscas azules, que reforzaron los cimientos del trabajo forense. Participó con agencias del gobierno en la resolución de casos de homicidio (Graydon, 2007).

La entomología forense se encuentra en un actual proceso de aceptación. La Asociación Europea ha desarrollado un protocolo de las mejores prácticas en dicha disciplina, que incluye una descripción general del equipo a utilizar para la recolección de evidencia entomológica, definiciones de los términos clave, una breve introducción a los métodos más importantes para la estimación del intervalo *post-mortem* (Amendt et al., 2006).

Aunque se trata de una disciplina forense con casi dos siglos de aplicación, se le considera reciente, ya que su evolución ha sido lenta y su desarrollo ha dependido de la dedicación de un número de científicos relativamente bajo, en comparación con otras especialidades biológicas. Actualmente, la Entomología Forense ha ganado más reconocimiento, sobre todo en el ámbito internacional y son muchos los retos planteados para el futuro, siendo uno de los más

importantes la combinación de los resultados obtenidos en las investigaciones académicas con el trabajo de instituciones gubernamentales (Gómez et al., 2007).

En México

En años recientes en México, se han realizado aportaciones al desarrollo de esta disciplina, dentro de los cuales se encuentran:

La conformación del laboratorio de entomología forense en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF), actual Fiscalía de la Ciudad de México. A partir del año 2004, con la colaboración de un grupo de profesionistas especializados (Molina, 2009).

El Servicio Médico Forense del H. Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal realiza trabajos en materia de entomotoxicología (Cortés, 2009).

La Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, desde el año 2002 ha realizado estudios de esta índole (Rodríguez-Castro et al., 2016; Silva, 2018; Briones-Espinoza, 2018; Silva, 2019). Actualmente se imparten talleres al respecto en dicha casa de estudios (Quiroz, 2009).

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ha realizado diversos trabajos de investigación al respecto (Carrillo, 2008; Pastrana, 2008; Rojas, 2008; García, 2008; Ríos, 2009; Valdés, 2009; Cruz, 2010; Saldivar, 2010; López, 2010; Vergara, 2011; Núñez, 2011; Rivera, 2013; Arcos, 2014; Salazar, 2017), donde Vergara (2011) es pionero en el país al documentar los dípteros, dispersión de larvas y sucesión de entomofauna en un cadáver humano.

Importancia de la entomología forense

La entomología forense médico legal es útil en la estimación del intervalo *post-mortem* (IPM), en casos de abuso y negligencia, movimiento de cadáveres,

determinación de drogas y rutas de abandono (Catts, 1992; Byrd y Castner 2001).

Algunos autores la han considerado como un método preciso para estimar el tiempo transcurrido desde la muerte, en especial las primeras setenta y dos horas, si el cadáver se encuentra en condiciones deplorables y la identidad es desconocida (Kashyap et al., 1989; Amendt et al., 2004; De León, 2008; Rajagopal et al., 2008).

Proceso y Fases de la Descomposición Cadavérica

Después de la muerte, ocurre la descomposición química interna de las células y las enzimas liberadas, que trae consigo la autólisis del tejido, a lo que se le añade la actividad de microorganismos, internos y externos. La data de la muerte a través de medicina forense se determina en base a las siguientes características del proceso de descomposición: Primero la temperatura corporal disminuye (*algor mortis*) y el color de la piel presenta lividez (*livor mortis*), coloración rojiza-amorata, debido a la acumulación gravitacional de la sangre en las partes dependientes del cuerpo, a las dos horas de la muerte (Alvarado, 1999). El color cambia de rojo a púrpura a medida que el oxígeno de la hemoglobina se disocia gradualmente (Goff, 2009). La lividez se fija de cuatro a 12 horas, porque la grasa en la dermis se solidifica en los capilares. La rigidez de las fibras musculares por la descomposición del glucógeno y la acumulación de ácido láctico (*rigor mortis*), se nota por primera vez en los músculos faciales de dos a tres horas, alcanza su máximo después de 24 horas, en base a la Ley de Nysten, sigue un orden descendiente. Los espasmos cadavéricos o rigidez instantánea, afectan principalmente los músculos de las manos y persisten en el cadáver, según la postura que tenía el cuerpo al momento de la muerte (signo de Puppe), se diferencia de la rigidez en que esta no va precedida de una fase de relajación. El sulfuro de hidrógeno (H_2S) reacciona con la hemoglobina y forma un pigmento verde (hematina) que inicialmente muestra los vasos sanguíneos superficiales, pero luego también se puede ver como una coloración verde en la región gastrointestinal, a nivel de la fosa iliaca derecha,

debido a un mayor depósito de microorganismos, y en aquellas partes del cuerpo en las que el *livor mortis* fue más marcado, a esta etapa de la putrefacción se le conoce como periodo cromático, aparece a las 24-48 horas de la muerte. Posteriormente se produce deslizamiento de la piel, el aflojamiento de la epidermis y de la dermis subyacente, el cabello y las uñas se eliminan fácilmente. Grandes cantidades de gases de putrefacción causan la distorsión física del cuerpo en el período enfisematoso, donde aparecen flictenas principalmente en abdomen, cara y escroto. Después de transcurridas semanas, en el periodo colicuativo los tejidos blandos se encuentran deshidratados, destruidos enzimáticamente, se presentan zonas con líquidos. Por último en la etapa reductiva, suelen observarse los huesos descalcificados, se ha estimado que ocurre en un cadáver sepultado dentro de una bóveda de cemento, a los cinco años, en cadáveres inhumados en tierra o abandonados al aire libre, este periodo puede avanzar hasta la pulverización, fenómeno que ocurre entre cinco y veinte años (Goff, 1993; Alvarado, 1999; Goff, 2009).

Siguiendo la nomenclatura recomendada por los entomólogos forenses internacionales, el proceso de putrefacción cadavérica se divide en cinco fases denominadas: Cadáver fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y restos secos o esqueletización. Cada etapa se diferencia por una apariencia característica, parámetros físicos y ensamblaje de artrópodos. Estas etapas descriptivas son valiosas como una referencia de línea de tiempo en el proceso de descomposición (Catts, 1992; Goff, 1993; Carrillo, 2008; Pastrana, 2008; Goff, 2009).

Composición y estructura de la comunidad sarcosaprófaga.

Los sistemas biológicos, entre ellos la comunidad sarcosaprófaga, no son sistemas exactos sino que gozan de variabilidad, aun dentro de patrones de funcionamiento determinables y predecibles (Arnaldos et al., 2006).

La colonización de la carroña por los artrópodos depende de muchos factores; uno de los más importantes es la región biogeográfica o zona bioclimática, la

cual define el hábitat, vegetación, tipo de suelo y las condiciones meteorológicas del área, lo que influye en las especies de insectos presentes y su aparición estacional, que en conjunto afectan la descomposición de los restos. Cada región geográfica tiene su propia fauna característica y muy a menudo, una clave de identificación apropiada, que permite al investigador identificar los insectos relevantes para su caso (Anderson, 2001; Arnaldos et al., 2006).

Para interpretar una escena de crimen, utilizando la entomología forense, es necesario saber qué tipo de insectos colonizan los cadáveres y conocer aspectos relacionados con su biología y comportamiento (Goff, 1993; Goff, 2002; Gennard, 2007; Byrd y Tomberlin, 2019).

Insectos de importancia forense

La clasificación de la fauna sarcosaprófaga más utilizada (Reed, 1958; Smith, 1986; Catts, 1992; Goff, 1993; Campobasso et al., 2001; Arnaldos et al., 2005; Arnaldos et al., 2006) incluye los siguientes grupos ecológicos:

1. Especies necrófagas, son aquellas que se alimentan del tejido del cadáver. Constituyen el grupo más significativo para la datación de la muerte, incluye a los Ordenes Diptera (especialmente las familias Calliphoridae y Sarcophagidae) y Coleoptera (Cleridae y Dermestidae). La determinación de la edad de estos insectos suele ser la base para realizar estimaciones de IPM.
2. Especies necrófilas, se alimentan de los necrófagos existentes en el cadáver por depredación o parasitismo. Incluyen coleópteros (silfidos, estafilínidos, histéridos), dípteros (califóridos), cuyas larvas pueden depredar a congéneres, e himenópteros que parasitan larvas de moscas y ácaros depredadores de otros ácaros e insectos.
3. Especies omnívoras, que se alimentan tanto del cadáver como de la fauna asociada, como las hormigas, las avispas y algunos escarabajos. Las grandes

poblaciones de estas especies pueden retardar la velocidad de descomposición del cadáver al disminuir las poblaciones de especies necrófagas.

4. Especies oportunistas, que aprovechan el cadáver como refugio, fuente de calor, utilizándolo como una extensión de su hábitat normal. Pertenecen a este grupo colémbolos, arañas, ciempiés, chinches y algunos ácaros.

5. Especies accidentales, aquellas cuya presencia en el cadáver se debe únicamente al azar.

Dípteros de importancia forense

El orden diptera, al que pertenecen insectos de interés médico-forense, por ser importantes transmisores de enfermedades y los primeros colonizadores de cadáveres, se divide en dos sub-órdenes: a) Brachycera, donde se incluyen las moscas; b) Nematocera, que incluye los mosquitos y otros (Triplehorn y Johnson, 2005; Gullan y Cranston, 2014; Rochefort et al., 2015). Comprende más de 86,000 especies (Byrd y Castner, 2010). Los insectos pertenecientes a este orden presentan una metamorfosis completa, es decir, su desarrollo pasa por huevo, larva, pupa y adulto (Cruz, 2006; Gennard, 2007). Calliphoridae junto a las familias Sarcophagidae y Muscidae utilizan los cadáveres como refugio y alimento, así como, para completar su ciclo de vida (Byrd y Castner, 2010; Ubero et al., 2010).

Morfología

Las moscas, al igual que todos los insectos, presentan un cuerpo rígido, con exosqueleto, que se encuentra segmentado en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. La característica principal que separa a los dípteros de los otros grupos es la existencia de sólo dos alas, siendo que el par posterior se encuentra modificado en estructuras de estabilización durante el vuelo, denominadas halterios (Triplehorn y Johnson, 2005; Byrd y Castner, 2010) que junto con el espiráculo torácico anterior, el ámpula mayor y los calípter se les

separa dentro de la familia Calliphoridae (Whitworth et al., 2006; Gennard, 2007; Dores, 2016) (Fig.1).

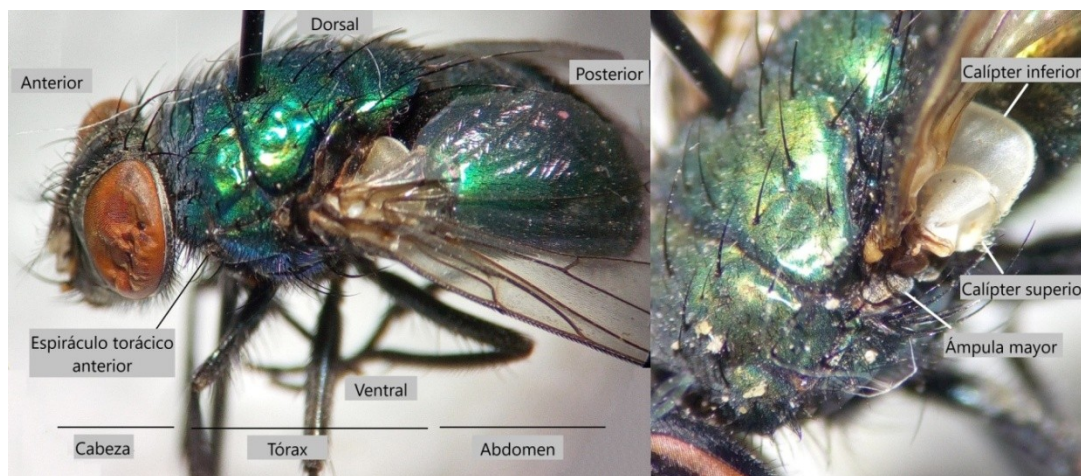


Fig. 1 Principales estructuras familia Calliphoridae

Las claves dicotómicas utilizan ciertas directrices para indicar la posición en la que se encuentran las estructuras al identificar. Dorsal y ventral se refieren a la parte superior e inferior del cuerpo del insecto. Anterior y posterior indican si la estructura se encuentra más cerca de la región de la cabeza o del abdomen, respectivamente. El apéndice se le denomina, si se encuentra más próximo (basal) o más alejado (apical) del cuerpo del insecto. Como todos los insectos, las moscas presentan tres pares de patas insertadas en el tórax, divididas en tres segmentos después de la coxa y el trocánter: fémur, tibia y tarso (Fig. 4) (Triplehorn y Johnson, 2005; Whitworth et al., 2006; Dores, 2016).

En la figura 2 se encuentran detalladas las estructuras de la cabeza más importantes para la identificación de las especies, como son arista, antena o primer flagelómero, palpos y gena (Triplehorn y Johnson, 2005; Whitworth et al., 2006; Dores, 2016).

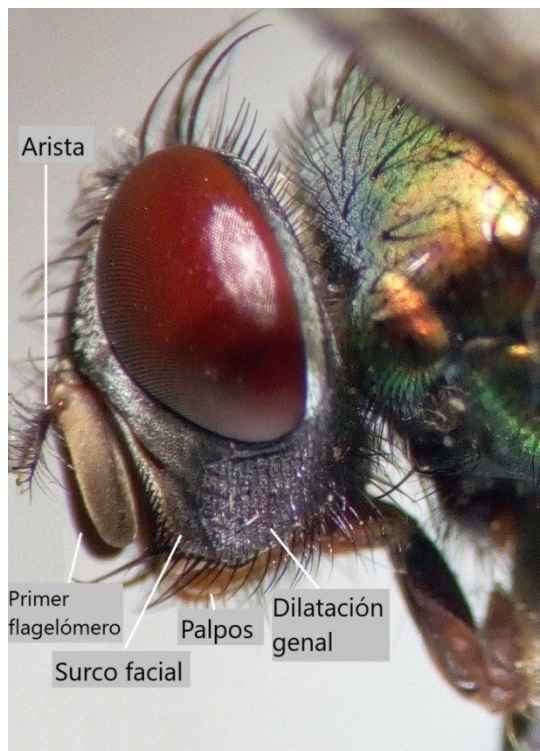


Fig. 2 Principales estructuras de la cabeza

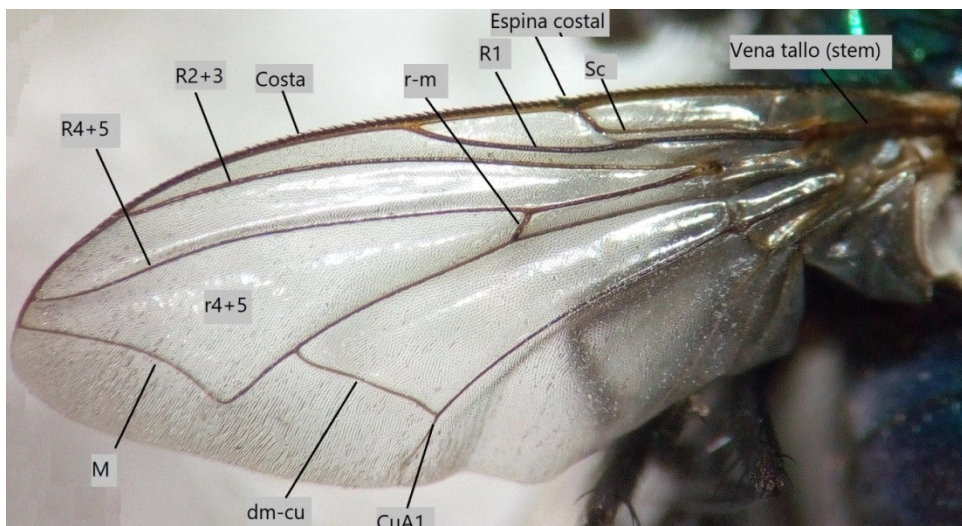


Fig. 3 Ala con indicaciones de la vena-tallo y de las principales estructuras para identificación.

En el ala, las principales venas para la identificación son la vena tallo o vena del vástago (*stem vein*), r-m, dm-cu, M, y R4+5 (Fig. 3) (Triplehorn y Johnson, 2005; Whitworth et al., 2006; Dores, 2016).



Fig. 4 Segmentos principales de la pata de *Musca domestica* L.

Al identificar también se hace uso del número, tamaño, posición y disposición de las cerdas o setas en la cabeza y el tórax (quetotaxia) (Triplehorn y Johnson, 2005).

Calliphoridae

Son de amplia distribución, carroñeras, sus larvas se alimentan de tejidos en descomposición, excremento o materiales similares (Triplehorn y Johnson, 2005). Son de los primeros insectos colonizadores de un cuerpo en descomposición, considerados una de las familias con mayor importancia forense. Su ciclo de vida está constituido por seis fases: huevo, tres estadios larvales, cada uno experimenta una muda, pupa y adulto. El adulto que emerge se distingue por su color azul, verde, o bronce metálico y el tamaño relativamente grande de 4.0 a 16.0 mm de largo (McAlpine et al., 1981; Greenberg, 1991; Anderson, 2000; Cruz, 2006; Núñez, 2011).

Las larvas de algunas de las especies como *Lucilia sericata* (Meigen) y *Phormia regina* (Meigen), criadas en condiciones asépticas, se han utilizado para tratar enfermedades como la osteomielitis en humanos. Sin embargo, muchas de estas moscas pueden actuar como vectores mecánicos de diversas enfermedades, como la disentería. Las hembras se aparean solo una vez. Cuando las larvas de la mosca se vuelven parasitarias en humanos o animales, se habla de miasis (Triplehorn y Johnson, 2005).

Sarcophagidae

Son moscas robustas, en su mayoría de color gris mate, de 2.5-18.0 mm de largo (McAlpine et al., 1981). También llamadas moscas de la carne, generalmente son negras con rayas torácicas grises (nunca metálicas), abdomen a cuadros, rayado, con bandas o manchado. Los adultos son comunes y se alimentan de diversos materiales que contienen azúcar, como el néctar y la savia. Las larvas varían considerablemente en sus hábitos, pero casi todas se alimentan de algún tipo de material animal. Algunas especies son carroñeras, parasitan insectos y otros vertebrados, e incluso humanos (Triplehorn y Johnson, 2005). La hembra es vivípara u ovovivípara, el desarrollo embrionario, ocurre dentro del útero, antes de la larviposición, en primer estadio (Shewell, 1987; Buenaventura, 2009).

Muscidae

Es un grupo grande y cosmopolita (Thompson, 2006). En la región neotropical se reconocen 846 especies (Carvalho et al., 2005). 620 especies en América del Norte (Carvalho et al., 2008). Se encuentran disponibles claves para géneros y probablemente para la mayoría de las especies de dicha región (Carvalho et al., 2005; Carvalho et al., 2008). Muchas son plagas importantes. *Musca domestica* L, se desarrolla en materia orgánica en descomposición, es vector de fiebre tifoidea, disentería, entre otras enfermedades (Triplehorn y Johnson, 2005). Son moscas delgadas a robustas, generalmente con setas fuertes y de color opaco, negro, gris o amarillento, rara vez con colores

brillantes, de 2-14 mm de longitud (McAlpine et al., 1981). Muscidae es un grupo monofilético y sus miembros son reconocidos por el meron desnudo y los caracteres de las alas (Carvalho et al., 2008).

Phoridae

Son moscas pequeñas de 0.5 a 5.5 mm de largo, que se reconocen por la apariencia jorobada, que le confiere el tórax y su venación alar característica. Patas traseras largas y fémur posterior aplanado. Se conocen 370 especies en América del Norte (Triplehorn y Johnson, 2005).

Los adultos son comunes y sus hábitos al igual que de las larvas son variables. Pueden encontrarse en materia animal o vegetal en descomposición, como parásitos de otros insectos, comensales en los nidos de hormigas o termitas. Algunas especies tienen alas reducidas o carecen de ellas por completo (Triplehorn y Johnson, 2005). Se suelen encontrar en cadáveres durante las etapas finales de descomposición (Greenberg y Wells, 1998) y en aquellos donde las moscas más grandes tienen dificultades para llegar, como en casos de entierro (Campobasso et al., 2004).

Piophilidae

Estas moscas suelen tener menos de 5 mm de largo, son negras o azuladas metálicas. Las larvas son en su mayoría carroñeras, algunas viven en quesos y carnes en conserva. *Piophila casei* (L.), a menudo es una plaga grave del queso y las carnes. Su nombre hace referencia al hecho de que las larvas pueden saltar (Triplehorn y Johnson, 2005; Rochefort et al., 2015).

Coleópteros de importancia forense

Los coleópteros son el orden más diverso dentro de los artrópodos. Se han descrito alrededor de 30,000 especies en Norte América. Varían en longitud desde menos de un milímetro hasta 125 mm de longitud. Una de las características más distintivas de los coleópteros es la estructura de las alas. La mayoría de los escarabajos tienen dos pares de alas, el delantero está

engrosado y duro, llamado élitros, que se mantiene inmóvil durante el vuelo, sirve como funda protectora de las alas traseras o posteriores, que son membranosas, usualmente más largas que las delanteras y en reposo generalmente están dobladas hacia arriba, debajo de las alas delanteras. Presentan una metamorfosis completa y una gran variedad de hábitos (Triplehorn y Johnson, 2005). Son el segundo orden de mayor interés forense, su hábito de alimentación puede cambiar entre las etapas larvales y la edad adulta. Las especies de coleópteros aumentan en número tanto de individuos como de especies durante las etapas avanzadas de descomposición (Goff, 1991). Las familias que representan las categorías ecológicas más importantes de la comunidad sarcosaprófaga son derméstidos (necrófagas), histéridos (necrófilos) y cléridos (omnívoros) (Arnaldos et al., 2006).

Dermestidae

Los derméstidos o escarabajos de la piel, comprenden más de 1200 especies descritas en 45 géneros (Wilches et al., 2016). Cerca de 123 especies en América del Norte, en su mayoría son carroñeros y se alimentan de una gran variedad de productos de origen vegetal y animal, por lo que son considerados plagas serias (Osuji, 1975; Gorham 1991; Triplehorn y Johnson, 2005; Wilches et al., 2016). Los adultos son escarabajos convexos, ovalados u ovalados alargados, de 2 a 12 mm, por lo general cubiertos de pubescencia. Todos los adultos, excepto los miembros del género *Dermestes*, tienen un ocelo medio (a veces muy pequeño). Muchos tienen un patrón de color característico con el que se les identifica. Las larvas suelen ser de color marrón, cubiertas de pelos largos. Los derméstidos más grandes pertenecen al género *Dermestes* (Triplehorn y Johnson, 2005).

Cleridae

Son escarabajos alargados, de 5 a 12 mm de largo, muchos son de colores brillantes. El pronoto suele ser más estrecho que la base de los élitros y, a veces, más estrecho que la cabeza. Presentan cinco tarsómeros, pero en

muchas especies, el primero o el cuarto son pequeños y difíciles de ver. Hay 291 especies en América del Norte. La mayoría son depredadores, comunes dentro de troncos de árboles donde se alimentan de las larvas de varios insectos, como escarabajos de la corteza. Otros viven de flores y follaje. Unos pocos se alimentan de polen en la etapa adulta y, a veces, también en la etapa larvaria (Triplehorn y Johnson, 2005).

Algunos autores han colocado cléridos que tienen el cuarto tarsómero escondido, en una familia separada, los Corynetidae. Estos escarabajos son similares en apariencia y hábitos generales a los otros cléridos. Una especie en este grupo, es *Necrobia rufipes* DeGeer, el escarabajo de patas rojas, plaga de carnes almacenadas y especie de importancia forense (Triplehorn y Johnson, 2005).

Silphidae

Pueden medir de 3 a 35 mm, son de colores brillantes. Habitan alrededor de cadáveres y materia en descomposición, son depredadores de inmaduros. Su cuerpo es blando y un tanto aplanado dorsoventralmente, las antenas son apiñadas (claviformes o capitadas) y presentan cinco tarsómeros (Triplehorn y Johnson, 2005). Esta familia incluye 190 especies a nivel mundial, en México se conocen once especies, cinco pertenecientes a la subfamilia Silphinae y seis a Nicrophorinae (Núñez, 2005).

La temperatura y el desarrollo de los insectos

Los insectos son poiquilotérmicos, es decir, su desarrollo depende en gran medida de la temperatura ambiente (Denlinger, 1978; Briere et al., 1999; Honek, 1990; Higley y Haskell, 2001; Ames y Turner, 2003; Oliveira y Mello, 2004; Gullan y Cranston, 2014). Ya que no pueden mantener una temperatura corporal constante, la actividad de las enzimas, el funcionamiento de los tejidos y el comportamiento de los sistemas funcionan óptimamente dentro de un rango

limitado de temperaturas, llamado “zona de temperatura efectiva” o “zona tolerable” (Chapman, 1998).

Muchas especies pueden regular su temperatura para aproximarse al óptimo, conductual o fisiológicamente. Por ejemplo varían la postura, la exposición y la orientación al sol, exponiendo el cuerpo si está fresco, o lo menos posible cuando hace calor. Los insectos o sus partes de color oscuro, reflejan relativamente poco de la radiación que cae sobre ellos, mientras que los colores claros la reflejan ampliamente. La reflexión de la cutícula, las setas que ayudan a evitar la evaporación y el sistema traqueal mediante el cierre de los espiráculos, son adaptaciones que les ayudan a regular este factor (Chapman, 1998).

Las bajas temperaturas por encima del punto de congelación no son inmediatamente letales para la mayoría de los insectos, aunque pueden finalmente morir (Chapman, 1998).

En el extremo superior del rango, por encima de la temperatura óptima, los insectos muestran un fuerte aumento en la actividad, seguido por una incapacidad para moverse (fase conocida como estupor por calor) y luego por la muerte. Esto depende de la especie, el tiempo de exposición y la interacción con otros factores, en particular la humedad. La muerte puede deberse a la desnaturalización, inactivación y destrucción de enzimas, así como de nutrientes (Chapman, 1998). El equilibrio de los procesos metabólicos se puede alterar, haciendo que productos tóxicos se acumulen. Las larvas que se mantienen a altas temperaturas acumulan fosfatos orgánicos e inorgánicos y pirofosfato de adenilo en la hemolinfa (Chapman, 1998).

El **Umbral de temperatura superior de desarrollo** o UTS es el valor de la temperatura por encima del cual el desarrollo del insecto se ve afectado adversamente. El **Umbral de temperatura inferior de desarrollo** o UTI es el valor de la temperatura por debajo del cual se detiene el desarrollo de insectos.

Ambos son específicos para cada especie y pueden variar entre las etapas de la vida (Ames y Turner, 2003; Amendt et al., 2006).

La **constante térmica K** se refiere a las unidades calor, necesarias para completar una fase de desarrollo del insecto, se basa en que la velocidad de desarrollo de un insecto, es proporcional al incremento de una temperatura dentro de un rango obtenido y es expresada en grados días, se estima por medio de la fórmula:

$$K=t(T-UTI)$$

Donde t es el tiempo de desarrollo en días, T es la temperatura en que el desarrollo ocurre y UTI el umbral de desarrollo inferior (Cervantès et al., 2018).

En la literatura se utilizan dos términos para señalar el desarrollo de los insectos, que es "tasa de desarrollo", la cual se define como el recíproco del tiempo requerido para completar las etapas de huevo, larva, pupa y adulto, y la "tasa de crecimiento" definida como la tasa de aumento relativo de peso, longitud o tamaño de la larva, ambas varían según la especie (Gilbert et al., 1996; Kumara et al., 2017).

El **biofix**, o punto biológico, es un evento claramente observable, a partir del cual se comienza la cuenta de las unidades calor de determinado insecto u organismo poiquilotermo, para la posterior predicción de las etapas fenológicas del mismo. Es un marcador temporal, que muestra el momento en que un organismo alcanza un estadio determinado o un punto biológico de referencia, para poder ser monitoreado y estimar las unidades calor que requiere para lograrlo. Se utiliza por qué es necesario tener una referencia biológica para comenzar la estimación o un punto de partida (Briere et al., 1999).

La edad de los especímenes está correlacionada positivamente con el aporte térmico que se acumula durante el crecimiento. Este calor acumulado es comúnmente expresado en **grado-día, unidades calor**, grado-día desarrollo, entre otros. Bajo condiciones de campo, las unidades calor son acumuladas

diariamente por lo que la unidad de temperatura día-grado, puede ser definida como la temperatura, un grado por encima del UTI actuando en un periodo de un día, así cada día, cuando la temperatura del aire esté por encima de la temperatura umbral inferior, se ha acumulado un día-grado (Briere et al., 1999). La técnica estándar utilizada para estimar la tasa de desarrollo de los insectos durante un período de tiempo con compensación de temperatura se denomina grado horas o grado días acumulados, que son una suma de la temperatura ($^{\circ}$ C) por encima del UTI multiplicado por el tiempo (horas o días). Los grados horas o grados días acumulados requeridos para ciertas especies en cada etapa específica de desarrollo han sido determinados experimentalmente (Wilson y Barnett, 1983; Snyder, 1985; Amendt et al., 2007). La predicción del desarrollo de insectos se centra en el rango donde la relación entre la tasa de desarrollo y la temperatura es constante (Ames y Turner, 2003).

El vínculo entre el desarrollo de los insectos y la temperatura fue reportado por primera vez por un científico francés llamado Reaumur en el siglo XVIII. Sin embargo, los métodos para usar este conocimiento en la predicción del desarrollo de insectos datan a partir de 1950 (Higley y Haskell, 2001).

Los insectos y la estimación del Intervalo *post-mortem*

El médico forense generalmente determina el tiempo desde la muerte basándose en los cambios en tejidos blandos como la presencia de livideces, rigidez, sedimentación de la sangre, enfriamiento del cuerpo, entre otros fenómenos físicos y químicos de la descomposición (Wolff et al., 2001). Sin embargo, muchos factores afectan la descomposición humana, algunos directamente asociados con el cuerpo (edad, constitución, integridad del cadáver, causa de muerte) y otros asociados con el medio ambiente (temperatura, ventilación, humedad del aire, vestimenta, acceso de los animales). Existen modelos matemáticos o herramientas estadísticas que incluyen todas estas variables para el cálculo del IPM (Gelderman et al., 2018). Sin embargo, la evaluación precisa no es posible más de 48–80 horas después

del deceso (Arnaldos et al., 2005). Cuanto más largo sea el IPM real, menos precisa será la estimación del intervalo (Amendt et al., 2007).

Intervalo *post-mortem* O IPM se define como: “el intervalo de tiempo transcurrido desde que ocurre la muerte hasta el momento en que se efectúa el hallazgo del cadáver, relacionando los fenómenos de descomposición, con los patrones de colonización y las variables ambientales, entre otros datos de índole criminalístico” (Byrd y Castner 2001; Amendt et al., 2007; Goff, 2009; Molina, 2009; Sharma et al., 2015).

Métodos entomológicos para estimar el IPM

La aplicación del método entomológico para determinar el momento de la muerte consiste esencialmente en dos procedimientos principales:

1. Durante el período *post-mortem* temprano, la estimación se basa en una evaluación directa de la edad de los individuos más antiguos que han sido desarrollados, especies pioneras, es decir el IPM mínimo (Amendt et al., 2007; Goff, 2009; Lefebvre y Gaudry, 2009).
2. Durante el período *postmortem* tardío, la estimación se basa en la composición de la comunidad de artrópodos en relación con los patrones de sucesión esperados, un IPM máximo (Amendt et al., 2007; Goff, 2009; Lefebvre y Gaudry, 2009).

Sin embargo hay consideraciones y limitaciones cruciales para hacer tales estimaciones (Higley y Haskell, 2001).

La estimación del IPM a través de los métodos entomológicos indica cuándo tuvo lugar la colonización de insectos del cadáver. Por lo tanto, el desarrollo de los insectos más viejos en un cuerpo da el momento en que la hembra adulta primero obtuvo acceso a ese recurso, es decir, un tiempo mínimo desde el deceso, a menudo denominado el intervalo mínimo posterior a la muerte (Amendt et al., 2007; Harvey et al., 2016).

Villet et al. (2009), Tomberlin et al. (2012) y Li et al. (2016) mencionan que la contribución internacional de entomólogos forenses ha permitido que muchos insectos hayan sido identificados como útiles para determinar el IPM, esta disciplina juega un papel importante como herramienta en la estimación del IPM y está desarrollando técnicas nuevas, para evitar que los resultados sean confundidos con la subjetividad del investigador. En la actualidad los avances tecnológicos y la dedicación de científicos interesados en el área, han permitido ampliar la gama de posibilidades para usar esta disciplina en la estimación del IPM. Algunas de las cuales se resumen a continuación y se pueden encontrar más ampliamente detalladas en Sharma et al. (2015), Harvey et al. (2016), Sharma y Bala (2016) y Mona et al. (2019).

Cuadro 1. Métodos de entomología forense para estimar el Intervalo post-mortem

Método	Descripción	Limitantes	Referencia
Desarrollo larvario o IPM mínimo	La edad se determina al comparar el estado de las muestras inmaduras más antiguas colectadas del cadáver con los datos obtenidos de la misma especie en la misma zona, pero bajo control de laboratorio. Se determina la edad larvaria por el aumento progresivo en el tamaño corporal total (longitud y peso) o bien estadio (morfología, piezas bucales larvales y espiráculos posteriores) a través del tiempo.	Requiere el conocimiento detallado de las especies involucradas y las condiciones en la escena del crimen. La información sobre el desarrollo debe ser acorde al área geográfica y la tasa de crecimiento en función de la temperatura específica para cada especie.	Introna et al., 1989; 27 Greenberg et al., 1993; Anderson, 2000; Grassberger y Reiter, 2001; Marchenko, 2001; Ames y Turner, 2003; Amendt et al., 2007
Longitud de las larvas	Se basa en el uso del parámetro de crecimiento: longitud larvaria, que sirve como 'reloj biológico'. Donde la edad de la larva más antigua (la más larga) proporciona IPM mínimo.	Se debe tener en cuenta la reacción al tipo de conservante y el método de preservación. Realizar el análisis como a comunidad, tomando la media.	Day y Wallman, 2008; Chen et al., 2011
Peso de larvas	El peso de la larva de edad desconocida se puede comparar con aquellas estudiadas bajo condiciones de laboratorio, existe un modelo que puede usarse.	Difiere para cada especie, entre condiciones de crianza, incluso entre individuos. El peso de las larvas no se puede usar para la estimación del IPM en la etapa posterior a la alimentación. Escasez de comida o la competencia entre especies puede resultar en mortalidad larvaria y en reducción de tamaño y peso.	Wells y LaMotte, 1995
Anchura	El ancho de las larvas, en la unión del quinto y sexto segmento abdominal, es comparable con la longitud del cuerpo para la predicción de la edad y puede ser utilizado como alternativa a la longitud para la estimación de la edad.	Tales análisis se han realizado en pocas especies de moscas. Se requiere más investigación para determinar la precisión del método anterior.	Day y Wallman, 2006
Diagrama Isomegalen/ isomorphen	En el diagrama de Isomegalen, el tiempo desde la eclosión de los huevos (eje x) se traza contra temperatura (eje y). Las líneas en la gráfica representan la longitud de larvas a partir de las cuales se puede estimar la edad. En el diagrama de isomorphen se consideran todas las etapas morfológicas desde la oviposición hasta la emergencia y el área entre las	Los tiempos de desarrollo pueden diferir en diferentes regiones geográficas. El error en la estimación aumenta en campo con temperaturas fluctuantes.	Grassberger y Reiter, 2001; Hu et al., 2020.

X

Factores a considerar en la estimación del IPM

Mann et al. (1990) menciona variables que afectan la tasa de descomposición de un cadáver, entre las que se encuentran: temperatura, acceso a insectos, roedores y animales carnívoros, lluvia, pH del suelo y características como la ropa, el tamaño del cuerpo y su peso, las condiciones como entierro y embalaje. Nabity et al. (2007) reportan las diferencias en el desarrollo de califóridos debido a cambios en el fotoperiodo.

Miasis

La miasis es la alimentación por parte de larvas de tejidos asociados con una herida (Zumpt, 1965). Se le asocia con parásitos facultativos de las Familias Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae. Ocurre principalmente en casos de negligencia donde los afectados son bebés indefensos o personas de edad avanzada (Benecke et al., 2004). La posibilidad de miasis debe revisarse para no dar una estimación del deceso, mucho más larga que el período real.

Condición pre-mortem del fallecido

La presencia de drogas y toxinas puede influir en la estimación del IPM. Se considera necesario estudiar los posibles efectos de medicamentos, drogas y toxinas en tejidos sobre tasas de crecimiento y desarrollo de insectos (Miller et al., 1994; George et al., 2009; De Carvalho, 2009). Se ha demostrado que ciertas sustancias químicas aunque presentes no afectan el desarrollo de los insectos y otras más pueden ser detectadas y cuatificadas en larvas de moscas carroñeras, como drogas (Solís, 2014). El arribo, desarrollo, colonización de insectos necrófagos y diversidad de especies pueden proporcionar información *pre-mortem* (Silva, 2018; Silva et al., 2019).

Temperatura de la masa larvaria

La temperatura dentro de una densa masa larvaria puede aumentar de 1–3°C aproximadamente, arriba de la temperatura ambiente, debido al calor

metabólico producto de la alimentación frenética. Las masas larvales pueden ser especialmente prevalentes en grandes carcasas (Charabidze et al., 2011; Rivers et al., 2011). El nivel de calor generado puede afectar selectivamente a las especies de larvas. Williams y Richardson (1984) señalaron que las temperaturas más altas de una masa de larvas de especies mixtas fueron toleradas por *Chrysomya*, pero que las poblaciones de *Lucilia cuprina* se "quemaron". Por lo tanto, el efecto del calor generado por larvas puede influir en: la tasa de desarrollo y la fauna del cadáver (Catts, 1992). El calor generado por agregaciones larvales podría tener un papel importante en la estimación del IPM (Slone y Gruner, 2007; Charabidze et al., 2011).

Larvas y pupas como contaminantes

Archer et al. (2005) sugiere estudiar la legitimidad de la entomofauna presente en el cadáver, porque se pueden presentar migraciones y contaminaciones, que afectan la estimación del IPM.

Oviposición nocturna

Greenberg (1990) demostró la disposición de *L. sericata* a ovopositar en condiciones nocturnas frías poco características. Amendt et al. (2008) mencionan que la oviposición nocturna puede ocurrir bajo ciertas condiciones, donde influye principalmente la temperatura. Esto puede llevar a un error de 12 horas en la estimación del IPM (Greenberg, 1990). Cruz (2010) reporta para el área semidesértica de Coahuila que no existieron oviposturas nocturnas de la familia Calliphoridae, en su estudio primavera-verano. George et al. (2013) menciona que la colonización de moscas comienza después del amanecer y continúa hasta el atardecer, de forma natural no ocurre de noche. Sin embargo en clima calido, con cebos y en condiciones en que las moscas han sido atrapadas en un espacio confinado, éstas pueden ser estimuladas a la oviposición nocturna en un 80% de las veces (George et al., 2013; Williams et al., 2017).

Desarrollo de inmaduros durante el almacenamiento en la morgue

Mientras las temperaturas sean suficientes para los inmaduros en desarrollo (por encima de los umbrales mínimos), el movimiento del cuerpo y cambios en la temperatura ambiente no parecen retrasar o alterar su alimentación. Si se asume que no hay desarrollo de insectos durante la refrigeración previa a la biopsia del cadáver (-1 a +4 °C), tasas de error potenciales en la estimación de IPM de 8.6–12.8% pueden ocurrir (Myskowiak y Doums, 2002; Huntington et al., 2007).

Entomología forense interior

Los cuerpos de personas socialmente aisladas pueden permanecer sin ser descubiertos, en sus propias casas por periodos prolongados. Debido al aislamiento, la oviposición se reduce en cantidad, además hay un retraso de aproximadamente 24 horas. Por lo que la oviposición tardía debe ser considerada antes de la estimación del IPM (Reibe y Madea, 2010 b).

Entierro

La mayoría de los Diptera no pueden colonizar cuerpos enterrados a más de 30 cm (Campobasso et al., 2001; Amendt et al., 2004) sin embargo, miembros de la familia Phoridae se han encontrado en ataúdes enterrados (Smith, 1986; Anderson 2001; Amendt et al., 2004). Zepeda et al. (2015) a 50 cm reporta la ausencia de la familia Phoridae y la presencia de Calliphoridae, Sarcophagidae y Fannidae. Generalmente se considera que el entierro influye en el tiempo requerido para que los insectos alcancen la carcasa, así como en la composición de especies de fauna necrófaga (Payne et al., 1965; Rodriguez y Bass, 1983; VanLaerhoven y Anderson, 2001; Campobasso et al., 2001; Amendt et al., 2004). Lo que también puede ocurrir en aquellos que están cubiertos o envueltos (Goff, 2004). La diversidad de especies es mayor en casos de cadáveres expuestos que enterrados (Zepeda et al., 2015).

Modelos de desarrollo de insectos en relación a la temperatura

Se han publicado varios modelos de predicción del efecto de la temperatura en el desarrollo de insectos (Stinner et al., 1974; Aliniaze, 1976; Allen, 1976; Logan et al., 1976; Pruess, 1983; Wagner et al., 1984; Higley et al., 1986; Allen, 1988; Kramer et al., 1991; Lactin, 1995; Zuben et al., 1996; Briere et al., 1999; Honek, 1999; Ikemoto et al., 2000). Entre la literatura publicada, el enfoque de grado día / hora se usa ampliamente porque requiere datos mínimos para la formulación, es fácil de calcular y aplicar, produce valores confiables y ha tenido éxito en la aplicación práctica (Wagner et al., 1984).

El modelo lineal de grados-día

El enfoque de grados día se usa ampliamente para entender la fenología de insectos y plantas (Higley et al., 1986; Martinez-Uscanga, 1998; Briere et al., 1999; Charnov et al., 2003). Se basa en que el desarrollo de los insectos está directamente relacionado con la temperatura ambiente y el tiempo (Higley et al., 1986). Cada etapa de desarrollo tiene su propio requisito y cada especie requiere un número definido de grados-día, unidades térmicas, unidades de calor o días de grado de crecimiento para completar su desarrollo (Amendt et al., 2004). Supone que las temperaturas de campo se encuentran dentro de la parte lineal de la función construida entre la velocidad de desarrollo y la temperatura. Es preciso para temperaturas intermedias, aunque produce un error considerable cuando las condiciones tienden hacia la temperatura extrema (Stinner et al., 1974) porque la velocidad de desarrollo se vuelve curvilínea tanto en el extremo alto como en el bajo, con aumentos o disminuciones de la temperatura (Nabity et al., 2006). El supuesto es que, a medida que la temperatura ambiental disminuye, sus tasas de desarrollo se vuelven más lentas y, si la temperatura desciende lo suficiente, el desarrollo cesará, en cambio, a medida que aumenta la temperatura, sus tasas de desarrollo también lo hacen, hasta una temperatura óptima y nuevamente disminuye el desarrollo a una temperatura de umbral superior (Wagner et al., 1984; Ames y Turner, 2003; Trudgill et al., 2005).

Modelos no-lineales

Variedad de modelos no lineales se han encontrado en la literatura (Stinner et al., 1974; Allen, 1976; Allen, 1988; Kramer et al., 1991; Harcourt et al., 1982; Reibe et al., 2010; Roe y Higley, 2015). Aunque los investigadores admitieron que para la mayoría de las especies, el enfoque de grado por día es aceptable si el desarrollo ocurre dentro de la temperatura intermedia (Allen, 1976; Higley et al., 1986; Kramer et al., 1991; Gilbert et al., 1996; Ikemoto et al., 2000; Charnov et al., 2003). Los modelos no lineales sirven para predecir el desarrollo de insectos en los límites de umbral superior e inferior.

Entomología Forense en casos reales

Los estudios de casos que se han publicado son valiosos, proporcionan ejemplos dónde se aplican los conocimientos adquiridos de esta disciplina para resolver casos jurídicos, entre los que se encuentran:

Cuadro 2. Casos donde se estimó el IPM utilizando Entomología Forense

# de Casos	País	Insectos reportados	Método	Autor/referencia
3	Hawai	<i>Chrysomya megacephala</i> , <i>Chrysomya rufifacies</i> , <i>Phaenicia cuprina</i> , <i>Boettcherisca peregrina</i> y <i>Euborellia annulipes</i> .	Patrón de sucesión	Goff et al., 1988
1	Hawai	<i>Philonthus longicornis</i> , larvas de <i>Piophilha casei</i> y pupas vacías de <i>Chrysomya</i> .	Patrón de sucesión	Goff y Flynn, 1991
42	Canadá	32 especies	Tasa de desarrollo y patrón de sucesión	Anderson, 1995
1	Canadá	<i>Calliphora vomitoria</i> Calliphoridae,	Tasa de desarrollo	Anderson, 1997
6	E.U.	<i>Protophormia terranovae</i> y <i>Muscina stabulans</i>	Desarrollo larvario	Benecke, 1998
3	Italia	<i>Saprinus aeneus</i> , <i>Chrysomya albiceps</i> , <i>Sarcophaga</i> <i>carriana</i> , <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> y <i>Protophormia terranovae</i> , <i>Calliphora vicina</i>	Comparación de datos de autopsia, condiciones ambientales, tasa de desarrollo de etapas inmaduras y patrones de sucesión.	Introna et al., 1998
2	Alemania	<i>Calliphora vicina</i> , <i>Leptocera caenosa</i> , <i>Liopygia</i> <i>argyrostoma</i> y <i>Lucilia sericata</i>	Tasa de desarrollo	Amendt et al., 2000
1	Alemania	<i>Muscina stabulans</i> , <i>Fannia canicularis</i> y <i>Calliphora</i> <i>vomitoria</i>	Tasa de desarrollo	Benecke y Lessig, 2001
2	India	<i>Dermestes maculatos</i> y <i>Necrobia rufipes</i>	Ciclo de vida y tasa de desarrollo	Kulshrestha y Satpathy, 2001
3	Alemania	<i>Muscina stabulans</i> , <i>Lucilia sericata</i> y <i>Dermestes</i> <i>lardarius</i>	Tasa de desarrollo y longitud larvaria	Benecke et al., 2004
3	Brasil	<i>Chrysomya megacephala</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i> .	Grado-días acumulados	Oliveira y Mello, 2004
7	España	<i>Lucilia sericata</i> , <i>Sarcophaga sp.</i> , <i>Calliphora vicina</i> y <i>Phoridae</i>	Tasa de crecimiento, desarrollo y patrón de sucesión	Arnaldos et al., 2005
1	Tailandia	<i>Chrysomya megacephala</i> y <i>Chrysomya rufifacies</i>	Tasa de desarrollo	Sukontason et al., 2005
1	Madrid	<i>Nitidula flavomaculata</i> y Calliphoridae	Grado-días acumulados	García et al., 2006
1	Bélgica	<i>Lucilia sericata</i>	Grado-días acumulados	Bourguignon et al., 2006
1	China	<i>Chrysomya megacephala</i>	Comparación de datos obtenidos durante monitoreo, longitud larvaria.	Pai et al., 2007
8	Malasia	<i>Chrysomya megacephala</i> , <i>C. rufifacies</i> , <i>Hermetia</i>	Tasa de desarrollo	Salleh et al., 2007

		<i>illucens, Eristalis tenax</i> y Sarcophagidae		
1	Reino Unido	<i>Megaselia abdita</i>	Ciclo de vida	Manlove y Disney, 2008
1	Madrid	Calliphoridae, Muscidae, Phoridae, Cleridae, Dermestidae e Histeridae	Patrón de sucesión	García et al., 2009
9	Finlandia	<i>Lucilia sericata</i> , <i>Calliphora vicina</i> , <i>Protophormia terraenovae</i> y <i>Sarcophaga caerulescens</i>	Tasa de desarrollo	Pohjoismäki et al., 2010
2	Alemania	<i>Megaselia scalaris</i>	Ciclo de vida	Reibe y Madea, 2010 (a)
1	Kuwait	<i>Parasarcophaga (Liopygia) ruficornis</i> y <i>Chrysomya albiceps</i>	Tasa de desarrollo	Al-Mesbah et al., 2011
1	China	<i>Boettcherisca peregrina</i> y <i>Chrysomya megacephala</i>	Longitud larvaria	Liu et al., 2013
8	Italia	Phoridae, <i>Lucilia sericata</i> y <i>Chrysomya albiceps</i>	Tasa de desarrollo	Bugelli et al., 2014
1	India	<i>Chrysomya megacephala</i>	Grado-horas acumuladas	Sharma y Bala, 2016
1	Brasil	<i>Chrysomya albiceps</i> , <i>Chrysomya megacephala</i> , <i>Hemilucilia segmentaria</i> , <i>Hydrotaeae aenescens</i> , <i>Fannia pusio</i> y <i>Peckia sp.</i>	Tasa de desarrollo	Vasconcelos et al., 2017
2	México	<i>Synthesiomyia nudiseta</i> , <i>Lucilia sericata</i> y <i>Fannia scalaris</i>	Longitud y desarrollo larvario	Flores et al., 2017
1	Italia	<i>Musca domestica</i> , <i>Fannia scalaris</i> y <i>Lucilia sericata</i>	Tasa de desarrollo	Bonacci et al., 2017
1	Arabia Saudita	<i>Chrysomya albipes</i> , <i>Dermestes frischii</i> y <i>Necrobia rufipes</i>	Tasa de desarrollo	Al-shareef et al., 2017
1	Colombia	<i>Chrysomya albiceps</i>	Tasa de desarrollo y Grado-horas acumuladas	Ramos y Wolff, 2017
5	India	<i>Chrysomya megacephala</i> , <i>Chrysomya rufifacies</i> , <i>Dermestes maculatus</i> , <i>Necrobia rufipes</i> y <i>Chrysomya albiceps</i> .	Tasa de desarrollo y Patrón de sucesión	Sharma, et al., 2018

MATERIALES Y MÉTODOS

Colección de referencia, sucesión ecológica de entomofauna en carroña y validación del requerimiento térmico de *Lucilia sericata*, *Cochliomyia macellaria* y *Chrysomya rufifacies* en Saltillo, Coahuila con biomodelo.

Localización de la unidad experimental

Las pruebas desarrolladas en campo se realizaron en la unidad experimental de nombre “El Bajío” ubicada dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, situada en la Ex hacienda de Buenavista a siete kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México. Localizada en las coordenadas geográficas: 100° 59' 57" de longitud oeste, 25° 23' 42" de latitud norte y con una altitud de 1742 msnm. Las condiciones climáticas que prevalecen en la región son precipitaciones anuales entre los 300 a 450 mm, temperatura media anual de 20°C. El clima es definido como seco estepario, de acuerdo a la clasificación climática por Köppen, modificado por García (1973) para la República Mexicana cuya fórmula es:

BS o K (x') (e), donde;

BS= Es el más seco de los BS (clima semi árido). Con coeficiente de P/T menor que 22.9.

K= Templado con verano cálido, con temperatura media anual entre 12 y 20°C.

X'= Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno.

e= Extremoso con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14°C

El tipo de vegetación comprende matorral rosetófilo y zacatal. La comunidad vegetal perteneciente al matorral rosetófilo se presenta en altitudes que van de los

1000 a los 2500 m, se desarrolla en lomeríos y laderas de montañas, donde incide una mayor radiación solar, con suelos someros, usualmente pedregosos y buenas condiciones de drenaje. Las especies dominantes son arbustos bajos con hojas agrupadas en forma de roseta, espinosos, perennifolios, las especies representativas son: *Agave lechuguilla*, *A. scabra*, *A. striata*, *Hechtia texensis* y *Dasyilirion cedrosanum*, asociadas con *Viguiera stenoloba*, *Parthenium argentatum*, *Euphorbia antisyphilitica* y *Mimosa zygophylla*. Las cactáceas frecuentes son: *Opuntia microdasys*, *Echinocactus platyacanthus*, *Ferocactus pilosus*, *Echinocereus conglomeratus*, *E. pectinatus* y *Thelocactus bicolor*; las herbáceas más comunes son: *Bahia absinthifolia*, *Tiquilia canescens*, *Castilleja latana*, *Notholaena sinuata* y las gramíneas *Bouteloua ramosa* y *Erioneuron avenaceum* (Valdés, 2015).

El tipo de vegetación perteneciente al zacatal, son comunidades dominadas por gramíneas que se desarrollan en suelos moderadamente profundos, laderas de poca inclinación y mesetas, con frecuencia se mezclan con bosques de pino piñonero y comunidades del matorral desértico chihuahuense, en asociación con plantas xerófilas, las gramíneas dominantes son: *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *B. dactyloides* y *Aristida divaricata*, con arbustos dispersos de *Cylindropuntia imbricata*, *Opuntia rastrera*, *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Yucca carnerosana* y *Prosopis glandulosa* (Valdés, 2015).

El monitoreo y las colectas se llevaron a cabo en verano en el período del 27 de julio al 9 de septiembre y en otoño del 31 de octubre al 20 de diciembre del 2018.

Realización del Experimento:

En el área de estudio se instalaron tres jaulas de hierro sin fondo (1.50 x 1.50 x 1.20 mts) con una distancia aproximada de 30 m entre ellas. Para cada periodo de estudio se usaron tres cabezas de cerdo *Sus scrofa domestica* L. (Artiodactyla: Suidae), como modelo de descomposición. Dentro de cada una de las jaulas, se colocó directamente sobre el suelo, una cabeza de cerdo con peso de entre 3.5 y 4.5 kg aproximadamente.

Técnicas de Campo y Laboratorio

Muestreo: Las cabezas de cerdo fueron colocadas en las jaulas a las 9:00 de la mañana, con exposición directa al sol. Se monitoreó de forma continua hasta obtener el tiempo del primer arribo y primera ovipostura. A partir del segundo día se realizó una visita diaria por la mañana, durante 45 días en verano y 51 días en otoño.

Las colectas de insectos adultos voladores se realizaron por medio de redeos sobre y alrededor de las cabezas, mientras que los insectos terrestres se colectaron utilizando pinzas de punta fina, de los orificios naturales, como ojos, oídos, hocico y el área de decapitación, el muestreo fue aleatorio. Todos los adultos se colocaron en frascos de vidrio que contenían alcohol al 80%, para ser montados posteriormente en alfiler, triangulo entomológico o bien preservados en tubos Eppendorf de 2 mL.

Los inmaduros se fijaron inmediatamente después de colectarlos, en agua caliente y se preservaron en alcohol etílico al 80% en tubos Eppendorf de 2 mL y tubos de ensayo.

Las larvas de tercer estadio que se encontraban en etapa de post-alimentación, que se recolectaron migrando de la carcasa, se mantuvieron vivas en un contenedor de plástico asilado con malla y tierra de sustrato, a temperatura ambiente, para monitorear la formación de pupa y emergencia de adultos.



Figura 5. Área de

estudio

Identificación

Los ejemplares colectados fueron observados en laboratorio con la ayuda del estereoscopio Carl Zeiss Dv4 32x. La identificación de especies fue realizada mediante la utilización de claves dicotómicas especializadas como Borror y White (1970) para familias, McAlpine et al. (1981) para especies de adultos e inmaduros del Orden Diptera, Carvalho (2008) para adultos del Orden Diptera, Whitworth (2006) y Dores (2016) para especies de adultos de la Familia Calliphoridae, Stojanovich et al. (1962), Thyssen (2009) y Szpila (2009) para inmaduros del Orden Diptera, Almeida y Mise (2009) para familias, géneros y especies del Orden Coleoptera y Gorham (1991) para inmaduros y adultos del género *Dermestes* L. (Coleoptera: Dermestidae).

Índices ecológicos

Se utilizó el índice de riqueza de Margalef $D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$ donde S es el número de especies identificadas y N es el número total de individuos colectados (Clifford y Stephenson, 1975; Magurran, 1989). Este índice permite conocer la riqueza específica a partir de un muestreo de la comunidad y es válido desde un punto descriptivo (Magurran, 1989).

El coeficiente de similitud de Sorensen (Czekanovski-Dice-Sørensen) relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies de dos

comunidades (Magurran, 1989) $I_s = \frac{2c}{a+b}$ donde “c” son las especies compartidas, “a” es el número total de especies en la comunidad A, “b” es el número total de especies en la comunidad B. Permite una comparación de dos comunidades y está diseñado para ser igual a 1 en caso de similitud total e igual a cero si son disímiles y no tienen especies en común.

Se estimó el peso específico para cada taxón utilizando la fórmula $pi = \frac{i}{N}$ donde “ni” es la densidad de la especie “i” y N la densidad total, el pi más alto determina la especie dominante, es la probabilidad de que un individuo pertenezca a la especie i, por etapa de descomposición y por estación, la primera se gráfico para observar las especies dominantes por etapa de descomposición y el segundo se utilizó para determinar el índice de diversidad de Shannon y Wiener por estación (Kehr y Duré, 2002).

La diversidad se estimó a partir del Índice de Diversidad de Shannon y Wiener (Shannon y Weaver, 1949), para muestras, mediante la siguiente ecuación:

$$H' = -\sum_{i=1}^s (pi \log_2 pi)$$

este índice se basa en la equidad, mide la incertidumbre al

predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra, asume que todas las especies están representadas (Magurran, 1988; Moreno, 2001).

El índice de equidad de Pielou $J' = \frac{H'}{H'_{max}}$ donde $H'_{max} = \ln(S)$, mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada.

Estimación de requerimiento calórico o unidades calor

Se registraron los biofix de arribo, oviposición, eclosión, L1, L2, L3, pupa y emergencia, en el caso de *Lucilia sericata* también se registró cuando el peritreme se completó y la aparición de la cicatriz ecdisial.

Las unidades calor se obtuvieron por el método residual cuya fórmula es:

$$UCdía = \frac{T_{máx} + T_{min}}{2} - UTI$$

Las unidades calor acumuladas son la sumatoria de las unidades calor obtenidas por día, que fueron registradas para cada especie monitoreada durante su desarrollo.

El Umbral de temperatura inferior es necesario para estimar las unidades calor por día, para *L. sericata*, Marchenko (2001) proporciona 9.0°C (Amendt et al., 2007). Para *C. macellaria* se utilizaron los datos de Byrd y Butler (1996) y se estimó el UTI por el método de intercepción en el eje de las x, en regresión lineal.

Para *C. rufifacies* se utilizó el UTI de 10°C en base a lo reportado por Higley y Haskell (2001).

Análisis estadístico

Se utilizó el software R para realizar el análisis estadístico de prueba de normalidad, por medio de la prueba de Shapiro-Wilk (Shapiro.test) y la prueba de Bartlett para homogeneidad de varianzas (Bartlett.test). Dado que los resultados no presentaron normalidad ni homocedasticidad de los datos en la variable de longitud, se optó por utilizar la prueba de Wilcoxon (Wilcox.test) para datos no paramétricos con el objetivo de determinar si existe o no diferencia en la tasa de crecimiento en longitud de estados inmaduros, entre las dos estaciones, ya que esta prueba no supone normalidad de los datos.

Obtención de datos relevantes para la estimación del IPM

Después de ser identificadas, las larvas fueron medidas en longitud, se determinó la tasa de crecimiento y la etapa de desarrollo. Para estimar los requerimientos térmicos, se obtuvieron las temperaturas a las que las larvas estuvieron expuestas durante su desarrollo, a través de la estación meteorológica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que se encuentra a unos 50 m del sitio del experimento. Se elaboró una base de datos que incluye: estación, fecha, hora

cronológica y acumulada, etapa de descomposición, orden, familiar, género y especie, así como su longitud, biofix, estado de desarrollo y temperatura media.

Entomofauna asociada a cadáveres humanos y estimación del Intervalo *Post-mortem* en el sureste de Coahuila

Las muestras provenientes de cadáveres humanos fueron proporcionadas por personal de la Fiscalía General del Estado de Coahuila. En alcohol etílico al 70%, colectadas en el sureste del estado de Coahuila, durante el verano (Fig. 6).

Las muestras fueron resguardadas en un refrigerador a -20°C , en viales de vidrio, en el Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, dónde se procedió a identificarlas, medirlas y determinar su etapa de desarrollo. Después fueron transportadas a la Universidad Autónoma de Nuevo León, para corroborar su identificación.

Se obtuvieron, las temperaturas a las que las larvas estuvieron expuestas durante su desarrollo, utilizando los datos del Servicio Meteorológico Nacional, Conagua. Se relaciono la longitud y la etapa de desarrollo de las larvas con su edad utilizando las referencias obtenidas durante el monitoreo en campo usando como biomodelo cabezas de *Sus scrofa*, así como datos obtenidos durante la revisión de literatura. Aplicando los métodos de tasa de crecimiento y desarrollo, unidades calor y patrón de sucesión, se procedió a estimar el intervalo *post-mortem* de casos reales.

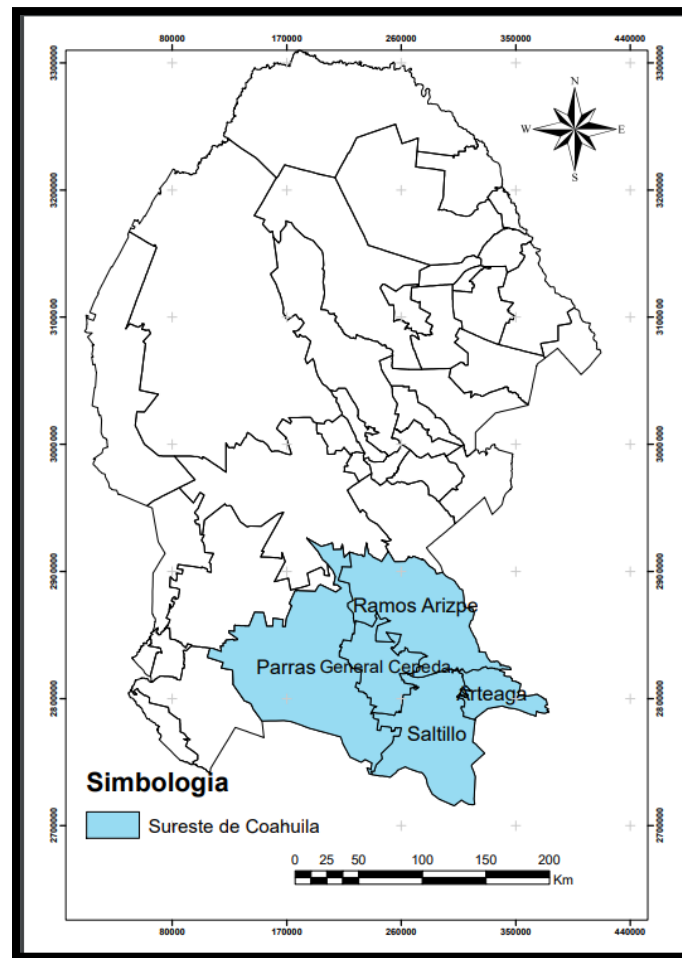


Figura 6. Localización geográfica del área de estudio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron un total de 435 adultos y 1528 huevos, larvas y pupas. De los cuales 254 adultos y 520 inmaduros en verano, identificados en 4 órdenes, 11 familias, 14 géneros y 14 especies, mientras que en otoño se colectaron 181 adultos y 1008 estados inmaduros, en 4 órdenes, 18 familias, 16 géneros y 12 especies (Cuadro 3). Para Saltillo, Coahuila, en primavera Núñez (2011) reportó 8 órdenes y 28 familias asociadas a los diferentes estados de descomposición de *Sus scrofa* completos de 19 a 23 kg como biomodelo. Salazar (2017) obtuvo 13

familias, 17 géneros y 21 especies, utilizando *Capra aegagrus hircus* L. (Artiodactyla: Bovidae: Caprinae) como biomodelo en Invierno-primavera.

Identificación de familias y especies de importancia forense colectadas de necrotrampas

Adultos (Díptera: Calliphoridae)

Se le identificó por la arista plumosa, surco facial grande y generalmente desnudo, gena con setas gruesas, probóscide corto, palpos regularmente amarillos (Fig. 2). Vena M con una curva pronunciada (Fig. 3) (McAlpine et al., 1981; Dores, 2016). Calípter bien desarrollado, existencia de sólo dos cerdas en la notopleura, coloración del abdomen y usualmente el tórax azul, verde o bronce metálico brillante, en ocasiones con *vittae* mas oscuras (Fig. 7) (Whitworth et al., 2006).

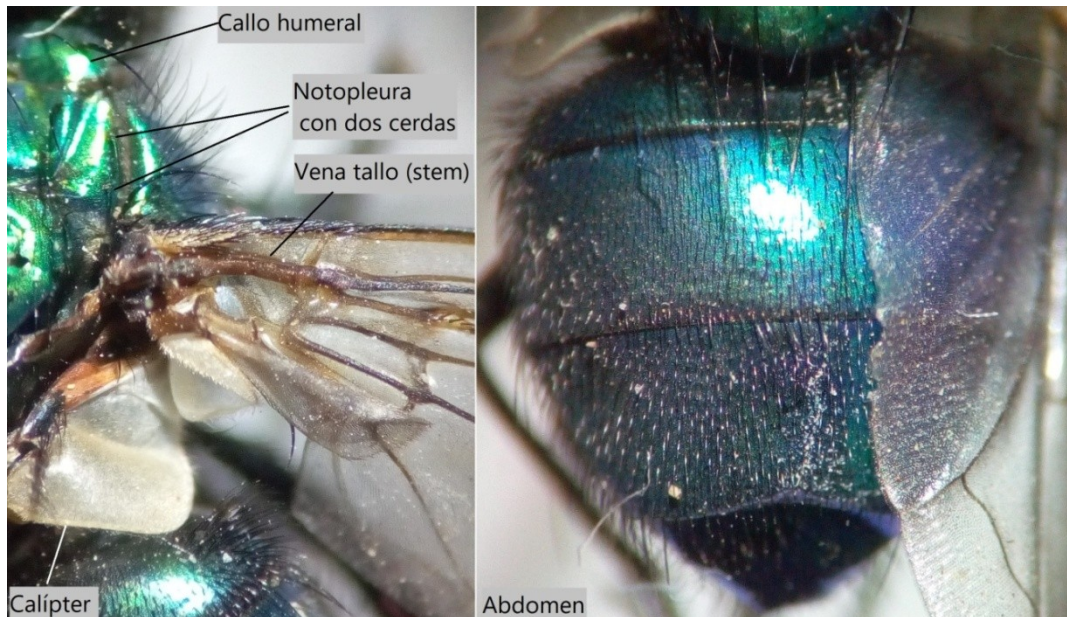


Figura 7. Características de tórax y abdomen de Calliphoridae

Presencia de una línea de setas en el merón (Fig. 8) (Whitworth et al., 2006; Dores, 2016).



Figura 8. Merón de Calliphoridae

Género *Lucilia* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Pertenece a la subfamilia Luciliinae (Whitworth et al., 2006). Debido a la tonalidad verde, azul metálica o bronce brillante de su tórax y abdomen, los individuos pertenecientes a este género son normalmente designados como moscas verdes (Gennard, 2007; Whitworth et al., 2006). Presentan variaciones en la longitud entre 4 y 10 mm (Smith, 1986; Dores, 2016). Se le reconoció por el ámpula mayor sin setas tiesas (Fig. 8) y el lomo supraesquamal (spsq rg) con un conjunto de setas apretado cerca de la base del escutelo y calípter inferior desnudo (Fig. 9). El género incluye 11 especies en Norteamérica (Whitworth et al., 2006).



Figura 9. Lomo supraesquamal y calípter inferior de *Lucilia*

***Lucilia sericata* (Meigen, 1826)**

A esta especie (Fig. 13) se le identificó por tener de 6 a 8 sétulas a lo largo del margen posterior del callo humeral y basicosta amarilla o naranja (Fig. 10). Línea de sétulas sobre el límite posterior de la notopleura (Fig.11) (Whitworth et al., 2006; Carvalho et al., 2008). Así como membrana frontoclipeal de color amarillo (Fig. 12) (Williams y Villet, 2014).

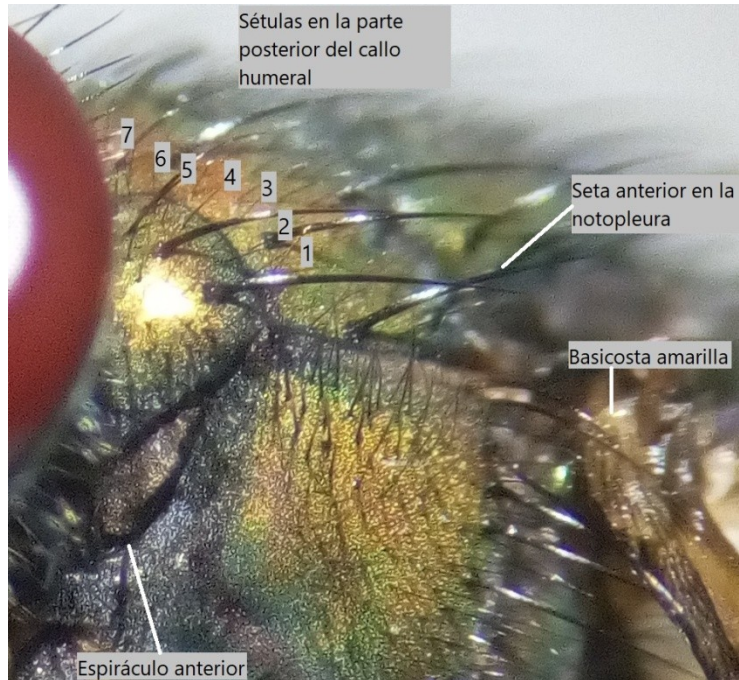


Figura 10. Callo humeral y basicosta amarilla de *Lucilia sericata*

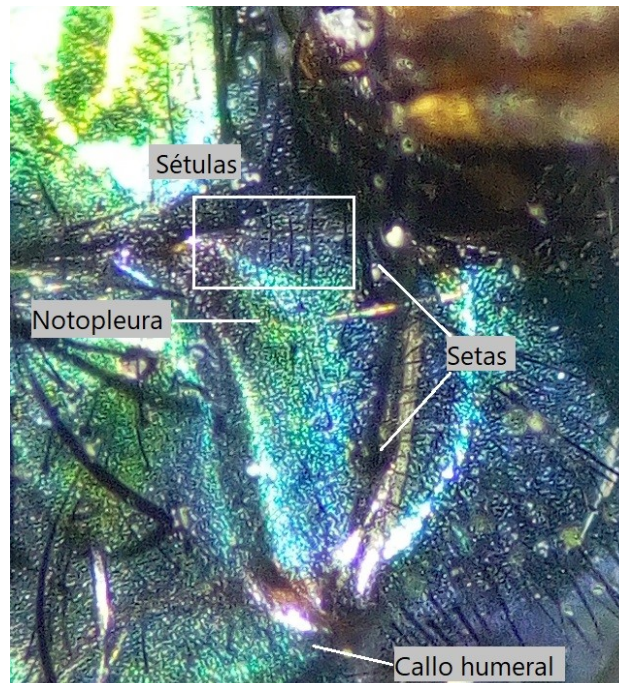


Figura 11. Limite posterior de la notopleura de *Lucilia sericata*



Figura 12.

frontoclipeal de *L. sericata*

Membrana

Figura 13. *L. sericata* (Meigen, 1826)Género *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Pertenece a la subfamilia Chrysomyinae que incluye también a los géneros de: *Cochliomyia* y *Phormia* (Whitworth et al., 2006). Las características distintivas de *Chrysomya*, por las cuales se identificaron, son la existencia de setas en la vena tronco o vena del vástago en vista dorsal (Fig. 14), al igual que en el ámpula mayor (Fig. 15) (Whitworth et al., 2006; Carvalho et al., 2008; Byrd y Castner, 2010). Dorso del primer terguito y segundo terguito abdominal negro (T1+T2), márgenes posteriores de terguitos abdominales 3 y 4 negros (T3 y T4), calípter con setas (Fig. 16) (Whitworth et al., 2006). La variación en los colores del espiráculo y de algunas estructuras de la cabeza (Gennard, 2007).



Figura 14. Setas en la vena tronco o vena del vástago en vista dorsal de *Chrysomya*



Figura 15. Ámpula mayor de *Chrysomya rufifacies* (Macquart, 1842)

***Chrysomya rufifacies* (Macquart, 1842)**

Se le identificó por la vestidura del espiráculo torácico anterior pálido o blanco, la dilatación genal con polvillo blanco y setas pálidas (Fig. 16); ojo del macho con facetas superiores no agrandadas sin demarcación en el tercio inferior (Whitworth et al., 2006).



Figura 16. *C. rufifacies* (Macquart, 1842)

***Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794)**

Se identificó por la vestidura del espiráculo torácico anterior café o naranja; dilatación genal con fondo y setas de color naranja (Fig. 17); ojo del macho con facetas superiores agrandadas y demarcadas claramente de las facetas en el tercio inferior, frons del macho muy angosto, ojos casi tocándose (Fig. 18) (Whitworth et al., 2006; Badenhorst et al., 2018).



Figura 17. *C. megacephala* (Fabricius, 1794)



Figura 18. Cabeza de *C. megacephala* (Fabricius, 1794)

Género *Cochliomyia* (Townsend, 1915)

Este género tiene cuatro especies en Norteamérica. Se le identificó por la dilatación genal con fondo de color naranja y setas amarillas. Setas pálidas sobre el margen posterior de las coxas traseras; palpos cortos y filiformes (Whitworth et al., 2006).

Cochliomyia macellaria (Fabricius, 1775)

Esta especie fue reconocida por que presenta calípter blancuzco y tórax con *vittae* más oscuras (Fig. 19 izquierda), la parte inferior de la placa fronto orbital tiene sétulas pálidas fuera de la hilera de setas frontales (Fig. 19 derecha), microtomentum plateado pronunciado sobre las áreas laterales del quinto terguito (Fig. 20) (Whitworth et al., 2006).

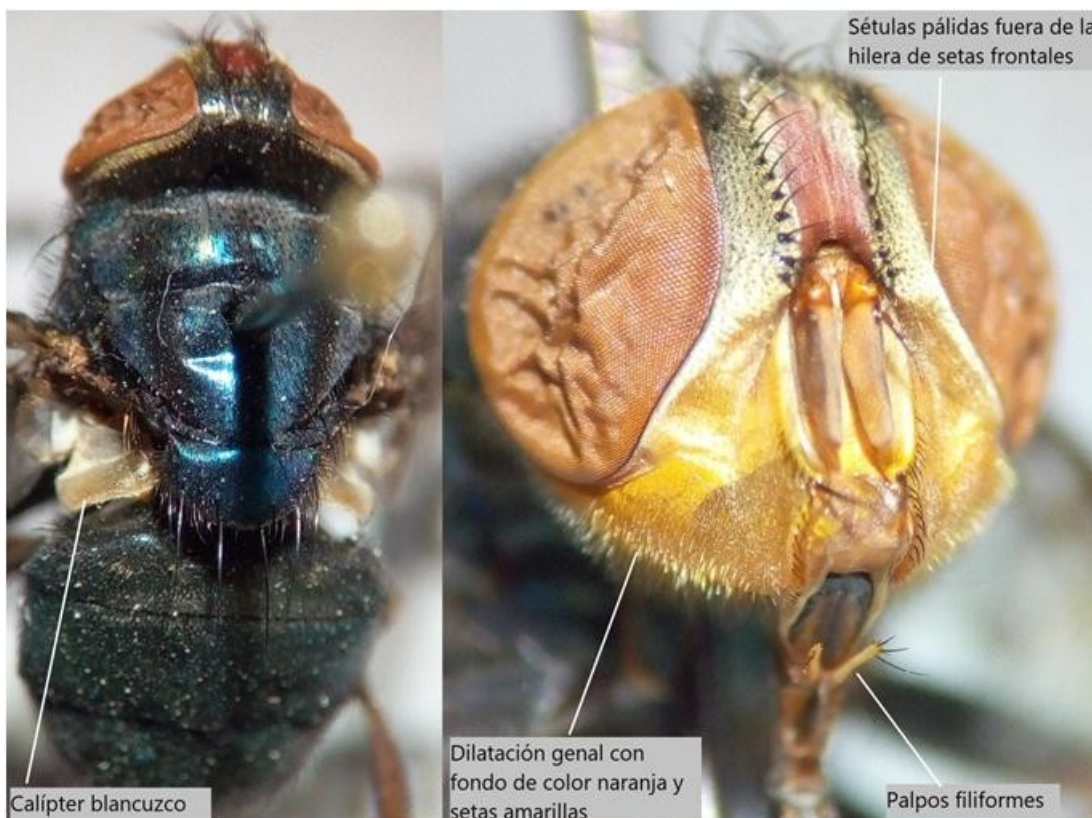


Figura 19. *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775)

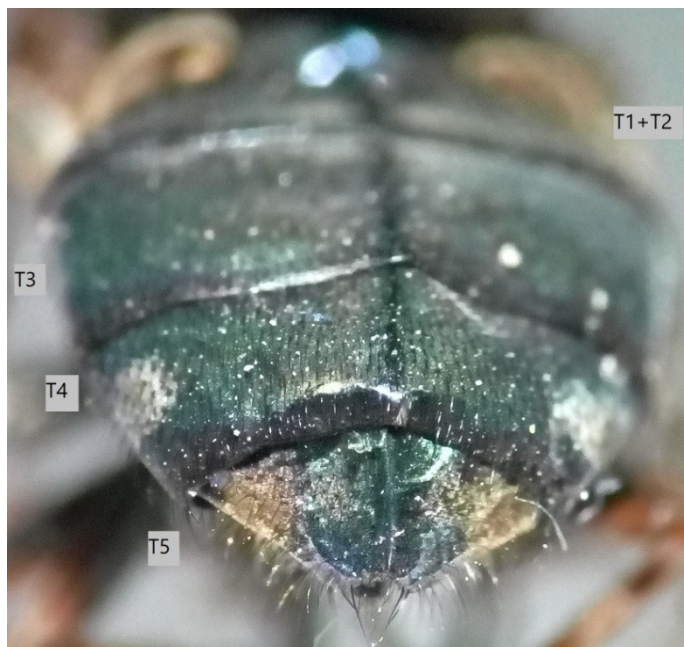


Figura 20.

Abdomen de *C.**macellaria* (Fabricius, 1775)

Género *Phormia* (Robineau – Desvoidy, 1830)

Este género es común en Norte América (Greenberg, 1991; Anderson, 2000; Naby et al., 2006; Vergara, 2011; Núñez, 2011; Salazar, 2017; Sivell, 2018) Whitworth et al. (2006) menciona una sola especie: *Phormia regina* (Meigen, 1826) y la considera como común en Norteamérica, la describe como una mosca azul o verde metálico brillante con setas naranja brillante alrededor del espiráculo torácico anterior. El género no fue colectado durante el monitoreo.

Género *Calliphora* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Pertenece a la Subfamilia Calliphorinae. Se le identificó por ser moscas azules, con abundantes setas, tanto en el tórax como en el abdomen, midiendo de 9 a 11 mm (Gennard, 2007; Huffman y Wallace, 2012). Este género en la actualidad cuenta con 13 especies Neárticas, se caracteriza por encontrarse en grandes elevaciones (Whitworth et al., 2006).

Las características distintivas son: basicosta negra; abdomen azulado no más largo que el dorso del tórax y con microtomentum blancuzco denso. Vena tallo o

vena del vástago (*stem vein*) desnuda, tórax pardo y microtomentoso (Whitworth et al., 2006).

***Calliphora latrifons* (Hough, 1899)**

La especie fue reconocida por que la mitad de la depresión proepisternal es setosa, el espiráculo torácico anterior usualmente tiene setas café, la seta presutural intra-alar está presente (Fig. 21), el lomo supraesquamal es desnudo o con setas finas inconspicuas y calípter superior e inferior es café claro a oscuro, el margen puede ser blanco (Fig. 22). El dobléz de M agudo o en ángulo recto, con curvatura de la sección apical más grande, justo más allá del dobléz (Fig. 23). Lomo facial con hilera de setas supravibrissales cortas, anchas, ascendiendo desde las vibrissas hasta un punto casi a la mitad de la distancia a la base de la antena (Fig. 24) (Whitworth et al., 2006).



Figura 21. *Calliphora latrifons* Hough, 1899



Figura 22. Lomo supraesquamal y calípter *C. latrifons* Hough, 1899

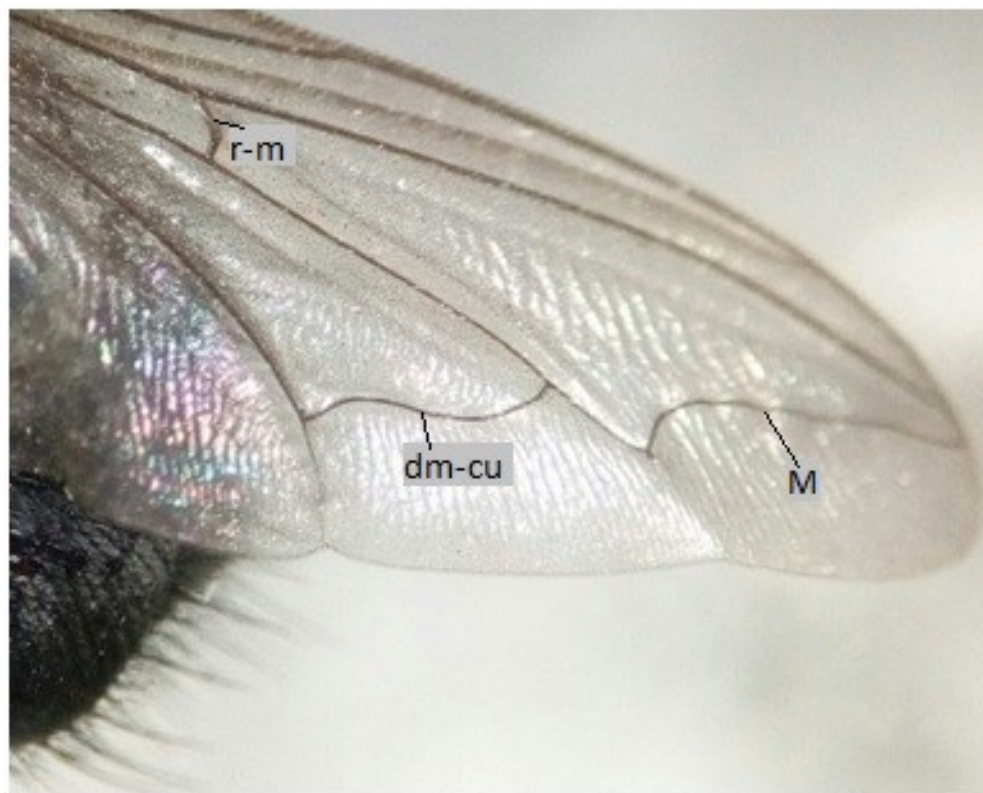


Figura 23. Ala de *C. latrifons* Hough, 1899



Figura 24. Cabeza de *C. latrifons* Hough, 1899

Sarcophagidae

Se les identificó por el escutelo con tres rayas negras conspicuas sobre fondo gris o dorado, la cuadrícula oscura y clara del dorso del abdomen (Fig. 25), notopleura con dos setas grandes y dos setas más pequeñas. Merón con fila de setas. Subescutelum ausente ó débil; arista usualmente plumosa o setosa, pubescente o desnuda (Whitworth et al., 2006). Cresta suprasquamal, calípteros, vena del tallo o vena vástago, R1 y esclerito subcostal desnudos (Fig. 26), coxa posterior con flecos de setas en el margen posterior (Fig. 28) (McAlpine et al., 1981).



Figura 25. Sarcophagidae

***Neobellieria* (Blanchard, 1939)**

Este género se identificó por la arista generalmente plumosa, pubescente o desnuda. La fila de setas frontales abruptamente divergentes, al menos dos setas debajo del nivel de la base de la antena. Setas dispersas en la parte superior del parafacial, no en una sola fila cerca del ojo, o si es así, entonces gena completamente pálida. Las setas de la gena blancas o dorado pálido. Gena con setas negras al menos en el tercio anterior. Palpos negros, si es amarillo, entonces tegula, patas, o ambas, también amarillas (Fig. 27) (McAlpine et al., 1981).



Figura 26. *Neobellieria* (Blanchard, 1939)



Figura 27. Cabeza de *Neobellieria* (Blanchard, 1939)

Espina costal ausente. Coxa posterior con setas formando un fleco en el margen posterior (Fig. 28). Cinco o seis setas dorsocentrales postsuturales presentes, las anteriores muy reducidas (Fig. 29) (McAlpine et al., 1981).



Figura 28. Coxa posterior con flecos de setas en el margen posterior de *Neobellieria* (Blanchard, 1939)



Figura 29. Cinco o seis setas dorsocentrales postsuturales presentes, las anteriores muy reducidas de *Neobellieria* (Blanchard, 1939)

El sexto tergito de la hembra usualmente pruinosa apagado; el séptimo esternito oculto o parcialmente expuesto, pero plano o ligeramente cóncavo (Fig. 30). Macho con setas verticales externas ausentes, con terminalia roja, cerco en perfil curvado y afilado.



Figura 30. Sexta tergita de la hembra de *Neobellieria* (Blanchard, 1939).

***Bercaea* (Robineau-Desvoidy, 1863)**

Al igual que el género anterior, al pertenecer a la subfamilia Sarcophaginae tribu Parasarcophagini, se le identificó por las cinco o seis setas dorsocentrales postsuturales presentes, las anteriores muy reducidas. La gena blanca o dorado pálido. Setas parafaciales dispersas en la mayor parte de la superficie, especialmente en la parte superior. Cresta facial no notablemente más oscuro que el centro de la cara. Gena con setas negras al menos en el tercio anterior (Fig.32).

Se diferencian por la mitad posterior de la gena en su mayoría de setas blancas. Tergita sexta de la hembra arriba, no pruinosa; séptimo esternito expuesto, fuertemente convexo (Fig. 33) (McAlpine et al., 1981).



Figura 31. *Bercaea* (Robineau-Desvoidy, 1863)



Figura 32. Cabeza de *Bercaea* (Robineau-Desvoidy, 1863)



Figura 33. Tergita sexta de la hembra de *Bercaea* (Robineau-Desvoidy, 1863)

Muscidae

Esta familia se identificó por que el merón no tiene filas de setas o en ocasiones sétulas débiles diseminadas (Whitworth et al., 2006). El parafacial está desnudo, raramente con setas largas o cortas, pedicelo de la antena con una costura dorsal completa, vibrisa fuerte, con abundantes setas débiles asociadas, setas subvibrisales fuertes, fisura ptilinal presente (Fig. 34). Vena del ala A1 + CuA2 no alcanza el margen del ala, vena subcostal (Sc) llega a vena costal generalmente casi en ángulo recto (Fig. 35). Ampúla mayor presente, calípter bien desarrollado (Fig. 36). Pata trasera sin seta fuerte en la base inferior del primer tarsómero. Escutelo sin sétulas en ápice ventral (Fig. 37) (Carvalho et al., 2008).

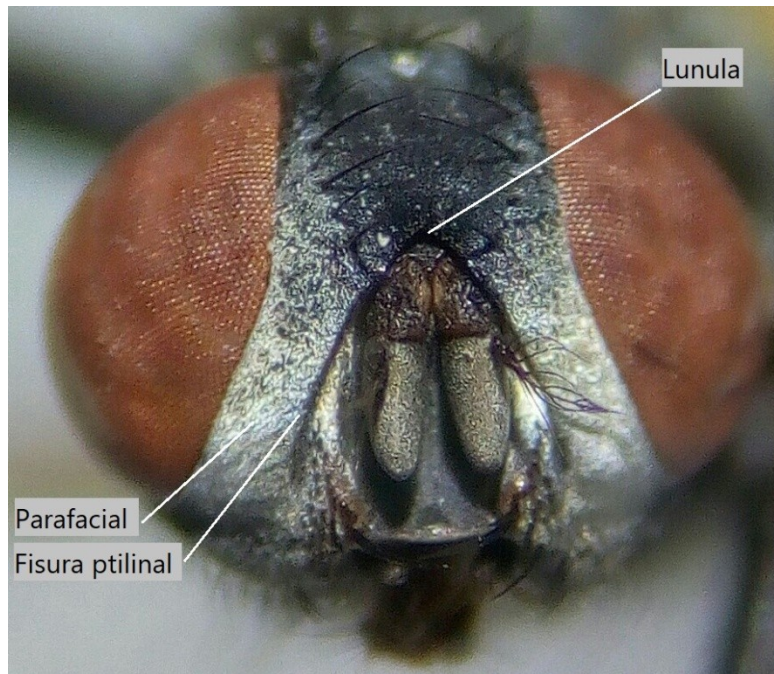


Figura 34. Cabeza de Muscidae

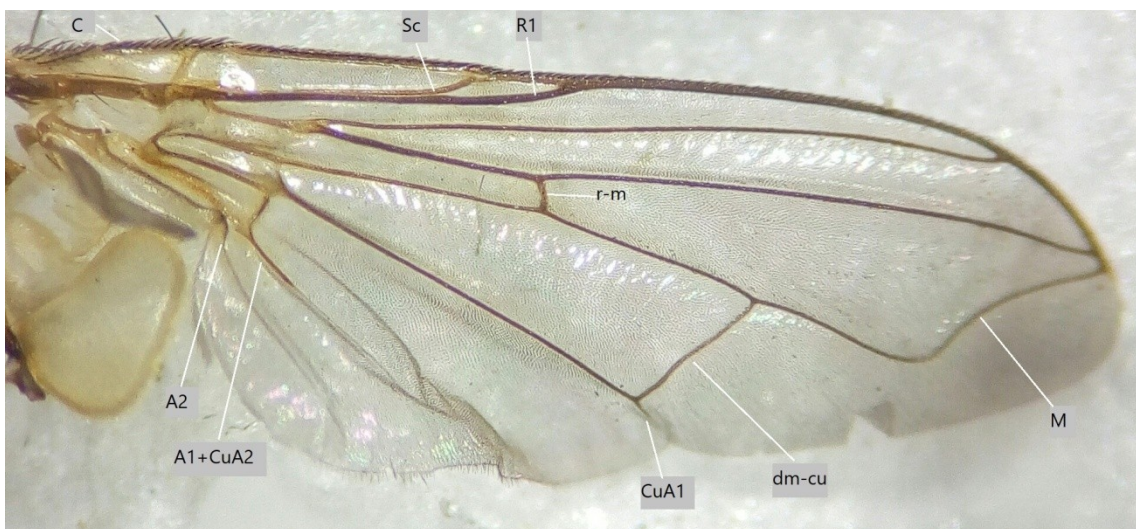


Figura 35. Ala de Muscidae

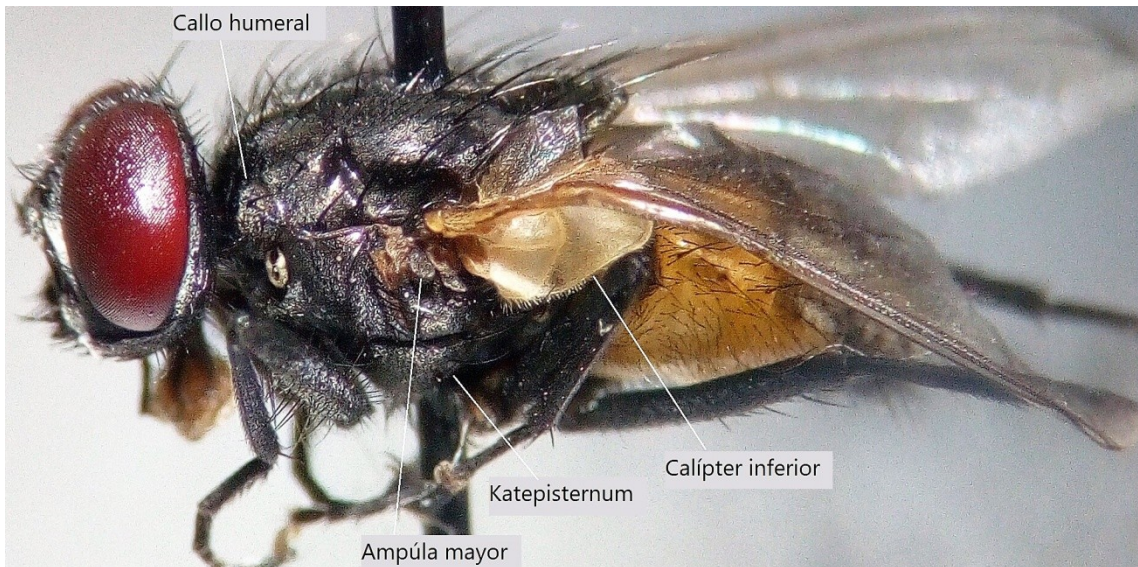


Figura 36. Ampúla mayor y calípter de Muscidae

***Musca domestica* (Linnaeus, 1758)**

Esta especie fue identificada por las setas dorsocentrales presuturales desarrolladas o al menos diferenciadas de las sétulas de cobertura (Fig. 37). Calípter inferior agrandado, sub truncado en la parte posterior y con el ángulo anteromediano que se extiende debajo de la base del escutelo, setas en Katepisternum 1: 1 o 1: 2 (Fig. 36). Supraesquamal desnudo. Ápice del quinto terguito abdominal no dorado o amarillo y callo humeral con 2 a 3 setas (Fig. 37) (Carvalho et al., 2008).



Figura 37. *Musca domestica* Linnaeus

Phoridae

Esta familia, considerada de importancia forense (Byrd y Castner, 2001; Byrd y Tomberlin, 2019). No ha sido reportada anteriormente en Saltillo, Coahuila (Vergara, 2011; Núñez, 2011; Salazar, 2017). Durante el monitoreo de otoño se colectaron especímenes ápteros. Se les identificó por la apariencia jorobada característica y fémures aplanados de las patas traseras (Byrd y Tomberlin, 2019). Miden aproximadamente 0.5 mm o menos de largo; son de color negruzco, pardusco o amarillento. Presentan antenas cortas, el primero flagelomero está agrandado con forma globosa u oval, los palpos son de un segmento. Su probóscide es grande y carnosa. El tórax está reducido y arqueado dando la apariencia jorobada. Las patas están bien desarrolladas, en general son robustas y agrandadas, los halterios al igual que las alas están ausentes. El abdomen, está bien desarrollado, cónico, de aproximadamente seis terguitos y un ovipositor (Fig. 38) (McAlpine et al., 1981).



Figura 38. Fórido áptero

Piophilidae

Se identificó por la vena costal incompleta con una o dos fisuras. Vena subcostal (Sc) completa que llega a la vena costal. Ala moderadamente ancha, con lóbulo anal bien desarrollado; celda cup nunca puntiaguda, ni extendida al ápice posterior (Fig. 39). Fisura ptilinal, lúnula, vibrisa y palpos, presentes, cabeza no redondeada (Fig. 40). Ámpula mayor ausente y calípter usualmente pequeños o sin desarrollar, abdomen sin constricción basal (Fig. 41 y 42) (Carvalho et al., 2008).

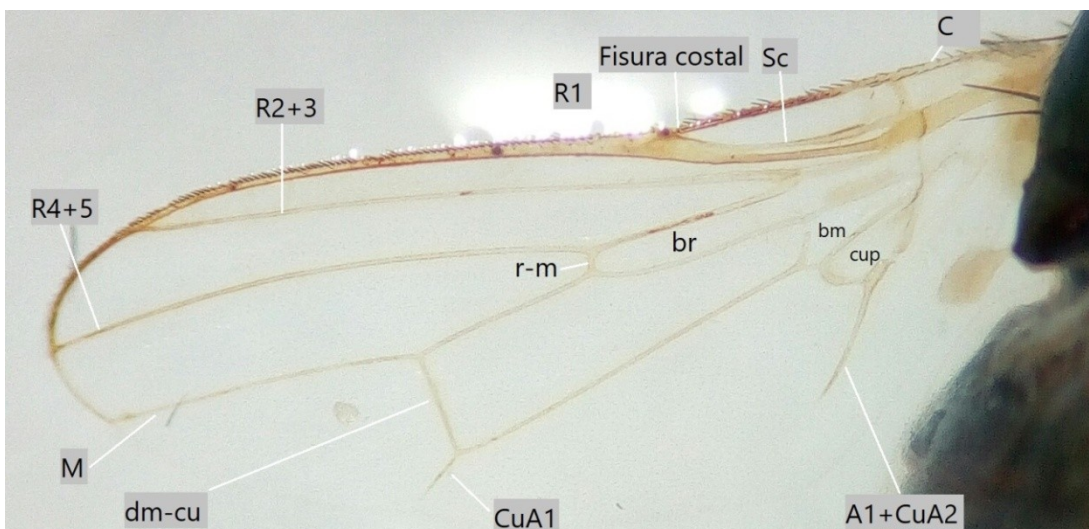


Figura 39. Ala de Piophilidae



Figura 40. Cabeza de Piophilidae

***Piophila casei* (Linnaeus, 1758)**

Filas dorsocentrales diferenciadas de setas mesonotales, setas y cerdas pleurales negras; cerda proepisternal bastante fuerte (Fig. 41 y 42) (McAlpine et al., 1981; Rochefort et al., 2015).



Figura 41. Tórax *Piophila casei* Linnaeus



Figura 42. *Piophilidae casei* Linnaeus

Adultos (Coleóptera: Polyphaga)

Se reconoció por la ausencia de la sutura notopleural y el primer esternito abdominal entero y visible.

(Dermestidae: Género *Dermestes*)

El género se identificó porque tiene el ocelo medio ausente (Gorham et al., 1991). Las antenas son de 11 segmentos, con un club trisegmentado; a veces el segmento anterior forma una cúpula. El cuerpo es cubierto por pubescencia densa, el prosternum tiene un proceso corto que no separa las coxas anteriores. Las piezas bucales están expuestas, es decir, no se apoyan contra el prosternum cuando la cabeza está retraída. El primer segmento del tarso medio y posterior suele ser solo la mitad del largo que el segundo (Royal Entomological Society of London, 1959).

***Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774)**

Se reconoció por el ápice del élitro en forma acerrada y con una pequeña espina terminal (Fig. 43). Área ventral del abdomen pubescente blanco (Fig. 44) (Gorham et al., 1991).



Figura 43. Ápice del élitro de *D. maculatus*



Figura 44. Área ventral de *D. maculatus*

***Dermestes frischii* (Kugelann, 1792)**

Se indentificó por el patrón de color abdominal de manchas oscuras laterales sobre un fondo gris ceniza en el extremo anterior ventral (Fig. 45), con forma de letra M en el ápice de color negro (Fig. 46). El surco lateral del primer esternón fuertemente curvo (Fig. 46) (Gorham et al., 1991). Cabeza con parches de setas doradas y blancas. Apices de élitros lisos, de ángulo recto en la sutura (Royal Entomological Society of London, 1959).



Figura 45. Lateral de *Dermestes frischii*



Figura 46. Área ventral de *Dermestes frischii*

***Dermestes haemorrhoidalis* (Küster, 1852)**

El área ventral de abdomen sin patrón definido (Fig. 48), el surco lateral del primer esternón abdominal paralelo al margen lateral. Élitros con ápice entero, carente de estrías o espinas, negro, pubescente con setas dispersas doradas (Fig. 47), área frontal de la cabeza con concavidad media redondeada (Gorham et al., 1991).



Figura 47. Lateral de *Dermestes*



haemorrhoidalis

Figura 48. Área ventral de *Dermestes haemorrhoidalis*

Cleridae

Esta familia se reconoció por la cabeza hipognata, el cuerpo alargado, cubierto de setas erizadas, el frons oblicuo y los ojos grandes; pronoto más estrecho que élitros, casi cilíndrico; procoxas cónicas; fórmula tarsal 5-5-5 o en ocasiones pseudotetramerosas (Almeida y Mise, 2009). Cabeza generalmente tanto o más ancha que el pronoto (Borror y White, 1970).

***Necrobia rufipes* (DeGeer, 1775)**

Cuerpo metálico azul de 3.5 a 7 mm de longitud. Las hembras suelen ser más grandes. Los adultos son depredadores y caníbales. Se les identificó por sus antenas de once segmentos, el primer segmento grueso, los primeros cinco segmentos castaños. Su cuerpo es ovalado, cubierto por pubescencia erecta, escasa y negra. Patas largas, fémures no muy agrandados, tibiae rectas, tarsos cortos, de cinco segmentos, el cuarto oculto, color rojizo (Fig. 49) (Simmons et al., 1925).



Figura 49. *Necrobia rufipes*

Silphidae

Se identificó porque esta familia tiene un cuerpo alargado, ovado, aplanado dorsoventralmente; glabro en el dorso, pronoto en ocasiones pubescente. Cabeza ligeramente contraída posteriormente; antenas de diez u once segmentos bien diferenciados, que se amplian de forma gradual y un pedicelo muy reducido; las inserciones antenales están expuestas; terminando en una capa tomentosa

trisegmentada, precedida por dos o tres segmentos agrandados pero glabros (Silphinae) o antenómeros 9-11 laminados (Microphorinae). Procoxas transversales, salientes y contiguas, con trocantinas grandes y expuestas; sus cavidades se abren hacia atrás. El escutellum es grande. Los élitros a veces truncados exponen de una hasta cuatro tergas abdominales (Peck, 2000). Fórmula tarsal 5-5-5 (Almeida y Mise, 2009).

***Thanatophilus truncatus* (Say, 1823)**

Se distribuye en los Estados Unidos y en México, Trevilla-Rebollar et al. (2010) reporta haberlos colectado en junio y julio. Se les identificó por que los élitros son de color uniforme entre marrón y negro, al igual que el pronoto, el ápice del élitros está truncado, sin márgenes redondeados, el pronoto liso y abovedado, así como los club antenales negros (Fig. 50) (Monk et al., 2016).



Figura 50. *Thanatophilus truncatus*

Inmaduros (Díptera: Calliphoridae)

Huevecillos

Los huevecillos de mosca (Fig. 51) se identificaron por ser estructuras alargadas, cóncavas, cuya superficie dorsal tiene dos pliegues a lo largo de casi todo el huevo; el área que yace entre los pliegues (área media) es diferente del resto del corion, ya que funciona como plastrón (Hinton, 1960; Sanit et al., 2013). El

plastrón es una película de gas de volumen constante, una extensa interfaz agua-aire, que se mantienen en posición mediante pelos hidrofugados o mallas de micrópilos de diversos tipos, resistentes a la humectación, bajo las presiones hidrostáticas a las que normalmente están sometidos en la naturaleza. En agua bien aireada, un plastrón permite que el insecto permanezca sumergido indefinidamente (Hinton, 1981). En el extremo anterior se puede observar una perforación, el micrópilo, a través del cual el esperma ingresa durante la fertilización. Estas estructuras sirven para identificarlos. (Fig. 52) (Hinton, 1960; Sanit et al., 2013).



Figura 51. Masa de huevecillos *L. sericata*

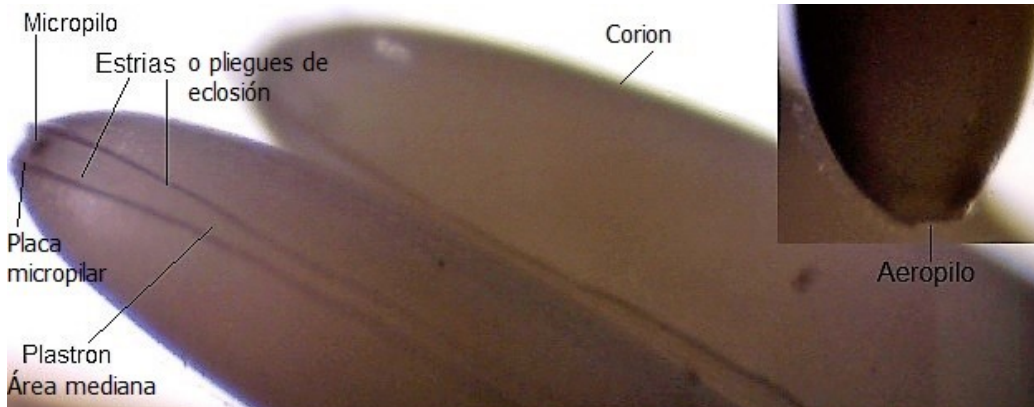


Figura 52. Estructuras de los huevecillos de *L. sericata*

El área media puede terminar abruptamente antes de la placa micropilar, como es el caso en *Calliphora vicina*, *C. loewi*, *C. alpina* y *Cynomya mortuorum*, o se bifurca, extendiéndose como dos brazos, uno a cada lado del placa micropilar, formando una U o una V previamente como en *C. vomitoria*, *L. sericata* y *Phormia terruonovae* (Fig. 53) (Erzinclioglu, 1989). Las estrías del corion que se encuentran a los lados del área media en la mayoría de las especies de Calliphoridae, se estrechan muy gradualmente, mientras que en el género de *Lucilia* se estrecha muy repentinamente en el extremo anterior, dando una estructura en forma de Y muy distintiva (Fig. 53) (Erzinclioglu, 1989).



Figura 53. Área mediana de los huevecillos de *L. sericata*

Estadios larvales y pupas (Díptera: Calliphoridae)

Lucilia sericata presenta tubérculos dorsales internos en la región posterior, separados entre sí por una distancia aproximadamente igual a la distancia entre los tubérculos dorsales interno y mediano (Thyssen, 2009). Los estadios larvales se diferencian por el número de aberturas en su espiráculo posterior. En el primer instar, después de la emergencia (Fig. 54) solo tienen una abertura y el espiráculo anterior no está presente. En el segundo instar (Fig. 55) el espiráculo anterior aparece, mientras que el espiráculo posterior ya presenta dos aberturas. El último estadio se distingue por que presentan tres aberturas en los espiráculos posteriores (Fig.56) (Szpila, 2009). Esta etapa puede dividirse en dos fases, una de alimentación y una posterior a ella, en la cual las larvas abandonan la fuente de alimento en busca de un lugar adecuado para pupar. Estas larvas migratorias vacían los contenidos de su intestino tornándolo color claro. La formación de la pupa (Fig. 59) ocurre en el suelo, el cuerpo de la larva se contrae durante la muda, la cutícula del tercer instar forma el pupario protector, que con el tiempo se oscurece (McAlpine et al., 1981; Greenberg, 1991; Anderson, 2000; Cruz, 2006; Núñez, 2011).



Figura 54. *Lucilia sericata* 1er instar >2 mm



Figura 55. *Lucilia sericata* 2do instar 4 mm



Figura 56. *L. sericata* 3er instar de 13 mm, espiráculos posteriores, no en cavidad, con tres aberturas y peritrema completo con botón



Figura 57. Pupa de *L. sericata*

C. rufifacies presenta tubérculos dorsales con espinas apicales relativamente grandes, que apuntan hacia afuera, lejos del centro y escamas en la base de tubérculos con puntos pigmentados (Wells et al., 1999; Sukontason et al., 2008). Peritreme incompleto (Fig. 58 y 59) (Liu y Greenberg, 1989). Los estadios larvales también se diferencian por el número de aberturas en su espiráculo posterior al igual que *Cochliomyia macellaria*. (Fig. 60).

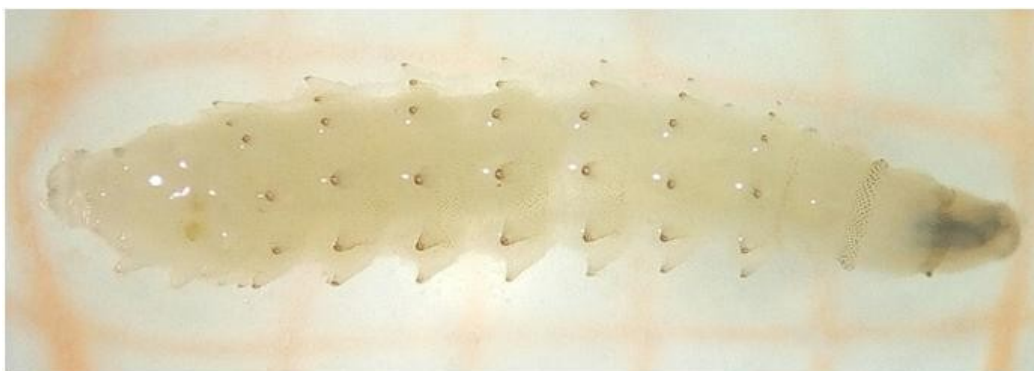


Figura 58. *Chrysomya rufifacies* 2do instar 5 mm



Figura 59. *Chrysomya rufifacies* 3er instar 12 cm



Figura 60. Espiráculos de *Chrysomya rufifacies* 3er instar

Ma et al. (2015) describe la pupa con una longitud de entre 7.2 y 11.5 mm, cada segmento abdominal con procesos cónicos en pares, cada uno formado por una docena de espinas curvas. Los procesos o tubérculos de *C. rufifacies* tienen espinas apicales afiladas en el ápice (Fig. 61) (Sukontason et al., 2007 (a)).



Figura 61. Pupa de *Chrysomya rufifacies*

Cochliomyia macellaria presenta peritreme incompleto (Fig. 63) en los segmentos del cuerpo, espinas multipunto, cada una con al menos dos dientes (a veces hasta cuatro); los dientes están bien separados entre sí y tienen puntas redondeadas, mientras que en el margen posterior del onceavo segmento no tiene espinas dorsales, estos dientes permiten identificar la pupa (Fig. 64). Cuando está viva se pueden distinguir los tubos de Malpighi de coloración negra (Fig. 62) (Thyssen, 2009).



Figura 62. *C. macellaria* 3er instar 12 mm



Figura 63. Espiráculos y peritreme de *Cochliomya macellaria* 3er instar



Figura 64. Pupa de *C. macellaria*

Estadios larvales (Díptera: Sarcophagidae)

El primer instar se le identifica por que el espiraculo posterior suele tener dos aberturas ovaladas mal definidas, esqueleto cefalofaríngeo con dos anzuelos mandibulares; el segundo instar muestra un espiráculo posterior con solo dos aberturas. En el tercer estadio el espiráculo posterior ya presenta tres ranuras de

apertura vertical subparalelas estrechas rodeadas por peritreme (McAlpine et al., 1981). Se les identificó por las ranuras de los espiráculos posteriores casi verticales, encerrados dentro de una cavidad profunda (Fig. 65-66) (Thyssen, 2009). Peritreme incompleto y sin una cicatriz ecdisial distintiva (Pape, 1996).

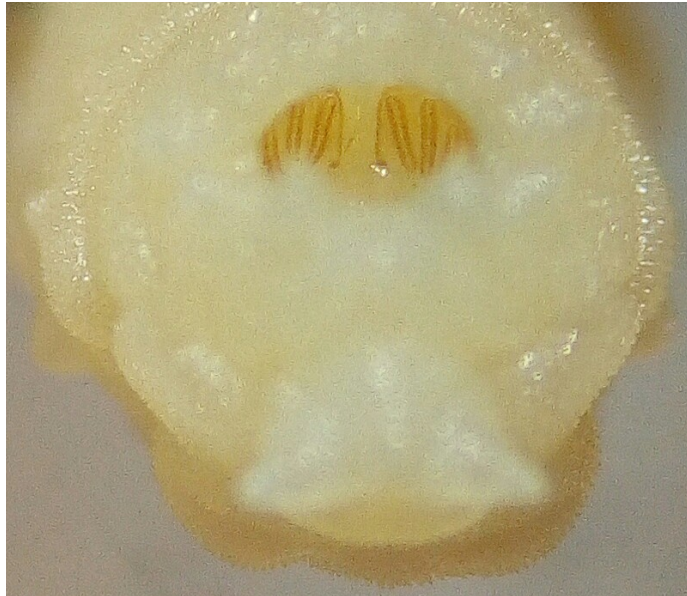


Figura 65. Espiráculos de sarcophagodae 3er instar



Figura 66. Sarcophagodae 3er instar 13 mm

Inmaduros (Coleóptera: Dermestidae: *Dermestes*)

Se les identificó por la presencia de dos urogomphi en el noveno segmento abdominal, el décimo esclerotizado. Son larvas erizadas y grandes, por lo general de 10 a 17 mm, las setas son largas y están dispuestas en ocho series transversales a través de los tergitos abdominales (Fig. 67) (Royal Entomological Society of London, 1959).



Figura 67. *Dermestes* sp.

Inmaduros (Coleóptera: Silphidae: Silphinae)

Las larvas de esta familia son campodeiformes; con terguitos muy esclerotizados, el esternón esclerotizado o membranoso; antenas largas, labrum compuesto por varios escleritos; pueden tener seis o solo un ocelo en cada lado; los urogomfos generalmente son cortos, de uno o dos segmentos (Peck, 2000).

La longitud de las larvas maduras varía de 12 a 40 mm, Silphinae se distinguió por que a cada lado de la cabeza, hay 6 ocelos pigmentados, los lóbulos anales llevan numerosos dientes finos. Los tergitos son grandes, lateralmente, cada tergito tiene ángulos posteriores atenuados (Fig. 68) (Anderson et al., 1985; Labonte, 1997; Dekeirsschieter et al., 2011).



Figura 68. Inmaduros de Silphidae

Taxones y estados de descomposición

Se identificaron cinco etapas de descomposición (Fig. 69; Cuadro 3): fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y esqueletización o restos secos (Catts, 1992; Anderson y VanLaerhoven, 1996; Amendt et al., 2004; Pastrana, 2008; Goff, 2009; Nuñez, 2011). En la etapa fresco las moscas en

general tardaron menos de 15 minutos en arribar y cerca de dos horas en ovipositar, lo que concuerda con Vergara (2011).



Figura 69. Etapas de descomposición

En el estado de descomposición fresco en general abundaron moscas, se le caracterizó por oviposturas abundantes. *L. sericata* fue la especie dominante para ambas estaciones en las primeras etapas de descomposición, lo que concuerda con Arnaldos (2000), Vergara (2011), Núñez (2011) y Salazar (2017). En verano durante el estado de descomposición hinchado le siguió en dominancia *C. rufifacies* y *C. macellaria*, al igual que Vergara (2011) y Núñez (2011). De *C. megacephala*, no se obtuvieron inmaduros durante el muestreo. *Calliphora latifrons* únicamente se presentó en verano. El género de *Dermestes* es abundante en restos secos, al igual que *N. rufipes*. Estas especies también son reportadas en dichos estados de descomposición por Salazar (2017), demostrando su relevancia como entomofauna forense. Las familias Formicidae e Ichneumonidae, son importantes depredadores, la primera por que se alimenta de huevecillos y larvas, cuando no se han formado agregaciones o cuando comienzan a migrar en busca de un lugar para pupar. Y la segunda porque parasita las larvas de *L. sericata* en su segundo estadio. También se observó que *C. rufifacies* presenta una fuerte competencia contra *L. sericata* y *C. macellaria*.

Cuadro 3. Taxones en las diferentes etapas de la descomposición en Otoño y Verano

Orden	Familia	Especie	Estado	Verano					Otoño					
				Frec o 0	Hinchad o 1-3	DescAc t 4-11	DescAva n 12-29	RestSe c 30-44	Frec o 0-1	Hinchad o 2-5	DescAc t 6-20	DescAva n 21-40	RestSe c 41-50	
Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>	A	x	x	x				x	x	x		
			H	x	x				x	x				
			L1		x					x				
			L2		x					x		x		
			L3		x	x				x		x		
		P			x	x					x	x		
		EA				x						x	x	
		<i>Lucilia coeruleiviridis</i>	A	x										
		<i>Calliphora latifrons</i>	A	x	x									
		Sarcophagidae	<i>Cochliomya macellaria</i>	A		x	x						x	
	L3					x								
	P					x								
	EA					x								
	A				x	x	x			x	x	x		
	<i>Chrysomya rufifacies</i>		L3			x								
	P				x									
	EA				x	x								
	<i>Chrysomya megacephala</i>		A		x	x				x	x			
	<i>Bercaea haemorrhoidalis</i>		A	x	x	x	x					x		
	Muscidae	<i>Cucullomyia pendunculata</i>	L3			x						x	x	
A			x											
<i>Neobellieria bulata</i>			A		x									
<i>Musca domestica</i>			A		x	x	x				x	x		
A				x										
<i>Mycodrosophila sp.</i>		A						x		x				
<i>Piophilidae</i>		<i>Piophila casei</i>	A							x	x	x		
<i>Piophila sp.</i>		A								x	x	x		
<i>Adia cinerella</i>		A								x				
Coleoptera		Phoridae	A								x			
	A									x				
	<i>Thanatophilus truncatus</i>		A		x							x		
	L								x					
	<i>Dermestes sp.</i>		L			x	x							x
	<i>Dermestes frischii</i>	A		x	x	x								
	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>	A			x	x		x					
		<i>Dermestes haemorrhoidalis</i>	A								x			
		L									x			x
		A			x	x	x				x	x		x
L													x	
Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	A			x	x	x				x	x		
	L												x	
Histeridae	<i>Necrobia sp.</i>	A			x									
	<i>Xerosaprinus diptychus</i>	A								x	x			

	Scarabaeidae	<i>Canthon sp</i>	A								x	
	Curculionidae	<i>Dendroctonus sp</i>	A				x					
	Staphylinidae	<i>Aleochara sp</i>	A								x	x
Hymenoptera	Formicidae	<i>Solenopsis sp</i>	A	x	x	x	x	x			x	x
a	Trichogrammatidae		A								x	
	Braconidae	<i>Gnathopleura sp</i>	A								x	x
Lepidoptera	Noctuidae		L			x		x				
Hemiptera	Scutelleridae		A								x	
	Coreidae		A								x	x

Fresco= fresco, DescAct= descomposición activa, DescAvan= descomposición avanzada, RestSec=esqueletización o restos secos, A= adulto, H=huevecillo, L, estado inmaduro, L1=primer estadio larval, L2= segundo estadio larval, L3= tercer estadio larval, P=pupa, EA=emergencia de adulto.

Riqueza de la comunidad

De acuerdo al índice de diversidad de Margalef, la estación de otoño ofrece la mayor riqueza ($D_{Mg} = 3.389$), en comparación con verano ($D_{Mg} = 3.157$) (Fig.70).

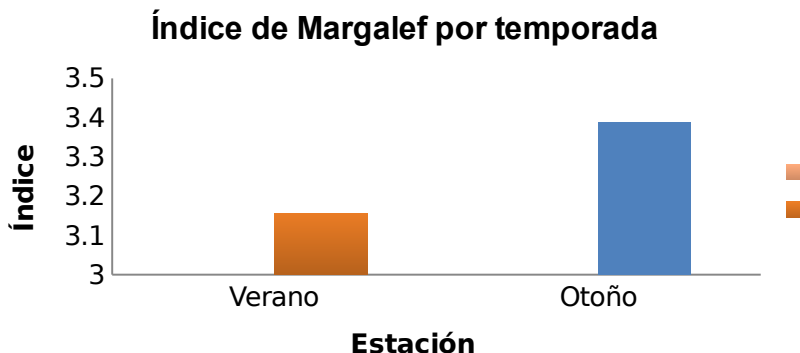


Figura 70. Índice de Margalef de especies encontradas en las temporadas de verano y otoño en *S. scrofa domestica* en Saltillo, Coah.

Cuando se consideraron las fases de descomposición por separado para cada temporada, el mismo índice mostró que la riqueza tendió a aumentar con el tiempo, para disminuir al final (Fig 71).

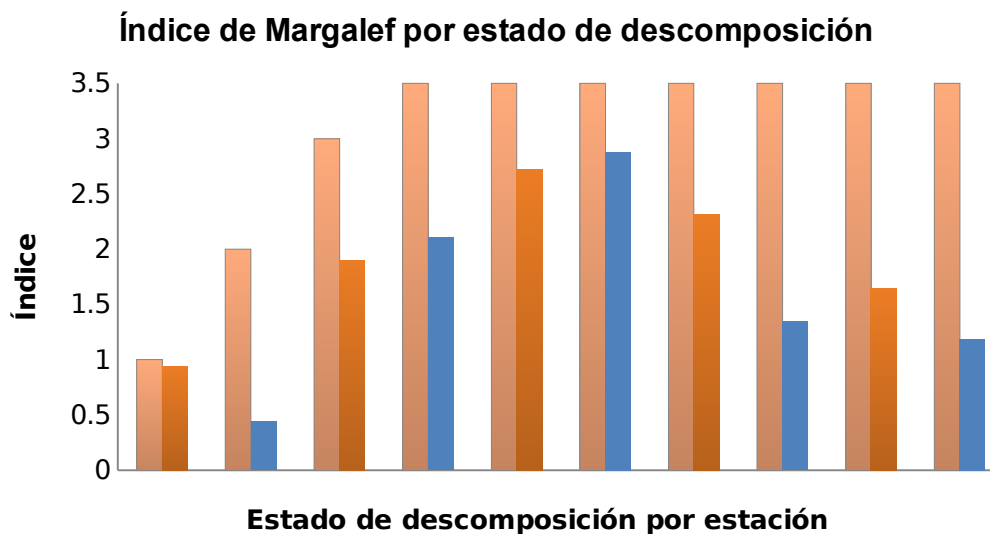


Figura 71. Índice de Margalef para especies encontradas en los estados de descomposición de *S. scrofa domestica* en las temporadas de verano y otoño en Saltillo, Coah.

El índice de Sorensen mostró que ambas temporadas son similares entre sí, con un índice de 0.553. El estado de restos secos fue el más distinto entre sí, después fresco. Mientras que el estado de descomposición activa fue mayormente similar (Cuadro 4).

Cuadro 4. Índice de Sorensen de especies encontradas en los estados de descomposición de verano y otoño en *S. scrofa* domestica en Saltillo, Coah.

Estado de descomposición	Índice de Sorensen
Fresco	0.222
Hinchado	0.370
Descomposición Activa	0.437
Descomposición Avanzada	0.375
Restos Secos	0.181

Especie dominante

La especie *L. sericata* fue la dominante en verano para la etapa de descomposición fresco, hinchado y descomposición activa, lo que concuerda con Johnson (1975), López (2010), Vergara (2011) y Zepeda et al. (2015). En la etapa de hinchado y descomposición activa le siguieron *C. rufifacies* y *C. macellaria*. Durante la descomposición avanzada la especie dominante fue *N. rufipes*. (Coleoptera: Cleridae) y en restos secos fue *D. maculatus* (Coleoptera: Dermestidae), seguido de *N. rufipes* (Fig. 72).

Para la estación de otoño la especie dominante fue *L. sericata* para la etapa de descomposición: fresco, hinchado, descomposición activa y descomposición avanzada. Para restos secos fue *N. rufipes* (Fig.73).

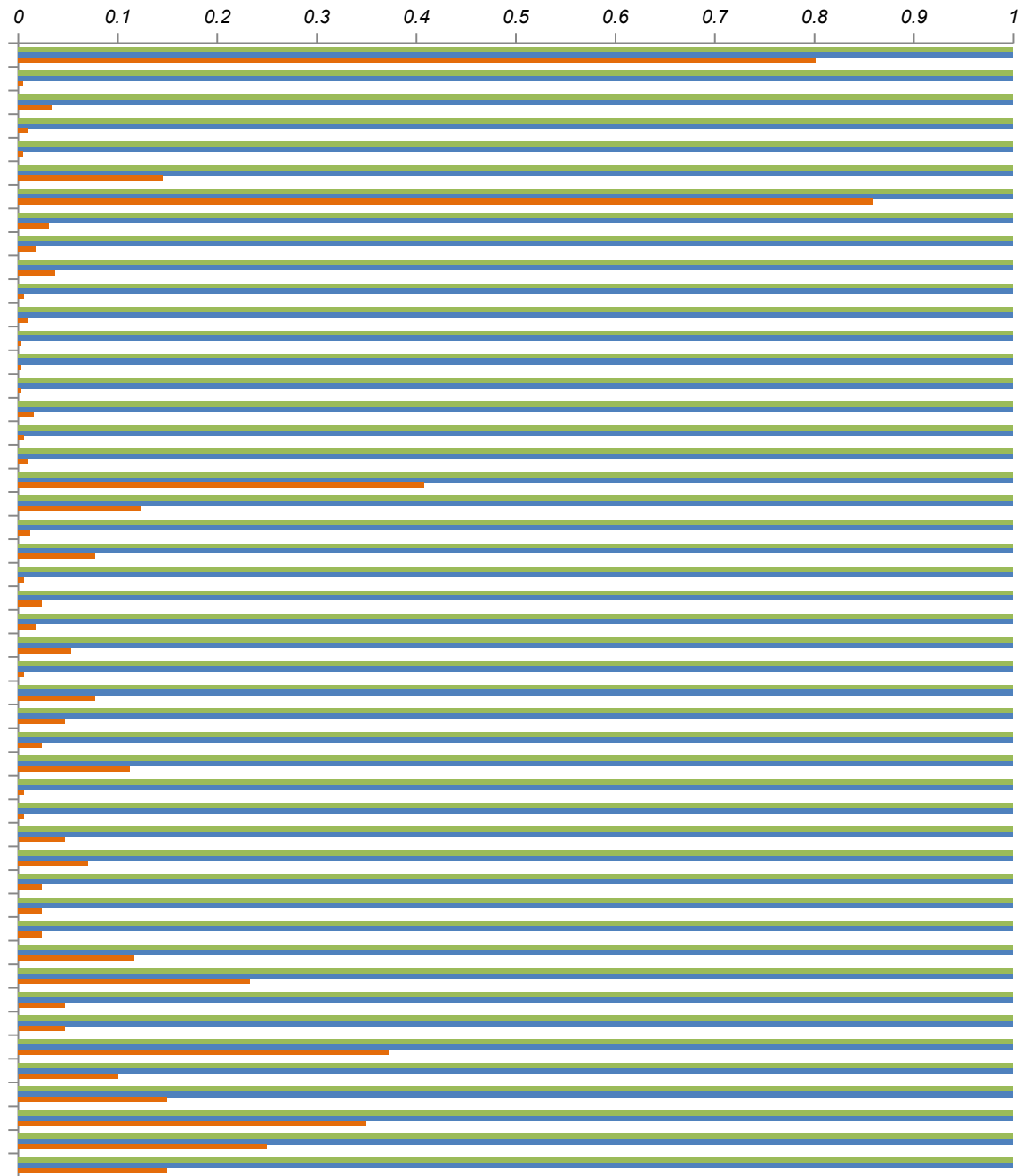


Figura 72. Peso específico para especies o familias colectadas por estados de descomposición en *S. scrofa domestica* durante la temporada de verano en Saltillo, Coah.

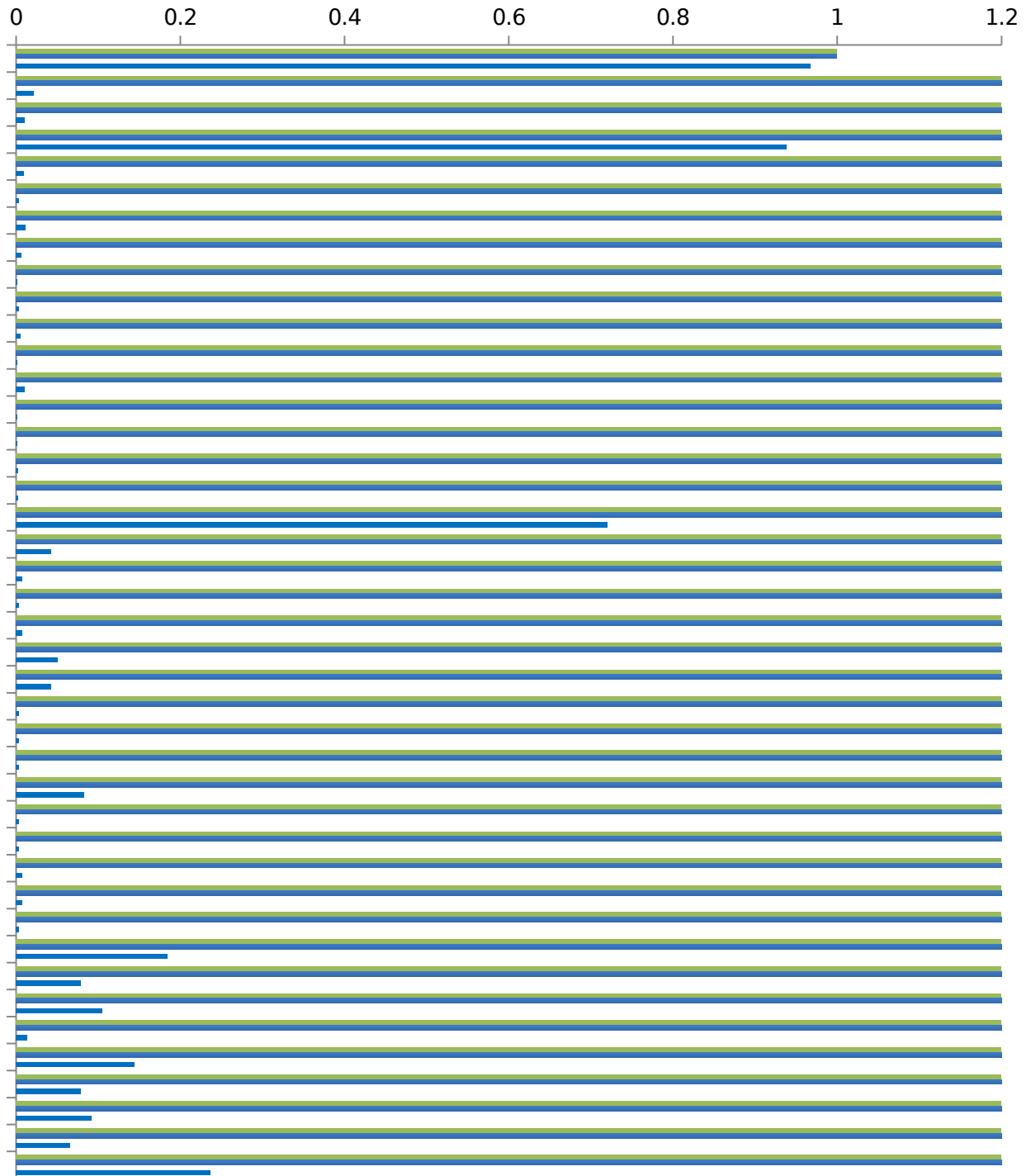


Figura 73. Peso específico para especies o familias colectadas por estados de descomposición en *S. scrofa domestica* en la temporada de otoño en Saltillo, Coah.

Diversidad de la comunidad

De acuerdo al Índice de Diversidad de Shannon y Wiener (Shannon y Weaver, 1949) la estación de verano presentó mayor diversidad ($H' = 2.136$), en comparación con otoño ($H' = 1.076$). La comunidad sarcosaprófaga en general es medianamente diversa. No se rechaza la hipótesis alternativa de que la diversidad entre estaciones es diferente. En base al índice de equidad de Pielou, verano es la estación más equitativa ($J' = 0.487$), en comparación con otoño ($J' = 0.238$).

Unidades calor acumuladas

L. sericata en verano requirió 203.5 unidades calor acumuladas (UCA) y 336 horas para completar su ciclo de vida (Cuadro 6), mientras que en otoño utilizó 231.5 UCA y 840 horas para completar su ciclo (Cuadro 9). Saldivar, (2010) registró un requerimiento térmico de 237.8 a 260.3 unidades calor. Roe y Higley (2015) reportan que los huevecillos de esta especie a 7.5°C no eclosionan, a 10 y 12.5°C eclosionan pero el número de individuos que sobreviven es bajo, mientras que a 35°C la mortalidad es alta y la tasa de desarrollo se reduce.

No se tuvieron registros de estados inmaduros de *C. macellaria* y *C. rufifacies* durante la temporada de otoño. El UTI para *C. macellaria* se estimó en base a los datos de Byrd y Butler (1996) (Cuadro 5) por medio de regresión lineal (Fig. 74). Se realizó una prueba de hipótesis sobre la pendiente (B1) en el software R, con un $\alpha=0.05$, se obtuvo un p-valor de 0.00564, por lo que se rechazó H_0 a favor de H_a y se concluye que la pendiente de la recta es diferente a 0, la temperatura explica la tasa de desarrollo y el coeficiente de temperatura es significativo al 0.001.

En verano para *C. macellaria* se estimaron 198.5 unidades calor, tomadas a partir de haber colocado la cabeza, 264 horas después; sin embargo, a partir del primer arribo se estimaron 155 UCA y 264 horas para completar su desarrollo (Cuadro 7).

C. rufifacies, en verano, requirió 176 UCA y 288 horas a partir de haber colocado la cabeza a la emergencia del adulto, y a partir del primer arribo completó su ciclo

en 240 horas y 152.5 UCA, no se registró el momento de la oviposición (Cuadro 8).

Yusseff, (2007) concluyó que la duración del desarrollo de *C. macellaria* y *C. rufifacies* desde la oviposición hasta la emergencia del adulto fue inversamente proporcional a la temperatura. Saldivar, (2010) registró un requerimiento térmico de 175.8 unidades calor para *C. macellaria* y de 175.8 a 237.8 para *C. rufifacies*.

Las unidades calor acumuladas durante el monitoreo del proceso de descomposición, para verano se estimaron en 1018.5 UCA durante los 45 días que duró el monitoreo, donde se llegó a restos secos por completo. En otoño se estimaron 698 UCA en 51 días, la cabeza tomo una apariencia acartonada por frío.

En el cuadro 10 se hace una comparación de las unidades calor acumuladas en campo durante el monitoreo y aquellas constantes térmicas obtenidas por diversos autores.

Cuadro 5. Umbral de temperatura inferior para *C. macellaria*, con base en Byrd y Butler (1996).

Temperatura	Días a desarrollo (d)	1/d
15.6	24.5	0.04
21.1	12.375	0.08
25	10	0.10
26.7	7.375	0.13
32.2	7.083	0.14

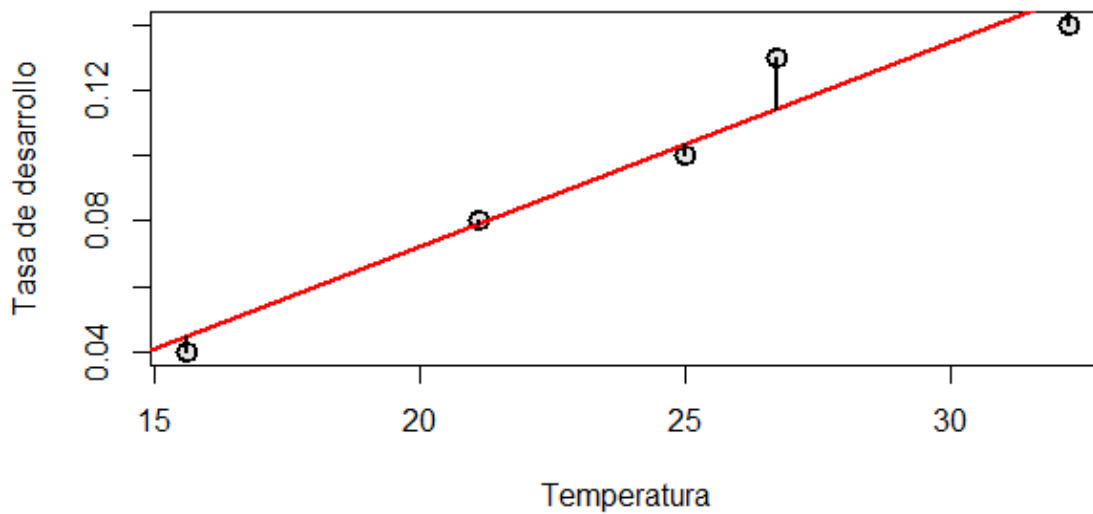


Figura 74. Regresión lineal y estimación del UTI para *C. macellaria*

Donde a o intercepto con el eje de las x= -0.0544; b o pendiente: 0.0064

UTI o cero vital o punto crítico $UTI = \frac{-(-a)}{b}$ $UTI = \frac{-(-0.0544)}{0.0064} = 8.5^{\circ}\text{C}$

Cuadro 6. Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto de *L. sericata* en Verano.

Requerimiento calórico para <i>Lucilia sericata</i> en Verano									
Horas Acumuladas	Etapa de Descomposición	Longitud Promedio	Longitud Máxima	Biofix	Estado	TMED	UTI	UCD	UCA
0.08				Arribo	Adulto	24	9		
2	Fresco	1.5	1.5	Oviposicion	Huevo	24	9	15	15
25	Hinchado	2.9	4	Eclosión	L1	23.5	9	14.5	29.5
48			1.5	Oviposicion	Huevo	23.5	9		
48	Hinchado	2.6	3.5	Eclosión	L1	23.5	9	14.5	44
48		5.0	10	L1aL3	L2	23.5	9		
72		9.5	12	L3PI	L3	24.5	9		
72	Hinchado	11.7	14	L3PC	L3	24.5	9		
72		6.5	7	L2aL3Par	L2	24.5	9	15.5	59.5
72		5	6	L2aL3	L2	24.5	9		
96		9	9	L2aL3	L3	23	9		
96	DescAct	11.2	13	L3PC	L3	23	9	14	73.5
120	DescAct	10.6	13	Post-alimentación	L3	22.5	9	13.5	87
144	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	22.5	9	13.5	100.5
168	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	22.5	9	13.5	114
192	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	20.5	9	11.5	125.5
216	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	21.5	9	12.5	138
240	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	22.5	9	13.5	151.5
264	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	22	9	13	164.5
288	DescAvan	6	6	Pupa	Pupa	21	9	12	176.5
312	DescAvan	6	6	Pupa	Pupa	22.5	9	13.5	190
336	DescAvan			Emergencia	Adulto	22.5	9	13.5	203.5

TMED= Temperatura media UTI=Umbral de temperatura inferior UCD=Unidad calor diaria UCA=Unidad calor acumulada
 DescAct=Descomposición activa DesAvan=Descomposición avanzada.

Cuadro 7. Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto de *Cochliomyia macellaria* en Verano
Requerimiento calórico para *Cochliomyia macellaria* en Verano

Horas Acumuladas	Etapas de Descomposición	Longitud Promedio	Longitud Máxima	Biofix	Estado	TMED	UTI	UCD	UCA
24	Hinchado			Arribo	Adulto	23.5	8.5	15	15
48	Hinchado					23.5	8.5	15	30
72	Hinchado					24.5	8.5	16	46
96	DescAct	7	7	L2aL3	L3	23	8.5	14.5	60.5
120	DescAct	10.5	11	Post-alimentación	L3	22.5	8.5	14	74.5
144	DescAct	8	8	L2aL3	L3	22.5	8.5	14	88.5

144	DescAct	6	6	Pupa	Pupa				
168	DescAct	9	12	Post- alimentación	L3	22.5	8.5	14	102.5
168	DescAct	6	6	Pupa	Pupa				
192	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	20.5	8.5	12	114.5
216	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	21.5	8.5	13	127.5
240	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	22.5	8.5	14	141.5
264	DescAct			Emergencia	Adulto	22	8.5	13.5	155

TMED= Temperatura media UTI=Umbral de temperatura inferior UCD=Unidad calor diaria UCA=Unidad calor acumulada DescAct=Descomposición activa DesAvan=Descomposición avanzada.

Cuadro 8. Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto de *C. rufifacies* en Verano.

Requerimiento calórico para <i>Chrysomya rufifacies</i> en verano									
Horas Acumuladas	Etapas de Descomposición	Longitud Promedio	Longitud Máxima	Biofix	Estado	TMED	UTI	UCD	UCA
24	Hinchado			Arribo	Adulto	23.5	10	15	15
48	Hinchado					23.5	10	13.5	28.5
72	Hinchado	5	5	L2aL3	L2	24.5	10	14.5	43
96	DescAct					23	10	13	56
120	DescAct	11	14	L2aL3	L3	22.5	10	12.5	68.5
144	DescAct	12.8	15	L2aL3	L3	22.5	10	12.5	81
168	DescAct	10.6	11	L2aL3	L3	22.5	10	12.5	93.5
168	DescAct	9	9	Pupa	Pupa				
192	DescAct	12.5	13	L2aL3	L3	20.5	10	10.5	104
216	DescAct	9	9	Pupa	Pupa	21.5	10	11.5	115.5
240	DescAct	9	9	Pupa	Pupa	22.5	10	12.5	128
240	DescAct			Emergencia	Adulto				
264	DescAct					22	8.5	13.5	141.5

288	DescAvan	Emergencia	Adulto	21	10	11	152.5
-----	----------	------------	--------	----	----	----	-------

TMED= Temperatura media UTI=Umbral de temperatura inferior UCD=Unidad calor diaria UCA=Unidad calor acumulada DescAct=Descomposición activa DesAvan=Descomposición avanzada.

Cuadro 9. Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto de *Lucilia sericata* en Otoño.

Requerimiento calórico para <i>Lucilia sericata</i> en Otoño									
Horas Acumuladas	Etapas de Descomposición	Longitud Promedio	Longitud Máxima	Biofix	Estado	TMED	UTI	UCD	UCA
0.08	Fresco			Arribo	Adulto	17.5	9	8.5	8.5
0.5	Fresco	1.5	1.5	Oviposicion	Huevo				
24	Fresco	1.5	1.5	Oviposicion	Huevo	20.5	9	11.5	20
51	Hinchado	1.5	1.5	Oviposicion	Huevo	19	9	10	30
74	Hinchado	2.3	4	Eclosión	L1	16	9	7	37
93	Hinchado	2.4	6	Eclosión	L1	14.5	9	5.5	42.5
116	Hinchado	4.0	6	L2aL3	L2	18.5	9	9.5	52
141	DescAct	7.0	12	L2aL3	L2	17.5	9	8.5	60.5
169	DescAct	6.7	11	L2aL3	L2	20.5	9	11.5	72
193	DescAct	10.7	13	L3PC	L3	18.5	9	9.5	81.5
216	DescAct	12	12	Post aliment	L3	18.5	9	9.5	91
240	DescAct	13	13	Post aliment	L3	15	9	6	97
264	DescAct	12	12	Post aliment	L3	13.5	9	4.5	101.5
288	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	11.5	9	2.5	104
312	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	14.5	9	5.5	109.5
336	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	14	9	5	114.5
360	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	-1.5	9	0	114.5
384	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	1	9	0	114.5

408	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	5.5	9	0	114.5
432	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	8.5	9	0	114.5
456	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	15.5	9	6.5	121
480	DescAct	6	6	Pupa	Pupa	14.5	9	5.5	126.5
504	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	16.5	9	7.5	134
528	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	12	9	3	137
552	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	14	9	5	142
576	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	16	9	7	149
600	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	17.5	9	8.5	157.5
624	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	20	9	11	168.5
648	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	17.5	9	8.5	177
672	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	10	9	1	178
696	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	17.5	9	8.5	186.5
720	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	13	9	4	190.5
744	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	16	9	7	197.5
768	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	19	9	10	207.5
792	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	18	9	9	216.5
816	DescAv	6	6	Pupa	Pupa	17.5	9	8.5	225
840	DescAv			Emergencia	Adulto	15.5	9	6.5	231.5

TMED= Temperatura media UTI=Umbral de temperatura inferior UCD=Unidad calor diaria UCA=Unidad calor acumulada DescAct=Descomposición activa DesAvan=Descomposición avanzada

Cuadro 10. Comparativo de Unidades calor estimadas hasta la emergencia del adulto con las reportadas por diversos autores en laboratorio a temperaturas constantes

Especie	Estación	Unidades calor	Horas	Unidades calor	Horas	Temperatura constante	Referencia
<i>Lucilia sericata</i>	Verano	203.5	336	207		11 a 30°C	Marchenko (2001)

<i>Lucilia sericata</i>	Otoño	231.5	840	242.3-276.7	775.0-917.2	15.8°C	Anderson (2000)
<i>Cochliomyia macellaria</i>	Verano	155	240	168.34	297	21.1°C	Byrd y Butler (1996)
				161.1	240	25°C	Byrd y Butler (1996)
					288.2 ±14.8	25°C	García <i>et al.</i> , (2012)
<i>Chrysomya rufifacies</i>	Verano	152.5	240	165	260.5 ± 23.1	25°C	García <i>et al.</i> , (2012)

Pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la variable longitud entre estaciones ($p > 0.05$ se cumple con normalidad) y la prueba de Bartlett para determinar si existe homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$ se cumple con homogeneidad de varianza).

El resultado fue un p -valor = $2.2e^{-16}$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que los datos tienen distribución normal en la variable de longitud (Fig. 75).

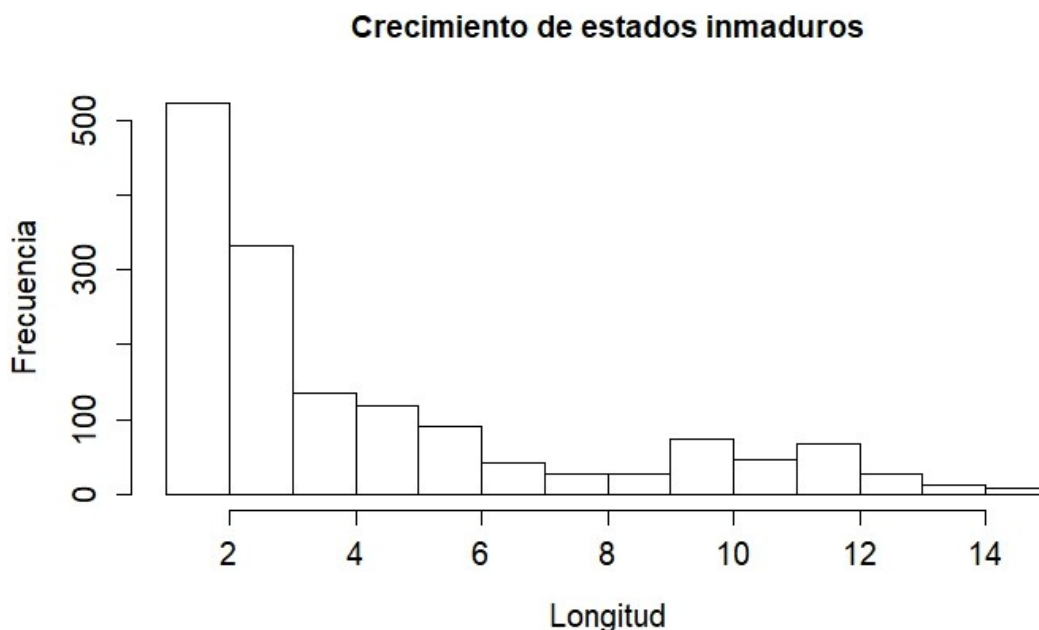


Figura 75. Histograma de longitud de estados inmaduros

Prueba de Wilcoxon para datos no paramétricos

Se optó por no realizar transformación de los datos, se utilizó la prueba de Wilcoxon para determinar si existe diferencia ($p < 0.05$, la hipótesis nula de que las medias son iguales se rechaza) en cuanto a crecimiento en longitud durante las estaciones de verano y otoño. El resultado fue un p -valor = $1.376e^{-12}$, por lo

tanto se rechaza la hipótesis nula de que las medias de los datos de crecimiento en cuanto a longitud son iguales entre estaciones, en otoño se observa un rezago, atribuido a las bajas temperaturas, lo que concuerda con Cervantès et al. (2018), quienes reportan que a 10°C la etapa larvaria se alarga, solo el 2.5% de la población emerge de la pupa, esta temperatura es próxima a la temperatura umbral inferior (Fig. 76).

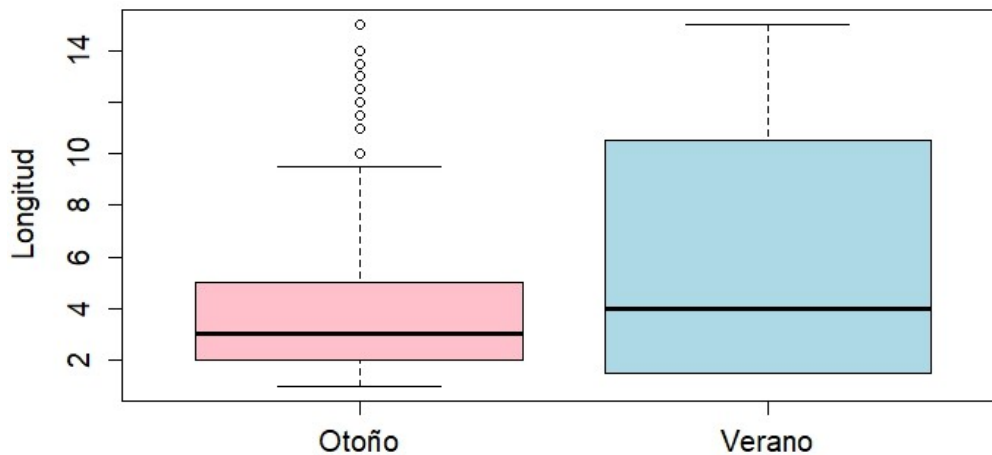


Figura 76. Diagrama de cajas del crecimiento de estados inmaduros

Identificación de especies pertenecientes a casos y estimación del IPM

Caso 1

Las muestras se recolectaron de la ropa de un cadáver que no estuvo expuesto aparentemente al sol, se localizó en un aljibe. Se proporcionó un IPM de 6 meses.



Figura 77. Lateral de *Hydrochara* sp.

Las muestras fueron identificadas como escarabajos carroñeros, pertenecientes al Suborden: Polyphaga, familia: Hydrophilidae. Se les caracteriza por tener tres estadios larvales y se distinguen por la presencia de antenas finalizadas en maza pubescente de tres artejos. Se encuentran en ambientes lóticos y lénticos, asociados a la vegetación acuática (Hilsenhoff, 2001; Lutz et al., 2014). Smith (1986), reconoce a la familia Hydrophilidae del Orden Coleoptera como de interés forense. Los ejemplares pertenecían al género *Hydrochara* (Fig. 77).

Identificado por las maxilas alargadas, incluso más largas que las antenas. Metasternum frecuentemente prolongado posteriormente como una espina dorsal aguda (Fig. 78). Cuerpo generalmente oval o elíptico, convexo dorsalmente. Los dos primeros segmentos de las antenas son muy similares (Arce et al., 2011). Patas traseras aplanadas, generalmente con una franja de pelos. De color negro, marrón o amarillo. Pueden medir de uno a 40 mm (Borror y White, 1970), las muestras eran de cinco mm aproximadamente (Fig.77).

La mayoría de las especies son acuáticas, tanto adultos como larvas. Los adultos son principalmente carroñeros. Las larvas son depredadoras, se alimentan de una variedad de animales acuáticos y son consideradas voraces (Borror y White, 1970).



Figura 78. *Hydrochara* sp.

Smetana (1980) menciona que para una correcta identificación a nivel especie se requiere disectar el órgano copulador de los machos, conocido como aedeagus, técnica que no se llevó a cabo durante este estudio.

Estos ejemplares indican que el cuerpo se descompusó en un medio acuático. Dicho género no fue colectado durante los monitoreos en necrotrampas localizadas en tierra y expuestas al sol, ni en Vergara (2011), Núñez (2011) y Salazar (2017).

Las demás muestras consistieron en pupas de la familia Phoridae, Arnaldos (2000) reporta esta familia en todas las épocas del año, desde el primer día hasta la descomposición avanzada, en el suelo impregnado de fluidos emanados de los restos. El genero *Megaselia* ha sido relacionado a carroña de vertebrados (Smith, 1986; Lord, 1990; Disney, 1991; Greenberg y Wells 1998; Goff, 2000; Byrd y Castner 2001; Sukontason et al., 2007 (b); Greenberg y Kunich, 2002; Campobasso et al., 2004).

Se identificó por medir 3 mm de largo, estar aplanada dorsoventralmente, en el área ventral el segmento cefálico se invagina y por la presencia de espinas cónicas dorsal y lateralmente (Liu y Greenberg, 1989; Disney, 1991; Sukontason et al., 2006). El par de órganos respiratorios pupales largos y delgados considerados como cuernos, ubicados entre el primero y segundo segmento abdominal dorsalmente, así como los espiráculos anteriores (McAlpine et al., 1981; Disney, 1991; Sukontason et al., 2006), probablemente fueron destruidos durante la emergencia del adulto (Fig. 79).

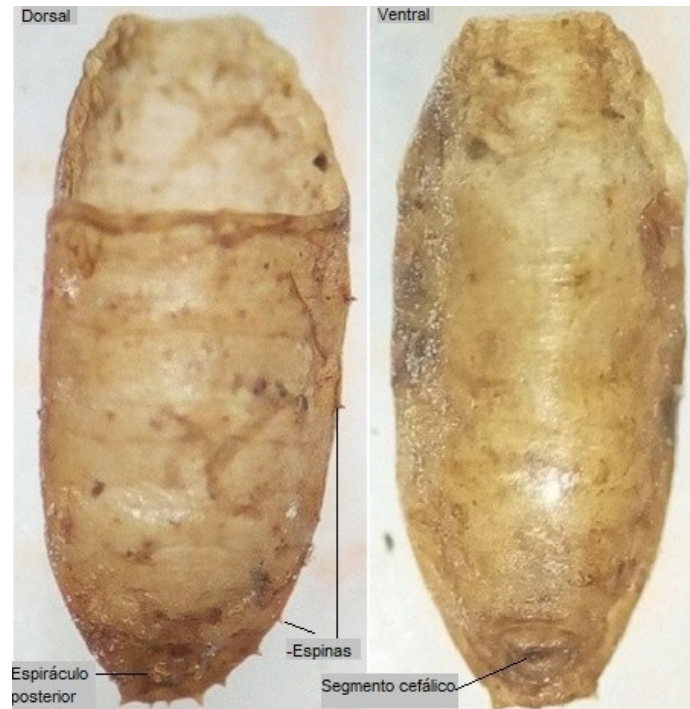


Figura 79. Pupas vacías de *Megaelia*

Todas las pupas estaban incompletas y vacías. Disney (1991) menciona que *M. rufipes* y *M. scalaris* son similares y se pueden identificar taxonómicamente a nivel especie extrayendo la mandíbula de la larva en la pupa, o bien, por que el órgano respiratorio es más largo en *M. scalaris*. Ambas son especies polífagas, sarcófagas en hábitats terrestres, pero pueden explotar situaciones favorables acuáticas, son cosmopolitas, relacionadas a climas cálidos, en lugares fríos tienden a localizarse dentro de edificios o lugares donde pueden resguardarse del clima frío y suelen pasar el invierno en estado de pupa (Liu y Greenberg, 1989; Disney, 1991; Campobasso et al., 2004; Disney, 2005; Frost et al., 2009). Zepeda et al. (2015) reportan la presencia de *M. scalaris* en necrotrampas tanto expuestas como enterradas.

La temperatura media en el momento en que ocurrió el descubrimiento del cadáver, así como un mes antes oscilo en 23°C (CONAGUA, 2017). Trumble y Pienkowski (1979), reportan que a 21°C el desarrollo hasta adulto de *M. scalaris* es próximo a 37 días. Reibe y Madea (2010) (a), retoman los datos de

Trumble y Pienkowski (1979) para estimar el IPM certeramente en dos casos reales, con temperatura cercana a los 21°C.

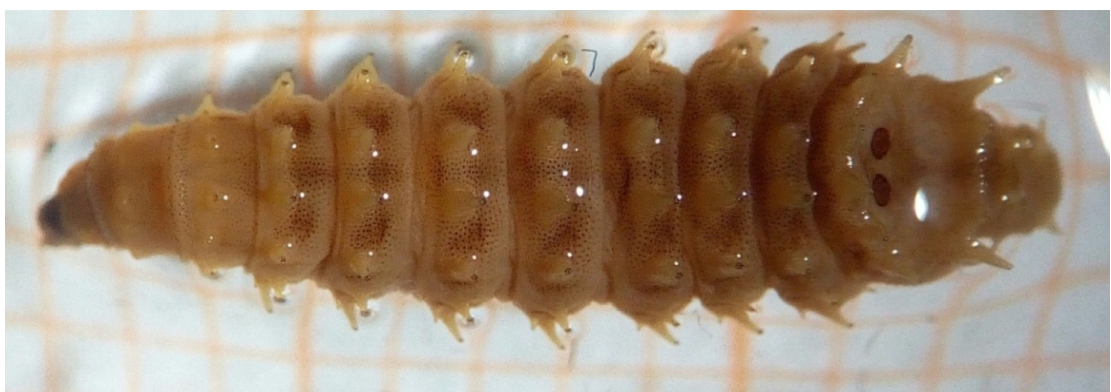
Para *M. rufipes* Disney (2005) menciona que de 20 a 23°C, esta especie le toma entre 6 y 15 días alcanzar el estado de pupa y de 18 a 21°C la media llevo a cabo su desarrollo desde huevo hasta adulto en un periodo de 31 a 35 días.

Greenberg y Wells (1998) estudiaron un caso donde fóridos y derméstidos coexisten y añaden a la estimación del IPM por ciclo de vida, el tiempo posible de arribo, tomando en cuenta a un primer colonizador. Campobasso et al. (2004) mencionan que *M. scalaris* puede llegar a la carroña poco tiempo después de su exposición y puede ovipositar de inmediato.

Durante el monitoreo, los miembros de la familia Phoridae colectados fueron dípteros ápteros (Fig. 38), cuya identificación sugiere una revisión más profunda debido a su morfología. Valdés (2008) colectó insectos de esta familia en invierno-primavera, a partir del período de descomposición activa, es decir a los cinco días y hasta restos secos de 30 a 70 días. Núñez (2001) y Salazar (2017) no mencionan haber colectado ejemplares de dicha familia. Flores et al. (2017) reportan que al realizar en Hidalgo, por motivos legales, la exhumación de un cadáver de 41 días sepultado, en estado de descomposición avanzada, encontraron larvas de *M. scalaris*.

El intervalo *post-mortem* en base al desarrollo de ambas especies del género *Megaselia* podría encontrarse entre los 31 y 37 días. Considerando el patrón de sucesión, en sumatoria al tiempo de ciclo de vida, en base a los datos de Valdés (2008), se estima un IPM entre los 36 y 42 días.

Caso 2



El cadáver enfisematoso fue localizado al aire libre, con presencia de flictenas y desprendimiento de epidermis. Las muestras proporcionadas consistieron en larvas de dípteros del tercer instar (Fig. 80-83). El IPM proporcionado fue de 24 horas.

Figura 80. Larva tercer instar de 11 mm de *Chrysomya rufifacies*

A *C. rufifacies* se le identificó por los tubérculos dorsales con espinas apicales relativamente grandes, que apuntan hacia afuera, lejos del centro y escamas en la base de los tubérculos con puntos pigmentados (Fig. 80) (Wells et al., 1999; Sukontason et al., 2008). Peritreme incompleto (Fig. 81) (Liu y Greenberg, 1989).

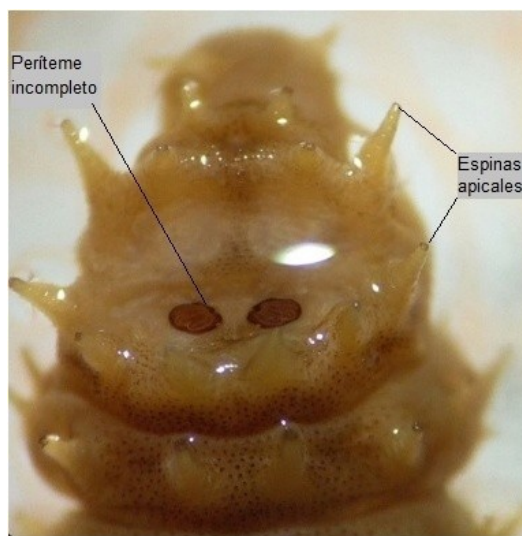


Figura 81. Peritreme de *C. rufifacies*

También se proporcionaron larvas de *C. macellaria* (Calliphoridae) 10 mm, de tercer instar (Fig. 82). Se les identificó por las espinas pigmentadas sobre el ano



en forma de patrón V y en anillos (Wells et al., 1999). Margen posterior del segmento 11 sin espinas dorsales y perítreme incompleto (Fig. 83) (Greenberg, 1985; Liu y Greenberg, 1989; Thyssen, 2009)

Figura 82. *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae) 10 mm



Figura 83. Peritreme de *C. macellaria* tercer instar (Calliphoridae)

La temperatura media en verano, en el lugar del hallazgo fue de 24.5°C (CONAGUA, 2017). Durante el monitoreo en campo de necrotrampas se colectaron larvas de tercer instar de 10.5 mm a las 120 horas, durante el estado de descomposición activa, necesitando 74.5 UCA. Tomando como UTI 8.5 para *C. macellaria*, se acumularon diariamente 16 unidades calor, requiriendo 112 horas para llegar al tercer instar con dicha longitud. Para *C. rufifacies* con UTI de 10°C se acumularon diariamente 14.5 UC, durante el monitoreo se colectaron larvas de 11 mm a las 120 horas acumulando 68.5 UC. Requiriendo 113 horas para llegar a ese estado de desarrollo. Byrd y Butler (1996) mencionan que en laboratorio, a 25°C, le toma a *C. macellaria*, llegar de huevecillo a tercer instar 62 horas, sin embargo no contemplan el tiempo de arribo y oviposición. Smeeton (1984) reporta que *C. rufifacies* se suele encontrar en tercer estadio entre los siete y 14 días.

.El IPM mínimo estimado fue entre 112 y 113 horas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Estimación del IPM por Unidades calor

Especie	UTI (°C)	Longitud (mm)	UCD	Horas	UCR	Estimación
<i>C. macellaria</i>	8.5	10	16	120	74.5	$\frac{74.5}{16} = 4.6 d i$
<i>C. rufifacies</i>	10	11	14.5	120	68.5	$\frac{68.5}{14.5} = 4.7 d i$

Temperatura media= 24.5°C UTI=Umbral de temperatura inferior UCD=Unidad calor diaria

UCR=Unidad calor requerida para llegar a ese estado de desarrollo en base al monitoreo en campo.

Caso 3

El cadáver fue localizado al aire libre, las muestras fueron recuperadas del interior de la carcasa, en estado colicuativo. No se proporcionó un IPM.

Se identificaron inmaduros de *D. haemorroidalis*, por la presencia del urogomphi, separados por una distancia menor que el ancho en la base de un urogomphus, con ápice posterior y protuberancias presentes en el área frontal (Fig.84 y 85) (Gorham et al., 1991).

Smith (1986) menciona que la hembra del género *Dermestes* pone hasta 150 huevos de los cuales salen pequeñas larvas peludas en aproximadamente tres semanas. Las etapas larvarias duran de cinco a quince semanas, dependiendo de la temperatura y el tipo de alimento disponible. Anderson y VanLaerhoven (1996) reportan que los derméstidos no son colectados en restos humanos hasta los tres y seis meses de descomposición. Kulshrestha y Satpathy (2001) estiman en base a los datos anteriores un IPM de 133 días en un caso que involucraba larvas, pupas y adultos de *D. maculatus*.



Figura 84. Inmaduro de *Dermestes haemorroidalis* de 22 mm



Figura 85. *Dermestes haemorroidalis*

El cadáver estuvo expuesto a una temperatura que oscilaba los 25.5°C para la fecha del hallazgo y un mes antes (CONAGUA, 2017). La mayor longitud colectada durante el monitoreo de verano en campo fue de *Dermestes* sp. 13 mm a los 9 días, con temperatura media de 23°C, sin embargo se debe considerar que el monitoreo en campo del ciclo de vida de *Dermestes* y *Necrobia* se dificulta, debido a sus hábitos de internarse en la carcasa para ovipositar y desarrollarse. No se descarta la posibilidad de que las muestras colectadas vieran de una fuente externa al no cumplir con el tiempo de ciclo de vida.

La longitud de las muestras del caso fue de 22 mm. Coombs (1979) menciona que *D. haemorrhoidalis* se desarrolla rápidamente y es muy fértil a 25°C, concluye que esta especie se encuentra en lugares con temperaturas altas. Greenberg y Wells (1998) reportan para un estado de desarrollo similar, a una temperatura de 25°C, un tiempo de 60 días, incluyendo el período de incubación del huevo. También mencionan que la colonización por derméstidos precede a las moscas cerca de un mes, por lo que se sumarían a la estimación 30 días, sin embargo, durante el monitoreo en campo se observó que derméstidos y calliphoridos conviven en la etapa de descomposición activa entre los 4 y 11 días. Nuñez (2011) colectó derméstidos a partir del quinto y

noveno día durante los monitoreos realizados en 2008 y 2009. Se considera que el IPM está entre los 56 y 180 días.

La diferencia en el crecimiento de longitud de una misma especie, de un municipio a otro, dentro de una misma región, puede explicarse con el ensayo de Coombs (1979) quién concluye que hay una diferencia significativa en el crecimiento entre hembras y machos de *D. haemorrhoidalis*, aunado a la humedad relativa, que a 25°C afecta favorablemente el desarrollo de dicha especie conforme aumenta de 40 % a 80 %. Esta especie fue colectada durante el monitoreo en otoño y no en verano, durante la etapa de descomposición de restos secos, entre los 41-50 días.

Caso 4

Las muestras consistieron en fragmentos recuperados del interior de la carcasa, que se encontraba en etapa reductiva, mientras se le realizaba un proceso de limpieza (Fig. 86-88).



Figura 86. *Dermestes frischii*

Dermestes frischii se identificó por el patrón de color abdominal de manchas oscuras laterales sobre un fondo gris ceniza, en el extremo anterior ventral del margen lateral y con forma de letra M en el ápice (Fig. 86) (Gorham et al., 1991).



Figura 87. *Necrobia rufipes*

A *N. rufipes* se le reconoció por su cuerpo ovalado y metálico azul de 3.5 a 7 mm de longitud y patas largas, fémures no muy agrandados, tibias rectas, tarsos cortos, de cinco segmentos, el cuarto oculto, rojizas (Fig. 87) (Simmons et al., 1925).

A *D. haemorrhoidalis* por el área ventral de abdomen sin patrón definido, el surco lateral del primer esternón abdominal paralelo al margen lateral. Élitros con ápice entero, carente de estrías o espinas, negro, pubescente con setas dispersas doradas, área frontal de la cabeza con concavidad media redondeada (Fig. 88) (Gorham et al., 1991).



Figura 88. *Dermestes haemorroidalis*

Lefebvre y Gaudry (2009) comprueban estadísticamente que las familias Dermestidae y Cleridae pertenecen a un grupo de insectos que preceden a los especímenes más antiguos de un primer grupo donde se encuentran las familias Calliphoridae y Sarcophagidae. Los escarabajos del género *Dermestes* son predominantes en verano (Charabidze, 2014; Magni et al., 2015). Charabidze (2014) menciona que en 81 % de los casos donde estaban implicados derméstidos, estos se asociaron con el género *Necrobia*, en exteriores, también concluye que *D. frischii* es más frecuente durante la descomposición avanzada, mientras *D. haemorroidalis* lo es en restos secos, la presencia de este género es reportada de los 9 días hasta pasados los 2 años y con tendencia a no encontrarse más de tres especies en el mismo cadáver, debido probablemente a un mecanismo de exclusión o al mismo proceso de colonización. Smith (1986) menciona que *N. rufipes* se suele encontrar en

restos de huesos secos. Sharma et al. (2018) reportan la presencia de *N. rufipes* en un cadáver parcialmente momificado. Los adultos de esta especie se alimentan principalmente en la superficie y pueden vivir más de 14 meses, la hembra deposita hasta 2,100 huevos durante ese tiempo (Simmons et al., 1925). Richardson y Goff (2001), estudiaron el efecto de la temperatura en el desarrollo de *D. maculatus*, a 25°C requirió una media de 59.2 días y 1478.8 UCA para desarrollarse de huevo a adulto. Coombs (1979) estudió la longevidad de los adultos de *D. haemorroidalis*, a una temperatura media de 20°C y humedad relativa de 65 %, estimó que viven una media de 195 días. La etapa reductiva, puede avanzar hasta la pulverización, fenómeno que ocurre entre cinco y veinte años (Goff, 1993; Alvarado, 1999; Goff, 2009), lo que sugiere que es necesario, para realizar estimaciones del IPM por patrón de sucesión, biomodelos mas grandes, en los cuales fundamentar la estimación en periodos largos, por que el tiempo que tardo la cabeza de cerdo en llegar a pulverización fue de unos pocos meses.

Durante el monitoreo, *D. haemorroidalis* se presentó en otoño, mientras que *D. frischii* en verano únicamente, *N. rufipes* está presente en las cuatro estaciones del año, lo anterior podría indicar un IPM mínimo de un año, sin embargo, Salazar (2017) reportó la presencia de *D. haemorroidalis* y *D. frischii* en la etapa de restos secos durante invierno-primavera. Por lo que se estima un IPM por ciclo de vida de *D. haemorroidalis* y *N. rufipes* de 6 a 14 meses.

Caso 5

Las muestras consistieron en larvas de tercer instar de *C. macellaria* en estado de putrefacción (Fig. 89 y 90), asociadas a un cadáver en estado colicuativo, de quién no se proporcionó IPM aproximado.



Figura

89. Larva tercer instar de *Cochliomyia macellaria* 13 mm

Las larvas habrían requerido de 144 horas y 88.5 UCA como mínimo, para llegar a tercer instar y 13 mm de longitud (Cuadro 12). Sin embargo el estado de descomposición del cadáver, se alcanza en semanas e incluso meses, por lo que no concuerda con la etapa de desarrollo de las larvas, se concluye que son contaminación del cuerpo, adquiridas durante el transporte o el resguardo.

Figura 90. Peritreme de larva tercer instar de *Cochliomyia macellaria* 13 mm

Especie	UTI (°C)	Longitud (mm)	UCD	Horas	UCR	Estimación
<i>C. macellaria</i>	8.5	13	16	144	88.5	$\frac{88.5}{16} = 5.53 d$

Temperatura media= 24.5°C UTI=Umbral de temperatura inferior UCD=Unidad calor diaria
UCR=Unidad calor requerida para llegar a ese estado de desarrollo en base al monitoreo en campo.

Caso 6

Las muestras consistieron en larvas tomadas de la boca del cadáver en estado enfisematoso, localizado a la intemperie. Con conocimiento del momento y lugar del hallazgo y en base a los datos registrados en campo se procedió a realizar la estimación.

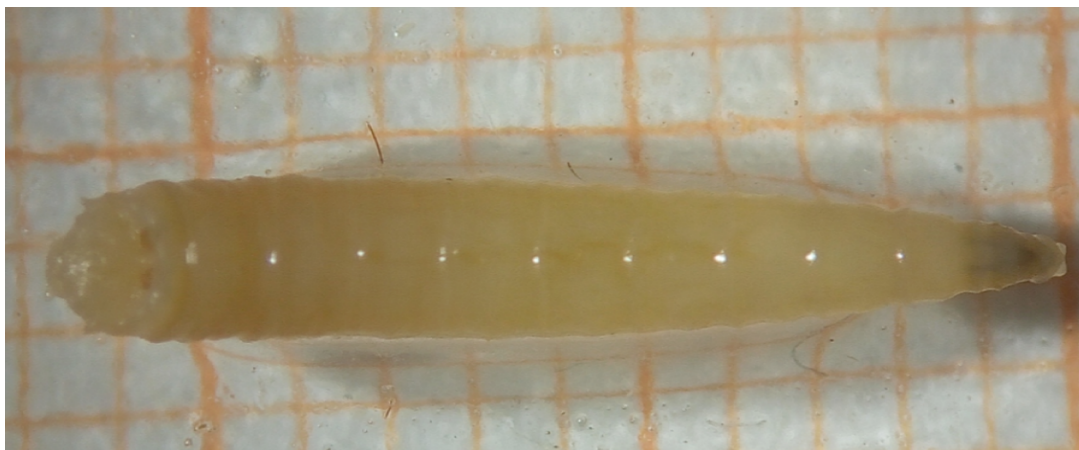


Figura 91. Larva tercer instar de *Lucilia sericata* 12 mm

Las larvas se identificaron en el tercer instar, como *L. sericata* con longitud de 12 mm en promedio, los datos obtenidos en campo, indican que habrían requerido de 72 horas y 59.5 UCA para llegar a ese estado de desarrollo

(Cuadro 13). Habían pasado 74 horas desde la última vez en que se le vió con vida, al momento de la toma de la muestra.

Cuadro 13. Estimación de IPM por Unidades calor con *L. sericata*

Día	Horas	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	UTI	UCH	UCD	UCA
Localizado	19	31	15	23	9	$((23-9) \times 19 \text{ hrs}) = 266$	14	14
1	24	27	17	22	9	312	13	27
2	24	34	18	26	9	408	17	44
3	7	33	17	25	9	112	16	60

UTI=Umbral de temperatura inferior UCH= Unidad calor hora UCD=Unidad calor diaria UCA=Unidad calor acumulada.

L. sericata es cosmopolita, de las primeras especies en arribar a un cadáver, cuya oviposición ocurre pocas horas después de la muerte (Arnaldos, 2000; Vergara, 2011; Núñez, 2011; Salazar, 2017; Byrd y Tomberlin, 2019).

En el diagrama isomorphen para *L. sericata* de Grassberger y Reiter (2001) se buscó la intersección del eje de las abscisas, que es el tiempo desde la oviposición en días, para este caso son tres días, con el de las ordenadas, que es temperatura en grados celsius, para este caso es una media de 24°C, se obtuvo una intersección en el área que pertenece a larvas del tercer instar. Se hizo el mismo procedimiento pero en el isomegalen con una longitud media de 12 mm a 24°C, obteniendo un tiempo entre las 48 y 60 horas.

CONCLUSIONES

Se identificaron familias, géneros y especies de importancia forense en necrotrampas durante el verano y el otoño, se confirma la presencia de: *L. sericata*, *C. rufifacies*, *C. macellaria*, *C. megacephala*, *C. latrifons*, *Bercaea haemorrhoidalis*, *Piophila casei*, *D. maculatus*, *D. haemorrhoidalis*, *D. frischii* y *N. rufipes*, no se obtuvieron capturas de *P. regina*.

Se obtuvieron datos de tasa de crecimiento y desarrollo, requerimientos de unidades calor, permitiendo validar los reportes de diversos autores y aplicarlos en campo, para las especies de *L. sericata*, *C. rufifacies* y *C. macellaria*. Se reconocieron cinco etapas de descomposición, documentando los cambios que ocurren en la comunidad durante el proceso de descomposición, es decir, patrón de sucesión durante las dos estaciones.

En base al Índice ecológico de Margalef se concluye que la riqueza de la comunidad aumenta a medida que avanza el estado de descomposición, para disminuir en su etapa final. La mayor riqueza de especies se observó en la estación de otoño en comparación con la estación de verano.

De acuerdo con el índice cuantitativo de Sorensen las estaciones de verano y otoño son similares entre sí en cuanto a composición de especies. Siendo restos secos la etapa de descomposición mayormente diferente y descomposición activa la más similar. Y mostrando un marcado patrón de sucesión conforme avanza el estado de descomposición.

La especie dominante en ambas estaciones es *L. sericata* demostrando su importancia en el ámbito forense.

A partir del Índice de Diversidad de Shannon y Wiener se concluye que la comunidad de entomofauna sarcosaprófaga es medianamente diversa y el

índice difiere entre estaciones, siendo mayor en verano, esta estación también resultó ser la más equitativa.

La prueba de Wilcoxon determinó que existe diferencia entre las medias de los datos de crecimiento en longitud, entre ambas estaciones, lo que demuestra la importancia del uso de unidades calor al realizar una estimación del IPM por medio de entomología forense.

Se identificaron familias, géneros y especies asociados a cadáveres humanos de casos proporcionados por personal de la FGE del estado de Coahuila región sureste, entre las especies se encuentran: *L. sericata*, *C. rufifacies*, *C. macellaria*, *Megaselia* sp., *Hydrochara* sp., *D. haemorroidalis*, *D. frischii* y *N. rufipes*.

Se discute y proporciona un IPM para cada caso. El único caso para el que se pudo corroborar el IPM, determinó una estimación correcta, demostrando la utilidad del uso de entomología forense para la estimación del IPM por unidades calor, tasa de desarrollo, crecimiento y ciclo de vida, en las etapas tempranas del proceso de descomposición.

LITERATURA CITADA

- ABALLAY, Fernando H., et al. An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. *ZooKeys* [online]. Enero 2013, no 261, p. 61-84. [viewed 21 May 2019]. Available from: doi: 10.3897/zookeys.261.4226
- ALINIAZEE, M. T. Thermal unit requirements for determining adult emergence of the western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae) in the Willamette Valley of Oregon. *Environmental Entomology* [online]. 1976, vol. 5, no 3, p. 397-402. [viewed 28 March 2019]. Available from: doi:10.1093/ee/5.3.397
- ALLEN, J. C. Averaging functions in a variable environment: a second-order approximation method. *Environmental entomology online*. 1988, vol. 17, no 4, p. 621-625. [viewed 28 March 2019]. Available from: doi:10.1093/ee/17.4.621
- ALLEN, Jon C. A modified sine wave method for calculating degree days. *Environmental Entomology* [online]. 1976, vol. 5, no 3, p. 388-396. [viewed 28 March 2019]. Available from: doi:10.1093/ee/5.3.388
- ALMEIDA, Lúcia M.; MISE, Kleber M. Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. *Revista Brasileira de Entomologia* [online]. Junio 2009, vol. 53, no 2, p. 227-244. [viewed 31 March 2019]. Available from: doi:10.1590/S0085-56262009000200006
- AL-MESBAH, Hanadi; AL-OSAIMI, Zarrag; EL-AZAZY, Osama ME. Forensic entomology in Kuwait: the first case report. *Forensic science international* [online]. 2011, vol. 206, no 1-3, p. e25-e26. [viewed 25 February 2019]. Available from: doi: 10.1016/j.forsciint.2010.07.013
- AL-SHAREEF, Layla AH; ZAKI, Mammdouh K. Arthropods associated with human remains and determination of postmortem interval in Jeddah, kingdom of Saudi Arabia. *Journal of American Science*, 2017, vol. 13, no 3.
- ALVARADO, Eduardo. V. *Medicina legal*. México: Editorial Trillas, 1999.
- AMENDT, J.; ZEHNER, R.; RECKEL, F. The nocturnal oviposition behaviour of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Central Europe and its forensic implications. *Forensic science international* [online]. 2008, vol. 175, no 1, p. 61-64. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2007.05.010
- AMENDT, Jens, et al. Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. *International journal of legal medicine* [online]. 2007, vol. 121, no 2, p. 90-104. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi: 10.1007/s00414-006-0086-x

- AMENDT, Jens, et al. Forensic entomology in Germany. *Forensic Science International* [online]. 2000, vol. 113, no 1-3, p. 309-314. [viewed 12 May 2019]. Available from: doi:10.1016/s0379-0738(00)00239-5
- AMENDT, Jens; KRETTEK, Roman; ZEHNER, Richard. Forensic entomology. *Naturwissenschaften* [online]. 2004, vol. 91, no 2, p. 51-65. [viewed 29 March 2019]. Available from: doi:10.1007/s00114-003-0493-5
- AMES, C.; TURNER, B. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. *Medical and veterinary entomology* [online]. 2003, vol. 17, no 2, p. 178-186. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1046/j.1365-2915.2003.00421.x
- ANDERSON, G. S.; VANLAERHOVEN, Sherah L. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Science*, 1996, vol. 41, no 4, p. 617-625.
- ANDERSON, Gail S. Minimum and maximum development rates of some forensically important Calliphoridae (Diptera). *Journal of Forensic Science* [online]. 2000, vol. 45, no 4, p. 824-832. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi: org/10.1520/JFS14778J
- ANDERSON, Gail S., et al. "Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death". En: *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*, 1ra Edición. CRC Press, 2001. p. 143.
- ANDERSON, Gail. S. The use of insects in death investigations: an analysis of cases in British Columbia over a five year period. *Canadian Society of Forensic Science Journal* [online]. 1995, vol. 28, no 4, p. 277-292. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi: 10.1080/00085030.1995.10757488
- ANDERSON, Gail. S. The use of insects to determine time of decapitation: a case-study from British Columbia. *Journal of Forensic Science* [online]. 1997, vol. 42, no 5, p. 947-950. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi: 10.1520/JFS14239J
- ANDERSON, Robert Samuel, et al. The carrion beetles of Canada and Alaska. *Coleoptera: Silphidae and Agyrtidae*. *Insects and Arachnids of Canada*, 1985, no Part 13.
- ARCE, Roberto; MORÓN, Miguel Ángel. Sinopsis de los Hydrophiloidea de México (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae, Epimetopidae, Georissidae e Hydrochidae), con una clave para la identificación de los géneros. *Revista mexicana de biodiversidad* [online]. 2011, vol. 82, no 2, p. 491-514. [viewed 18 November 2018]. Available from: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000200012&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2007-8706.

- ARCHER, Melanie S., et al. Fly pupae and puparia as potential contaminants of forensic entomology samples from sites of body discovery. *International journal of legal medicine* [online]. 2006, vol. 120, no 6, p. 364-368. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1007/s00414-005-0046-x
- ARCOS C, Diana A. Dípteros coprófagos y necrófagos de otoño e invierno en Gómez Palacio Durango. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2014.
- ARNALDOS, M. I. Estudio de la fauna sarcosaprófaga de la Región de Murcia. Su aplicación a la Medicina Legal. 2000. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- ARNALDOS, M. I., et al. Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International* [online]. 2005, vol. 149, no 1, p. 57-65. [viewed 26 March 2019]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2004.04.087
- ARNALDOS, M. I., et al. Importancia de los estudios regionales de fauna sarcosaprófaga. Aplicación a la práctica forense. *Ciencia forense*, 2006, vol. 8, no 1, p. 63-82.
- ARNALDOS, M. I., et al. Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the southeastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine* [online]. 2004, vol. 118, no 4, p. 197-205. [viewed 18 December 2018]. Available from: doi: 10.1007/s00414-004-0446-3
- BADENHORST, Rozane; VILLET, Martin H. The uses of *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) in forensic entomology. *Forensic sciences research* [online]. 2018, vol. 3, no 1, p. 2-15. [viewed 14 April 2019]. Available from: doi: 10.1080/20961790.2018.1426136
- BENECKE, Mark. A brief history of forensic entomology. *Forensic science international*, 2001, vol. 120, no 1-2, p. 2-14.
- BENECKE, Mark. Six forensic entomology cases: description and commentary. *Journal of Forensic Science* [online]. 1998, vol. 43, no 4, p. 797-805. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi: 10.1520/JFS14309J
- BENECKE, Mark; JOSEPHI, Eberhard; ZWEIHOFF, Ralf. Neglect of the elderly: forensic entomology cases and considerations. *Forensic Science International* [online]. 2004, vol. 146, p. S195-S199 [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2004.09.061
- BENECKE, Mark; LESSIG, Rüdiger. Child neglect and forensic entomology. *Forensic Science International* [online]. 2001, vol. 120, no 1-2, p. 155-159. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/s0379-0738(01)00424-8
- BOEHME, Petra., et al. Differential gene expression during metamorphosis: a promising approach for age estimation of forensically important Calliphora

- vicina pupae (Diptera: Calliphoridae). International journal of legal medicine [online]. 2013, vol. 127, no 1, p. 243-249. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1007/s00414-012-0699-1
- BONACCI, Teresa; VERCILLO, Vannio; BENECKE, Mark. Flies and ants: A forensic entomological neglect case of an elderly man in Calabria, Southern Italy. Rom J Leg Med [online]. 2017, vol. 25, no 3, p. 283-286. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.4323/rjlm.2017.283
- BORROR, Donald J; WHITE, Richard E. A field guide to insects: America north of Mexico. Houghton Mifflin Harcourt, 1970.
- BOUREL, Benoit, et al. Flies eggs: a new method for the estimation of short-term post-mortem interval? [online]. Forensic science international, 2003, vol. 135, no 1, p. 27-34. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/S0379-0738(03)00157-9
- BOURGUIGNON, Luc, et al. Forensic entomology and short-term PMI estimation: a case report. Belgian Journal of Entomology, 2006, vol. 8, no 1, p. 17-25.
- BRIERE, Jean-Francois, et al. A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods [online]. Environmental Entomology, 1999, vol. 28, no 1, p. 22-29. [viewed 28 March 2018]. Available from: doi:10.1093/ee/28.1.22
- BRIONES ESPINOZA, Héctor Eduardo. Insectos asociados a biomodelos simulando cuatro condiciones de hallazgo de cadáveres. 2018. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- BROWN, Katherine; THORNE, Alan; HARVEY, Michelle. Preservation of Calliphora vicina (Diptera: Calliphoridae) pupae for use in post-mortem interval estimation [online]. Forensic science international, 2012, vol. 223, no 1-3, p. 176-183. [viewed 28 March 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2012.08.029
- BRUSCA, Richard C; BRUSCA, Gary J. Invertebrates. Basingstoke, 2003.
- BUENAVENTURA, Eliana, et al. Sarcophagidae (Diptera) de importancia forense en Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución. Revista Colombiana de Entomología, 2009, vol. 35, no 2, p. 189-196.
- BUGELLI, Valentina, et al. Forensic entomology and the estimation of the minimum time since death in indoor cases [online]. Journal of forensic sciences, 2015, vol. 60, no 2, p. 525-531. [viewed 28 March 2018]. Available from: doi:10.1111/1556-4029.12647
- BYRD Jason H.; CASTNER James L. Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. Florida, Estados Unidos de América. CRC Press LLC, 2001.

- BYRD, Jason H.; BUTLER, Jerry F. Effects of temperature on *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) development [online]. Journal of medical entomology, 1996, vol. 33, no 6, p. 901-905. [viewed 20 May 2018]. Available from: doi: 10.1093/jmedent/33.6.901
- BYRD, Jason H.; BUTLER, Jerry F. Effects of temperature on *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Diptera: Sarcophagidae) development [online]. Journal of Medical Entomology, 1998, vol. 35, no 5, p. 694-698. [viewed 26 March 2018]. Available from: doi:10.1093/jmedent/35.5.694
- BYRD, Jason H.; TOMBERLIN, Jeffery K. Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. CRC press, 2019.
- CAMPOBASSO, Carlo P., et al. Forensic genetic analysis of insect gut contents [online]. The American journal of forensic medicine and pathology, 2005, vol. 26, no 2, p. 161-165. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi: 10.1097/01.paf.0000163832.05939.59
- CAMPOBASSO, Carlo P.; DI VELLA, Giancarlo; INTRONA, Francesco. Factors affecting decomposition and Diptera colonization [online]. Forensic science international, 2001, vol. 120, no 1-2, p. 18-27. [viewed 26 March 2018]. Available from: doi:10.1016/s0379-0738(01)00411-x
- CAMPOBASSO, Carlo P.; HENRY, R.; DISNEY, L.; INTRONA, Francesco. A case of *Megaselia scalaris* (Loew)(Dipt., Phoridae) breeding in a human corpse [online]. Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology, 2004, vol. 5, no 1, p. 3-5. [viewed 26 March 2018]. Available from: ISSN 0972-8074.
- CARRILLO, R. José. C. 2008. Identificación y abundancia estacional de familias de Coleóptera sobre carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- CARVALHO, Claudio J. B., et al. A catalogue of the Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region [online]. Zootaxa, 2005, vol. 860, no 1, p. 1-282. [viewed 26 March 2018]. Available from: doi: 10.11646/zootaxa.860.1.1
- CARVALHO, Claudio J. B.; MELLO-PATIU, Cátia A. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America [online]. Revista Brasileira de Entomologia, 2008, vol. 52, no 3, p. 390-406. [viewed 11 December 2017]. Available from: doi: 10.1590/S0085-56262008000300012
- CATTS, Elmer P. Problems in estimating the postmortem interval in death investigations. Journal of Agricultural Entomology, 1992, vol. 9, no 4, p. 245-255.
- CATTS, Elmer P.; GOFF, M. Lee. Forensic entomology in criminal investigations. Annual review of Entomology, 1992, vol. 37, no 1, p. 253-272.

- CATTS, Elmer P.; HASKELL, Neal H. (ed.). Entomology & death: a procedural guide. Forensic Entomology Assocs, 1990.
- CERVANTÈS, Laetitia, et al. Effect of low temperature in the development cycle of *Lucilia sericata* (Meigen)(Diptera, Calliphoridae): implications for the minimum postmortem interval estimation. Forensic sciences research, 2018, vol. 3, no 1, p. 52-59.
- CHAPMAN, Reginald F. The insects: structure and function. Cambridge university press, 1998.
- CHARABIDZE, Damien, et al. Involvement of larder beetles (Coleoptera: Dermestidae) on human cadavers: a review of 81 forensic cases [online]. International Journal of Legal Medicine, 2014, vol. 128, no 6, p. 1021-1030. [viewed 30 March 2019]. Available from: 10.1007/s00414-013-0945-1
- CHARABIDZE, Damien; BOUREL, Benoit; GOSSET, Didier. Larval-mass effect: characterisation of heat emission by necrophageous blowflies (Diptera: Calliphoridae) larval aggregates [online]. Forensic science international, 2011, vol. 211, no 1-3, p. 61-66. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2011.04.016
- CHARABIDZE, Damien; BOUREL, Benoit; LEBLANC, H; HEDOUIN, V; & GOSSET, Didier. Effect of body length and temperature on the crawling speed of *Protophormia terraenovae* larvae (Robineau-Desvoidy)(Diptera Calliphoridae) [online]. Journal of insect physiology, 2008, vol. 54, no 3, p. 529-533. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/j.jinsphys.2007.11.010
- CHARNOV, Eric; GILLOOLY, James. Thermal time: body size, food quality and the 10C rule. 2003.
- CHEN, Chee Dhang, et al. First study on the larval growth parameter and growth rate of a forensically important blow fly, *Hypopygiopsis violacea* (Macquart, 1835)(Diptera: Calliphoridae). En Biomedical engineering and technology: selected, peer reviewed papers from the 2011 International conference on biomedical engineering and technology (ICBET 2011). 2011. p. 159-163.
- CLIFFORD, Harold T.; STEPHENSON, W. An introduction to numerical classification. New York: Academic Press, 1975.
- CONAGUA, S. M. N. Información Estadística Climatológica. Ciudad de México: Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA. 2017. (accessed 15 June 2019).
- COOMBS, C. W. The effect of temperature and humidity upon the development and fecundity of *Dermestes haemorrhoidalis* Küster and *Dermestes peruvianus* Laporte de Castelnau (Coleoptera: Dermestidae) [online]. Journal of Stored

- Products Research, 1979, vol. 15, no 2, p. 43-52. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/0022-474x(79)90011-0
- CORTÉS, C. A. G. Compendio: Taller internacional en entomología forense. Entomotoxicología Forense. Dpto. de Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2009.
- CRUZ, Albert M. *Crime scene intelligence: An experiment in forensic entomology*. Createspace Independent Publishing Platform, 2006.
- CRUZ, H. Celina. 2010. Oviposición nocturna de moscas de la Familia Calliphoridae (Díptera) en un área urbana semidesértica de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- DAMOS, Petros; SAVOPOULOU-SOULTANI, Matilda. Temperature-driven models for insect development and vital thermal requirements [online]. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012, vol. 2012. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1155/2012/123405
- DAVIES, Katherine; HARVEY, Michelle L. Internal morphological analysis for age estimation of blow fly pupae (Diptera: Calliphoridae) in postmortem interval estimation [online]. *Journal of forensic sciences*, 2013, vol. 58, no 1, p. 79-84. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1111/j.1556-4029.2012.02196.x
- DAY, Donnah M.; WALLMAN, James F. Effect of preservative solutions on preservation of *Calliphora augur* and *Lucilia cuprina* larvae (Diptera: Calliphoridae) with implications for post-mortem interval estimates [online]. *Forensic science international*, 2008, vol. 179, no 1, p. 1-10. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2008.04.006
- DAY, Donnah M.; WALLMAN, James F. Width as an alternative measurement to length for post-mortem interval estimations using *Calliphora augur* (Diptera: Calliphoridae) larvae [online]. *Forensic science international*, 2006, vol. 159, no 2-3, p. 158-167. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2005.07.009
- DE CARVALHO, Lucila M. Toxicology and forensic entomology. En *Current concepts in forensic entomology*. Springer, Dordrecht, 2009. p. 163-178.
- DE LEÓN, M. J. H. Compendio: Taller internacional en entomología forense. Aplicación Médico Legal de la Entomología Forense. Dpto. de Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2008.
- DEKEIRSSCHIETER, Jessica, et al. Large carrion beetles (Coleoptera, Silphidae) in Western Europe: a review. *BASE*, 2011.
- DENLINGER, David L. The developmental response of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) to tropical seasons [online]. *Oecologia*, 1978, vol. 35, no 1,

p. 105-107. [viewed 26 March 2018]. Available from: doi:10.1007/bf00345543

DISNEY, R. H. L. Duration of development of two species of carrion-breeding scuttle flies and forensic implications [online]. *Medical and veterinary entomology*, 2005, vol. 19, no 2, p. 229-235. [viewed 26 March 2018]. Available from: doi:10.1111/j.0269-283x.2005.00562.x

DISNEY, R. H. L. The aquatic Phoridae (Diptera) [online]. *Insect Systematics & Evolution*, 1991, vol. 22, no 2, p. 171-191. [viewed 19 November 2018]. Available from: doi: 10.1163/187631291X00048

DORES, B. M. Trindade das, et al. Chave pictórica interativa de Diptera calliphoridae: uma ferramenta para estudos forenses. 2016. Tesis Doctoral.

ERZINCLIOGLU, Y. Z. The value of chorionic structure and size in the diagnosis of blowfly eggs [online]. *Medical and Veterinary Entomology*, 1989, vol. 3, no 3, p. 281-285. [viewed 19 November 2018]. Available from: doi: 10.1111/j.1365-2915.1989.tb00229.x

FLORES, Leonardo R.; MOLINA C. Humberto., HERNÁNDEZ, Manuel. N.; PÉREZ V. Fray. M. Forensic Entomology Case Studies from Mexico [online]. *Taphonomy of Human Remains: Forensic Analysis of the Dead and the Depositional Environment*, 2017, p. 410-419. [viewed 19 November 2018]. Available from: doi:10.1002/9781118953358.ch28

FREDERICKX, Christine, et al. Volatile organic compounds released by blowfly larvae and pupae: New perspectives in forensic entomology [online]. *Forensic Science International*, 2012, vol. 219, no 1-3, p. 215-220. [viewed 19 November 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2012.01.007

FROST, Crystal L.; BRAIG, H. R.; AMENDT, J.; PEROTTI, M. A. Indoor arthropods of forensic importance: insects associated with indoor decomposition and mites as indoor markers [online]. *En Current concepts in forensic entomology*. Springer, Dordrecht, 2009. p. 93-108. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi:10.1007/978-1-4020-9684-6_6

GABRE, Refaat M.; ADHAM, Fatma K.; CHI, Hsin. Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) [online]. *Acta oecologica*, 2005, vol. 27, no 3, p. 179-183. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/j.actao.2004.12.002

GARCÍA E., F., et al. Larval development and degree day requirements of *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) in Torreón, Coahuila during spring and summer. *Acta Zoologica Mexicana*, 2012, vol. 28, no 1, p. 172-184.

- GARCÍA E., Fabián. Identificación y abundancia estacional de géneros de la familia Sarcophagidae sobre carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2008.
- GARCÍA R., Ana M.; HONORATO, Lourdes. La entomología forense y la práctica policial en España: estimación del intervalo post-mortem en un cadáver hallado en el interior de una arqueta en la comunidad de Madrid. *Ciencia Forense*, 2006, vol. 8, p. 57-62.
- GARCÍA R., Ana. M., et al. Determinación del intervalo postmortem mediante el estudio de la sucesión de insectos en dos cadáveres hallados en el interior de una finca rústica en Madrid. *Cuadernos de Medicina Forense*, 2009, no 56, p. 137-145.
- GARCÍA, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F, 1973. p. 243.
- GELDERMAN, H. T., et al. The development of a post-mortem interval estimation for human remains found on land in the Netherlands. *International journal of legal medicine*, 2018, vol. 132, no 3, p. 863-873.
- GENNARD, Dorothy. *Forensic entomology: an introduction*. John Wiley & Sons, 2012.
- GEORGE, Kelly A., et al. Effect of morphine on the growth rate of *Calliphora stygia* (Fabricius)(Diptera: Calliphoridae) and possible implications for forensic entomology [online]. *Forensic science international*, 2009, vol. 193, no 1-3, p. 21-25. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2009.08.013
- GEORGE, Kelly A.; ARCHER, Melanie S.; TOOP, Tes. Nocturnal colonization behavior of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in southeastern Australia [online]. *Journal of forensic sciences*, 2013, vol. 58, p. S112-S116. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi:10.1111/j.1556-4029.2012.02277.x
- GILBERT, N.; RAWORTH, D. A. Insects and temperature—a general theory. *The Canadian Entomologist*, 1996, vol. 128, no 1, p. 1-13.
- GOFF, Madison L. Early postmortem changes and stages of decomposition [online]. En *Current concepts in forensic entomology*. Springer, Dordrecht, 2009. p. 1-24. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi:10.1007/978-1-4020-9684-6_1
- GOFF, Madison L. Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Science Review*, 1993, vol. 5, p. 81-81.
- GOFF, Madison L.; BORRAJO, Fernando. *El testimonio de las moscas: Cómo los insectos ayudan a resolver crímenes*. Alba Editorial, 2002.

- GOFF, Madison L.; FLYNN, M. M. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from the Hawaiian Islands [online]. *Journal of Forensic Science*, 1991, vol. 36, no 2, p. 607-614. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi: 10.1520/JFS13067J. ISSN 0022-1198
- GOFF, Madison L.; OMORI, Alvin I.; GUNATILAKE, Kanthi. Estimation of postmortem interval by arthropod succession. Three case studies from the Hawaiian Islands [online]. *The American journal of forensic medicine and pathology*, 1988, vol. 9, no 3, p. 220-225. [viewed 26 March 2018]. Available from: doi:10.1097/00000433-198809000-00009
- GÓMEZ, A., et al. La Entomología Forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro. *Cuadernos de medicina forense*, 2007, no 47, p. 21-31.
- GORHAM, John Richard (ed.). *Insect and mite pests in food: An illustrated key*. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1991.
- GRASSBERGER, Martin; REITER, Christian. Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen-and isomorphen-diagram [online]. *Forensic Science International*, 2001, vol. 120, no 1-2, p. 32-36. [viewed 26 March 2018]. Available from: doi:10.1016/s0379-0738(01)00413-3
- GRASSBERGER, Martin; REITER, Christian. Effect of temperature on development of *Liopygia* (=Sarcophaga) *argyrostoma* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Sarcophagidae) and its forensic implications [online]. *Journal of Forensic Science*, 2002, vol. 47, no 6, p. 1332-1336. [viewed 30 March 2018]. Available from: doi: 10.1520/JFS15570J
- GRAYDON, M. Bernard Greenberg, forensic entomologist who helped solve murders. University of Illinois. Chicago, Estados Unidos de América. Chicago Tribune. 2007.
- GREENBERG, Bernard. Flies as forensic indicators. *Journal of medical entomology*, 1991, vol. 28, no 5, p. 565-577.
- GREENBERG, Bernard. Forensic entomology: case studies [online]. *American Entomologist*, 1985, vol. 31, no 4, p. 25-28. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi:10.1093/besa/31.4.25
- GREENBERG, Bernard. Nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae) [online]. *Journal of medical entomology*, 1990, vol. 27, no 5, p. 807-810. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi:10.1093/jmedent/27.5.807
- GREENBERG, Bernard; TANTAWI, Tarek I. Different developmental strategies in two boreal blow flies (Diptera: Calliphoridae) [online]. *Journal of Medical*

- Entomology, 1993, vol. 30, no 2, p. 481-484. [viewed 26 March 2018]. Available from: doi:10.1093/jmedent/30.2.481
- GREENBERG, Bernard; WELLS, Jeffrey D. Forensic use of *Megaselia abdita* and *M. scalaris* (Phoridae: Diptera): case studies, development rates, and egg structure [online]. Journal of medical entomology, 1998, vol. 35, no 3, p. 205-209. [viewed 19 June 2018]. Available from: doi:10.1093/jmedent/35.3.205
- GULLAN, Penny J.; CRANSTON, Peter S. The insects: an outline of entomology. John Wiley & Sons, 2014.
- HARCOURT, D. G.; YEE, J. M. Polynomial algorithm for predicting the duration of insect life stages [online]. Environmental Entomology, 1982, vol. 11, no 3, p. 581-584. [viewed 29 March 2018]. Available from: doi:10.1093/ee/11.3.581
- HARVEY, Michelle L.; GASZ, Natalie E.; VOSS, Sasha C. Entomology-based methods for estimation of postmortem interval [online]. Research and reports in forensic medical science, 2016, vol. 6, p. 1-9. [viewed 31 March 2018]. Available from: doi:10.2147/rrfms.s68867
- HEWADIKARAM, Kamani A.; GOFF, M. Lee. Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns [online]. The American Journal of Forensic Medicine and Pathology, 1991, vol. 12, no 3, p. 235-240. [viewed 25 November 2017]. Available from: doi: 10.1097/00000433-199109000-00013
- HIGLEY, Leon G.; HASKELL, Neal H. Insect development and forensic entomology. Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations, 2001, p. 287-302.
- HIGLEY, Leon G.; PEDIGO, Larry P.; OSTLIE, Kenneth R. DEGDAY: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. Environmental entomology, 1986, vol. 15, no 5, p. 999-1016.
- HILSENHOFF, William L. Diversity and classification of insects and Collembola. In Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic Press, 2001. p. 661-731.
- HINTON, H. E. Biology of insect eggs, in three volumenenes. Vol. 1. Pergamon Press. 1981.
- HINTON, H. E. Plastron respiration in the eggs of blowflies. Journal of Insect Physiology, 1960, vol. 4, no 2, p. 176-183.
- HOLLOWAY, Beverley A. Morphological characters to identify adult *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) and *L. cuprina* (Wiedemann, 1830)(Diptera: Calliphoridae) [online]. New Zealand Journal of Zoology, 1991, vol. 18, no 4, p. 413-420. doi:10.1080/03014223.1991.10422847

- HONEK, Alois. Constraints on thermal requirements for insect development. *Entomological Science*, 1999, vol. 2, no 4, p. 615-621.
- HONEK, Alois., et al. Temperature and development time in insects: a general relationship between thermal constants. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere*, 1990, vol. 117, no 4, p. 401-439.
- HU, Guoliang, et al. Development of *Necrobia rufipes* (De Geer, 1775)(Coleoptera: Cleridae) under Constant Temperature and Its Implication in Forensic Entomology. *Forensic Science International*, 2020, p. 110275.
- HUFFMAN, Jane E.; WALLACE, John R. *Wildlife forensics: methods and applications*. John Wiley & Sons, 2012.
- HUNTINGTON, Timothy E.; HIGLEY, Leon G.; BAXENDALE, Frederick P. Maggot development during morgue storage and its effect on estimating the post-mortem interval. *Journal of forensic sciences*, 2007, vol. 52, no 2, p. 453-458.
- IKEMOTO, Takaya; TAKAI, Kenji. A new linearized formula for the law of total effective temperature and the evaluation of line-fitting methods with both variables subject to error [online]. *Environmental Entomology*, 2000, vol. 29, no 4, p. 671-682. [viewed 25 November 2017]. Available from: doi:10.1603/0046-225x-29.4.671
- INTRONA, Francesco., et al. Time since death definition by experimental reproduction of *Lucilia sericata* cycles in growth cabinet. *Journal of Forensic Science*, 1989, vol. 34, no 2, p. 478-480.
- INTRONA, Francesco; CAMPOBASSO, Carlo Pietro; DI FAZIO, A. Three case studies in forensic entomology from southern Italy [online]. *Journal of Forensic Science*, 1998, vol. 43, no 1, p. 210-214. [viewed 25 November 2017]. Available from: 10.1520/JFS16117J.
- JOHNSON, Michael D. Seasonal and microseral variations in the insect populations on carrion [online]. *American Midland Naturalist*, 1975, p. 79-90. [viewed 25 November 2017]. Available from: doi:10.2307/2424107
- KASHYAP, V. K.; PILLAY, V. V. Efficacy of entomological method in estimation of postmortem interval: A comparative analysis [online]. *Forensic Science International*, 1989, vol. 40, no 3, p. 245-250. [viewed 25 November 2017]. Available from: doi:10.1016/0379-0738(89)90182-5
- KEH, Benjamin. Scope and applications of forensic entomology [online]. *Annual review of entomology*, 1985, vol. 30, no 1, p. 137-154. [viewed 25 November 2017]. Available from: doi: 10.1146/annurev.en.30.010185.001033
- KEHR, A. I.; DURÉ, M. I. *Glosario de términos ecológicos*. Moglia SRL 160pp, 2002.

- KRAMER, David A.; STINNER, R. E.; HAIN, Fred P. Time versus rate in parameter estimation of nonlinear temperature-dependent development models [online]. *Environmental Entomology*, 1991, vol. 20, no 2, p. 484-488. [viewed 25 November 2017]. Available from: doi:10.1093/ee/20.2.484
- KULSHRESTHA, Pankaj; SATPATHY, D. K. Use of beetles in forensic entomology [online]. *Forensic Science International*, 2001, vol. 120, no 1-2, p. 15-17. [viewed 25 November 2017]. Available from: doi:10.1016/s0379-0738
- KUMARA, T. K.; ABU HASSAN, A.; BHUPINDER, S. Forensic Entomology - Insect Development and Temperature [online]. *Journal of Forensic Sciences and Criminal Investigation*. 2017; 4(2): 555636. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi: 10.19080/JFSCI.2017.04.555636.
- KUUSELA, Seppo; HANSKI, Ilkka. The structure of carrion fly communities: the size and the type of carrion [online]. *Ecography*, 1982, vol. 5, no 4, p. 337-348. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi: 10.1111/j.1600-0587.1982.tb01048.x
- LABONTE, James R. The carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Nebraska. 1997.
- LACTIN, Derek J., et al. Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods [online]. *Environmental entomology*, 1995, vol. 24, no 1, p. 68-75. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi: 10.1093/ee/24.1.68
- LEFEBVRE, Fabrice; GAUDRY, Emmanuel. Forensic entomology: a new hypothesis for the chronological succession pattern of necrophagous insect on human corpses [online]. En *Annales de la Société entomologique de France*. Taylor & Francis Group, 2009. p. 377-392. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi:10.1080/00379271.2009.10697622
- LI, Chengzhi, et al. Research progress in the estimation of the postmortem interval by Chinese forensic scholars [online]. *Forensic sciences research*, 2016, vol. 1, no 1, p. 3-13. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi:10.1080/20961790.2016.1229377
- LIU, Debang; GREENBERG, Bernard. Immature stages of some flies of forensic importance [online]. *Annals of the Entomological Society of America*, 1989, vol. 82, no 1, p. 80-93. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi:10.1093/aesa/82.1.80
- LIU, Y., et al. Estimation of post-mortem interval for a drowning case by using flies (Diptera) in Central-South China: Implications for forensic entomology. *Rom. J. Leg. Med*, 2013, vol. 21, p. 293-298.

- LOGAN, et al. An analytical model for description of temperatura dependent rate phenomena in arthropods. *Environmental Entomology*, 1976, vol. 5, p. 1130-1140.
- LÓPEZ M., Adiel. Especies dominantes de la familia Calliphoridae (Diptera) en una zona urbana semidesértica de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2010.
- LUTZ, María Constanza Gómez; KEHR, Arturo I.; FERNÁNDEZ, Liliana. Estructura y dinámica de las poblaciones acuáticas de Coleoptera (Insecta) en ambientes con hidroperíodos diferentes de Corrientes, Argentina. 2014.
- MA, Ting; HUANG, Jia; WANG, Jiang-Feng. Study on the pupal morphogenesis of *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) for postmortem interval estimation [online]. *Forensic science international*, 2015, vol. 253, p. 88-93. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2015.06.005
- MAGNI, Paola A., et al. A biological and procedural review of forensically significant Dermestes species (Coleoptera: Dermestidae) [online]. *Journal of medical entomology*, 2015, vol. 52, no 5, p. 755-769. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi: 10.1093 / jme / tjv106
- MAGURRAN, Anne E. Diversidad ecológica y su medición. 1989.
- MAI, Madeleine; AMENDT, Jens. Effect of different post-feeding intervals on the total time of development of the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) [online]. *Forensic science international*, 2012, vol. 221, no 1-3, p. 65-69. [viewed 23 February 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2012.04.001
- MANLOVE, J. D.; DISNEY, R. H. L. The use of *Megaselia abdita* (Diptera: Phoridae) in forensic entomology [online]. *Forensic science international*, 2008, vol. 175, no 1, p. 83-84. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2007.08.001
- MANN, Robert W.; BASS, William M.; MEADOWS, Lee. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Science*, 1990, vol. 35, no 1, p. 103-111.
- MARCHENKO, M. I. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. *Forensic science international*, 2001, vol. 120, no 1-2, p. 89-109.
- MARTINEZ-USCANGA, D. Modelos de prediccion basados en unidades de calor. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1998.
- MARTÍN-VEGA, Daniel, et al. Effect of temperature on the survival and development of three forensically relevant Dermestes species (Coleoptera:

- Dermestidae). Journal of medical entomology, 2017, vol. 54, no 5, p. 1140-1150.
- MCALPINE, J. Frank.; PETERSON, B. V.; SHEWELL, G. E.; TESKEY, H. J.; VOCKEROTH, J. R.; WOOD, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Volume 1. 1981.
- MCKNIGHT, B. E. The Washing Away of Wrongs: Forensic Medicine in Thirteenth-Century China. Michigan, Estados Unidos de América. Center for Chinese Studies The University of Michigan, 173 p. 1981.
- MILLER, M. L., et al. Isolation of amitriptyline and nortriptyline from fly puparia (Phoridae) and beetle exuviae (Dermestidae) associated with mummified human remains [online]. Journal of Forensic Science, 1994, vol. 39, no 5, p. 1305-1313. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.1520/JFS13717J.
- MOLINA C, Humberto.; NAVA H, Manuel.; GUTIERREZ R, Samuel.; LUY Q, Jesús; GALINDO M, Nora. Contribución a la identificación de *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera, Calliphoridae), díptero de interés forense. (s.f).
- MOLINA C., Humberto. A. Conformación del Laboratorio de Entomología Forense en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF). 2009. Tesis Doctoral. Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias-UNAM: México.
- MONA, Sundus, et al. Forensic entomology: a comprehensive review. Advancements in Life Sciences, 2019, vol. 6, no 2, p. 48-59.
- MONK, Emily, et al. Key to the carrion beetles (Silphidae) of Colorado & neighboring states. 2016.
- MYSKOWIAK, Jean-Bernard; DOUMS, Claudie. Effects of refrigeration on the biometry and development of *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae) and its consequences in estimating post-mortem interval in forensic investigations [online]. Forensic Science International, 2002, vol. 125, no 2-3, p. 254-261. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1016/s0379-0738(02)00003-8
- NABITY, P. D.; HIGLEY, Leon G.; HENG-MOSS, T. M. Light-induced variability in development of forensically important blow fly *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) [online]. Journal of medical entomology, 2007, vol. 44, no 2, p. 351-358. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1603/0022-2585(2007)44[351:lvidof]2.0.co;2
- NABITY, P. D.; HIGLEY, Leon G.; HENG-MOSS, Tiany M. Effects of temperature on development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) and use of developmental data in determining time intervals in forensic entomology. Journal of medical entomology, 2006, vol. 43, no 6, p. 1276-1286.

- NIEDEREGGER, Senta; PASTUSCHEK, Jana; MALL, Gita. Preliminary studies of the influence of fluctuating temperatures on the development of various forensically relevant flies [online]. *Forensic Science International*, 2010, vol. 199, no 1-3, p. 72-78. [viewed 21 February 2018]. Available from: 10.1016/j.forsciint.2010.03.015
- NORRIS, K. R. The bionomics of blow flies [online]. *Annual review of Entomology*, 1965, vol. 10, no 1, p. 47-68. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1146/annurev.en.10.010165.00040
- NÚÑEZ V., Caronlina. Identificación taxonómica y sucesión ecológica de la entomofauna asociada a cadáveres de cerdo (*Sus scrofa*) y ciclo de vida de *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2011.
- NÚÑEZ Y, Fernanda M. Silphidae (coleóptera) de México: clave ilustrada y catálogo taxonómico" producción de materiales educativos opción paquete didáctico. 2005.
- OLIVEIRA C., Janyra; MELLO P., Cátia A. Application of forensic entomology to estimate of the postmortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Police Department in Brazil. *Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 2004, vol. 5, no 1, p. 40-44.
- OSUJI, Fabian NC. Some aspects of the biology of *Dermestes maculatus* DeGeer (Coleoptera, Dermestidae) in dried fish [online]. *Journal of Stored Products Research*, 1975, vol. 11, no 1, p. 25-31. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1016/0022-474x(75)90058-2
- PAI, Chung-Yen, et al. Application of forensic entomology to postmortem interval determination of a burned human corpse: a homicide case report from southern Taiwan [online]. *Journal of the Formosan Medical Association*, 2007, vol. 106, no 9, p. 792-798. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1016/s0929-6646(08)60043-1
- PAPE, Thomas, et al. Catalogue of the Sarcophagidae of the world (Insecta: Diptera). Associated Publishers, 1996.
- PASTRANA O., Elba. Identificación y abundancia estacional de insectos y ácaros del suelo bajo carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2008.
- PAULA, Michele C., et al. New method for estimating the post-mortem interval using the chemical composition of different generations of empty puparia: Indoor cases [online]. *PloS one*, 2018, vol. 13, no 12. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.1371/journal.pone.0209776

- PAYNE, Jerry A. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus [online]. Ecology, 1965, vol. 46, no 5, p. 592-602. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.2307/1934999
- PECK, Stewart B. 21. Silphidae Latreille, 1807. American Beetles, Volume I: Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia, 2000, p. 268.
- POHJOISMÄKI, J. L. O.; KARHUNEN, P. J.; GOEBELER, S.; SAUKKO, P.; SÄÄKSJÄRVI, I. E. Indoors forensic entomology: Colonization of human remains in closed environments by specific species of sarcosaprophagous flies [online]. Forensic Science International, 2010 199(1-3), 38–42. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1016/j.forsciint.2010.02.033
- PRUESS, Kenneth P. Day-degree methods for pest management [online]. Environmental Entomology, 1983, vol. 12, no 3, p. 613-619. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1093/ee/12.3.613
- QUIROZ M., Humberto. Compendio: Taller internacional en entomología forense. Entomología Forense en Nuevo León, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2009.
- RAJAGOPAL, Kavitha, et al. Estimated post-mortem intervals (PMI) of pathologist and entomologist in Malaysia: a comparison. Proc ASEAN Congr Trop Med Parasitol, 2008, vol. 3, p. 21-7.
- RAMOS P., Yardany; WOLFF, Marta. Postmortem interval estimation based on *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) in a forensic case in the Andean Amazon, Caquetá, Colombia [online]. Acta Amazonica, 2017, vol. 47, no 4, p. 369-374. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1590/1809-4392201700392
- REED JR, H. B. A study of dog carcass communities in Tennessee, with special reference to the insects [online]. American midland naturalist, 1958, p. 213-245. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.2307/2422385
- REIBE, Saskia; DOETINCHEM, Philip; MADEA, Burkhard. A new simulation-based model for calculating post-mortem intervals using developmental data for *Lucilia sericata* (Dipt.: Calliphoridae) [online]. Parasitology research, 2010, vol. 107, no 1, p. 9-16. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.1007/s00436-010-1879-x
- REIBE, Saskia; MADEA, Burkhard. How promptly do blowflies colonise fresh carcasses? A study comparing indoor with outdoor locations [online]. Forensic Science International, 2010, vol. 195, no 1-3, p. 52-57. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.1016/j.forsciint.2009.11.009 (b)
- REIBE, Saskia; MADEA, Burkhard. Use of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) for post-mortem interval estimation indoors [online]. Parasitology research,

2010, vol. 106, no 3, p. 637-640. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.1007 / s00436-009-1713-5 (a)

REITER, C.; HAJEK, P. Age-dependent changes in the intestinal contents of blowfly maggots--a study method in the framework of forensic determination of the time of death. *Zeitschrift fur Rechtsmedizin. Journal of legal medicine*, 1984, vol. 92, no 1, p. 39-45.

RICHARDS, Cameron S., et al. Virtual forensic entomology: improving estimates of minimum post-mortem interval with 3D micro-computed tomography [online]. *Forensic science international*, 2012, vol. 220, no 1-3, p. 251-264. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.1016/j.forsciint.2012.03.012

RICHARDSON, Michael S.; GOFF, M. Lee. Effects of temperature and intraspecific interaction on the development of *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae) [online]. *Journal of Medical Entomology*, 2001, vol. 38, no 3, p. 347-351. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.1603/0022-2585-38.3.347

RÍOS R. Estefany. Abundancia estacional de adultos de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae sobre carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2009.

RIVERA R., J.L. Abundancia estacional de formas inmaduras (larvas LIII) de la familia Calliphoridae (Díptera: Calliphoridae) sobre carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2013.

RIVERS, D. B.; THOMPSON, C.; BROGAN, R. Physiological trade-offs of forming maggot masses by necrophagous flies on vertebrate carrion. *Bulletin of entomological research*, 2011, vol. 101, no 5, p. 599-611.

RIVERS, David B.; DAHLEM, Gregory A. *The science of forensic entomology*. John Wiley & Sons, 2014.

ROCHFORT, Sabrina, et al. Key to forensically important Piophilidae (Diptera) in the Nearctic Region. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 2015, vol. 27.

RODRÍGUEZ C., Daniel; COTES T., Jose Miguel; CURE, José R. Comparison of eight degree-days estimation methods in four agroecological regions in Colombia. *Bragantia*, 2012, vol. 71, no 2, p. 299-307.

RODRÍGUEZ O, Karla Paola, et al. Literatura científica sobre artrópodos asociados a cadáveres: estudio observacional [online]. *Acta universitaria*, 2015, vol. 25, no 6, p. 20-29. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.15174/au.2015.824

- RODRIGUEZ, William C.; BASS, William M. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee. *Journal of Forensic Science*, 1983, vol. 28, no 2, p. 423-432.
- RODRÍGUEZ-CASTRO, Violeta Ariadna, et al. Insectos Presentes en Necrotrampas Expuestas y Enterradas en Cadereyta Jiménez, Nuevo León, México. *Southwestern Entomologist*, 2016, vol. 41, no 3, p. 741-750. [viewed 21 February 2018]. Available from: <https://doi.org/10.3958/059.041.0316>
- ROE, Amanda; HIGLEY, Leon G. Development modeling of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *PeerJ*, 2015, vol. 3, p. e803.
- ROJAS O, Daniel. Identificación y abundancia estacional de géneros de la familia Calliphoridae sobre carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2008.
- ROUX, O.; GERS, C.; LEGAL, L. Ontogenetic study of three Calliphoridae of forensic importance through cuticular hydrocarbon analysis. *Medical and veterinary entomology*, 2008, vol. 22, no 4, p. 309-317.
- ROYAL ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF LONDON. Handbooks for the identification of British insects. 1959.
- SALAZAR G, Isabel. Entomofauna asociada a la descomposición de cadáveres de cabritos (*Capra aegagrus hircus*) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2017.
- SALDIVAR C, Aldo. Requerimientos de temperatura para el desarrollo de las moscas de la Familia Calliphoridae en una zona urbana semidesértica de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2010.
- SALLEH, Ahmad Firdaus Mohd, et al. Review of forensic entomology cases from kuala lumpur hospital and hospital universiti kebangsaan Malaysia, 2002. *J. Trop. Med. Parasitol*, 2007, vol. 30, p. 51-54.
- SANIT, S., et al. Morphology and identification of fly eggs: application in forensic entomology. *Tropical biomedicine*, 2013, vol. 30, no 2, p. 325-337.
- SCHOENLY, Kenneth, et al. Quantifying statistical uncertainty in succession-based entomological estimates of the postmortem interval in death scene investigations: a simulation study [online]. *American Entomologist*, 1996, vol. 42, no 2, p. 106-112. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1093/ae/42.2.106
- SHANNON, C. E.; WIENER, W. The mathematical theory of communication, urbana University of Illinois press, chicago. 1949.
- SHARMA, Anika; BALA, Madhu. Case Study and PMI Estimation of Male Corpse from Ludhiana, Punjab, India: An Implication of ADH Method [online]. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 2016, vol. 10, no 2, p. 28-33.

[viewed 21 February 2018]. Available from: 10.5958/0973-9130.2016.00056.6.

SHARMA, Anika; BALA, Madhu; SINGH, Neha. Five case studies associated with forensically important entomofauna recovered from human corpses from Punjab, India [online]. *J Forensic Sci & Criminal Inves*, 2018, vol. 555721. [viewed 21 February 2018]. Available from: 10.19080/JFSCI.2018.07.555721.

SHARMA, Ruchi; GARG, Rakesh Kumar; GAUR, J. R. Various methods for the estimation of the post mortem interval from Calliphoridae: A review [online]. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 2015, vol. 5, no 1, p. 1-12. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1016/j.ejfs.2013.04.002

SHEWELL, G. 1987. Sarcophagidae, pp. 1159-1186. En: McAlpine, J.; Peterson, B.; Shewell, G.; Teskey, H.; Vockeroth, J.; Wood, D. (Eds.). *Manual of Nearctic Diptera. Volumen II. Research Branch, Agriculture Canada, Monograph 28. Ottawa, Canada. 1332 p.*

SILVA S, Brenda G. Efecto de tres líquidos de ignición, derivados del petróleo (gasolina, diesel y thinner) en la colonización y sucesión en insectos necrófagos, y su determinación y efecto en larvas de *Chrysomya rufifacies* (Macquart)(Diptera: Calliphoridae). 2018. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León.

SILVA S, Brenda G., et al. Entomofauna presente en necrotrampas impregnadas y calcinadas con iniciadores de incendio. *Entomología mexicana*, 2019.

SIMMONS, Perez, et al. The ham beetle, *Necrobia rufipes* DE GEER. Govern. Print. Office, 1925.

SINGH, D.; BALA, M. Studies on larval dispersal in two species of blow flies (Diptera: Calliphoridae). *J Forensic Res*, 2010, vol. 1, p. 1-3.

SIVELL, O. *Phormia regina* (Meigen) (Diptera, Calliphoridae) in Britain. 2018.

SLONE, D. H.; GRUNER, Susan V. Thermoregulation in larval aggregations of carrion-feeding blow flies (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology*, 2007, vol. 44, no 3, p. 516-523.

SMEETON, W. M. I., et al. Insects associated with exposed human corpses in Auckland, New Zealand [online]. *Medicine, Science and the Law*, 1984, vol. 24, no 3, p. 167-174. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1177/002580248402400304

SMETANA, Aleš. Revision of the genus *Hydrochara* Berth.(Coleoptera: Hydrophilidae) [online]. *The Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 1980, vol. 112, no S111, p. 1-100. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.4039/entm112111fv

- SMITH, K. G. V. A manual of forensic entomology. Trustees of the British Museum. Natural History and Cornell University Press, London, United Kingdom, 1986.
- SNYDER, Richard L. Hand calculating degree days [online]. Agricultural and forest meteorology, 1985, vol. 35, no 1-4, p. 353-358. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1016/0168-1923(85)90095-4
- SOLÍS E., Elton. Estudio entomotoxicológico de paratión, carbofurano y cocaína en larvas de mosca carroñera de interés médico forense en el estado de Nuevo León. 2014. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- STINNER, R. E.; GUTIERREZ, A. P.; BUTLER, G. D. An Algorithm for Temperature-Dependent Growth Rate Simulation [online]. The Canadian Entomologist, 1974, vol. 106, no 5, p. 519-524. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.4039/ent106519-5
- STOJANOVICH, C. J.; PRATT, H. D.; BENNINGTON, E. E. Fly larvae: Key to some species of public health importance. US Department of Health, Education and Welfare. Public Health Service, communicable Disease Center, Training Branch, Atlanta, Georgia, 1962.
- SUKONTASON, Kabkaew L., et al. First report of human myiasis caused by *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) in Thailand, and its implication in forensic entomology. Journal of Medical Entomology, 2005, vol. 42, no 4, p. 702-704. doi:10.1093/jmedent/42.4.702
- SUKONTASON, Kabkaew L., et al. Identifying fly puparia by clearing technique: application to forensic entomology [online]. Parasitology Research, 2007, vol. 101, no 5, p. 1407-1416. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.1007/s00436-007-0660-2 (a)
- SUKONTASON, Kabkaew L., et al. Morphology of puparia of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae), a fly species of medical and forensic importance [online]. Parasitology research, 2006, vol. 98, no 3, p. 268. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1007/s00436-005-0052-4
- SUKONTASON, Kom, et al. Forensic entomology cases in Thailand: a review of cases from 2000 to 2006 [online]. Parasitology Research, 2007, vol. 101, no 5, p. 1417. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi:10.1007/s00436-007-0659-8 (b)
- SUKONTASON, Kom, et al. Morphology and developmental rate of blowflies *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies* in Thailand: application in forensic entomology [online]. Parasitology Research, 2008, vol. 102, no 6, p. 1207-1216. [viewed 21 February 2018]. Available from: doi: 10.1007/s00436-008-0895-6
- SZPILA, Krzysztof. Key for the identification of third instars of European blowflies (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance [online]. En Current concepts

- in forensic entomology. Springer, Dordrecht, 2009. p. 43-56. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi:10.1007/978-1-4020-9684-6_3
- THYSSEN, Patricia J. Keys for identification of immature insects [online]. En Current concepts in forensic entomology. Springer, Dordrecht, 2009. p. 25-42. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi: 10.1007/978-1-4020-9684-6_2
- TOMBERLIN, J. K., et al. Assessment of decomposition studies indicates need for standardized and repeatable research methods in forensic entomology [online]. Journal of Forensic Research, 2012, vol. 3, no 5, p. 1-10. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi: 10.4172/2157-7145.1000147
- TREVILLA-REBOLLAR, Antonio; DELOYA, Cuauhtémoc; PADILLA-RAMÍREZ, Jorge. Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. Neotropical Entomology, 2010, vol. 39, no 4, p. 486-495.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, Norman F. Borror and delong's introduction to the study of insects. Brooks. Cole, Belmont, California, USA, 2005.
- TRUDGILL, D. L., et al. Thermal time—concepts and utility. Annals of Applied Biology, 2005, vol. 146, no 1, p. 1-14.
- TRUMBLE, J. T.; PIENKOWSKI, R. L. Development and survival of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) at selected temperatures and photoperiods. Proc Entomol Soc Wash, 1979, vol. 81, no 2, p. 207-210.
- UBERO P. N., et al. Microscopy and forensic entomology. Microscopy: science, technology, applications and education. Microscopy Book Series, 2010, no 4, p. 1548-1556.
- VALDÉS, P. M. T. Estudio inicial de insectos sobre carroña de cerdo en un área semidesértica de Coahuila (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: Torreón, Coahuila, 2009.
- VALDÉS, P. M. T., et al. Artrópodos de importancia forense sobre carroña de cerdo en el semidesierto de Coahuila, México. Entomología Mexicana, 2008, vol. 7, p. 692-697.
- VALDEZ, R. Jesús. Gramíneas de Coahuila. 2015.
- VANLAERHOVEN, Sherah L.; ANDERSON, Gail S. Implications of using development rates of blow fly (Diptera: Calliphoridae) eggs to determine postmortem interval. Journal of the Entomological Society of British Columbia, 2001, vol. 98, p. 189-194.
- VASCONCELOS, Simão Dias; COSTA, Diego Leonel; OLIVEIRA, Diego Leandro. Entomological evidence in a case of a suicide victim by hanging: first collaboration between entomologists and forensic police in north-eastern

- Brazil [online]. Australian Journal of Forensic Sciences, 2019, vol. 51, no 2, p. 231-239. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi:10.1080/00450618.2017.1356870
- VERGARA P. Santiago. Arribo y dispersión de algunas moscas (Diptera: Calliphoridae) con importancia forense en Saltillo, Coahuila. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2011.
- VERGARA P., Santiago, et al. Dispersión espacial de larvas de *Lucilia sericata* y *Calliphora coloradensis* (Diptera: Calliphoridae) en etapa de postalimentación/Postfeeding larvae spatial dispersion of *Lucilia sericata* and *Calliphora coloradensis* (Diptera: Calliphoridae). Revista Colombiana de Entomología, 2012, vol. 38, no 1, p. 97.
- VILLET, Martin H.; RICHARDS, Cameron S.; MIDGLEY, John M. Contemporary precision, bias and accuracy of minimum post-mortem intervals estimated using development of carrion-feeding insects [online]. En Current concepts in forensic entomology. Springer, Dordrecht, 2009. p. 109-137. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi:10.1007/978-1-4020-9684-6_7
- WAGNER, Terence L., et al. Modeling insect development rates: a literature review and application of a biophysical model [online]. Annals of the Entomological Society of America, 1984, vol. 77, no 2, p. 208-220. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi: 10.1093/aesa/77.2.208
- WELLS, J. D.; LAMOTTE, Lynn R. Estimating maggot age from weight using inverse prediction. Journal of Forensic Science, 1995, vol. 40, no 4, p. 585-590.
- WELLS, Jeffrey D.; BYRD, Jason H.; TANTAWI, Tarek I. Key to third-instar Chrysomyinae (Diptera: Calliphoridae) from carrion in the continental United States [online]. Journal of Medical Entomology, 1999, vol. 36, no 5, p. 638-641. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi: 10.1093/jmedent/36.5.638
- WHITWORTH, Terry. Claves para Géneros y especies de moscas califóridas (Díptera: Calliphoridae) de América al norte de México. Proc. Entomol. Soc. Wash, 2006, vol. 108, no 3, p. 689-725.
- WILCHES, D. M., et al. A review of diapause and tolerance to extreme temperatures in dermestids (Coleoptera). Journal of Stored Products Research, 2016, vol. 68, p. 50-62.
- WILLIAMS, H.; RICHARDSON, A. M. M. Growth energetics in relation to temperature for larvae of four species of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae). Australian Journal of Ecology, 1984, vol. 9, no 2, p. 141-152.
- WILLIAMS, Kirstin A., et al. Nocturnal oviposition behavior of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in the southern hemisphere (South Africa and Australia) and

its forensic implications [online]. Forensic science, medicine, and pathology, 2017, vol. 13, no 2, p. 123-134. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi:10.1007/s12024-017-9861-x

WILLIAMS, Kirstin A.; LAMB, Jennifer; VILLET, Martin H. Phylogenetic radiation of the greenbottle flies (Diptera, Calliphoridae, Luciliinae). ZooKeys, 2016, no 568, p. 59.

WILLIAMS, Kirstin A.; VILLET, Martin H. Morphological identification of *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* and their hybrids (Diptera, Calliphoridae) [online]. ZooKeys, 2014, no 420, p. 69. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi: 10.3897/zookeys.420.7645

WILSON, L.; BARNETT, W. Degree-days: an aid in crop and pest management. California Agriculture, 1983, vol. 37, no 1, p. 4-7.

WOLFF, Marta, et al. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia [online]. Forensic science international, 2001, vol. 120, no 1-2, p. 53-59. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi: 10.1016/s0379-0738(01)00422-4

YUSSEFF V, Sohath Z. 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. 2007. Tesis Doctoral.

ZEPEDA C., Irma Guadalupe, et al. Diversidad de insectos en necrotrampas expuestas a dos condiciones en el Ojase, Salinas Victoria, Nuevo León, México. Entomología Médica y Forense, 2015, vol. 2, p. 648-654.

ZHU, Guang H., et al. Puparial case hydrocarbons of *Chrysomya megacephala* as an indicator of the postmortem interval [online]. Forensic Science International, 2007, vol. 169, no 1, p. 1-5. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi: 10.1016/j.forsciint.2006.06.078

ZUBEN, C. J., et al. Theoretical approaches to forensic entomology: I. Mathematical model of postfeeding larval dispersal [online]. Journal of Applied Entomology, 1996, vol. 120, no 1-5, p. 379-382. [viewed 12 November 2018]. Available from: doi:10.1111/j.1439-0418.1996.tb01623.x

ZUMPT, Fritz, et al. Myiasis in man and animals in the Old World. A textbook for physicians, veterinarians and zoologists. Myiasis in Man and Animals in the Old World. A Textbook for Physicians, Veterinarians and Zoologists., 1965.

ANEXOS

Caso 7

Considerando que cada ejemplo es valioso, se añade el siguiente caso que pertenece a un área distinta a la zona de estudio.

El cadáver fue localizado a una hora aproximadamente de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (Torreón, Coahuila), durante el otoño. Los animales del área, se habían alimentado de los restos. Cerca del 90% de los tejidos blandos ya no se encontraban. El IPM proporcionado fue de un mes.

Las muestras consistían en abundantes adultos de *N. rufipes*, un inmaduro de 12 mm de *Dermestes haemorroidalis*. Junto a una muda de la cutícula de este género con una longitud similar.

El clima en esta zona es definido como semidesértico o estepario, de acuerdo a la clasificación climática por Köppen, modificado por García (1973). El cadáver estuvo expuesto a una temperatura que oscilaba los 23°C para la fecha del hallazgo y un mes antes (CONAGUA, 2018).

Byrd y Tomberlin (2019) mencionan que la familia Dermestidae es frecuente en la etapa de descomposición de restos secos. Y que la presencia de membranas peritróficas que esta familia produce como consecuencia de su alimentación, digestión y excreción, podrían indicar de cuatro meses hasta 10 años, en el proceso de descomposición. Vergara (2011) menciona su abundancia en el día 114 del monitoreo. Sin embargo no se menciona la presencia de estas.

Durante el monitoreo de otoño, con una temperatura media de 17°C, se colectaron estadios larvales de *Dermestes haemorroidalis* de 12 mm y adultos de *N. rufipes* durante el estado de descomposición de restos secos, identificado entre los 41-50 días, para tal fecha no se encontraron mudas de cutícula de este género ni membranas peritróficas.

Valdés (2009) realizó en octubre del 2007 un monitoreo con siete cerdos de 22 kg en el campo experimental de la UAAAN Unidad Laguna, ubicado en el ejido de San Antonio de los Bravos, Municipio de Torreón, Coahuila. Reportando una temperatura media de 25°C. En dicho estudio midió la pérdida de biomasa, reportando a los diez días de la muerte una pérdida del 77%, al final de la etapa de descomposición avanzada, período, en el que se encontraron larvas de la familia dermestidae y adultos de *N. rufipes*. Cuya presencia continúa en la etapa de restos secos, identificada entre los 11 y 81 días.

Retomando los datos de ciclo de vida de Smith (1986) para *D. haemorroidalis* el tiempo desde la ovipostura hasta completar el desarrollo larval se encuentra entre 56 y 126 días. Mientras que Coombs (1979) menciona un tiempo de huevecillo hasta el final del período larval de 89 días a 20°C y 48 días a 25°C. Martín-Vega et al. (2017) reportan a 25°C, el mismo desarrollo, en tres especies del género *Dermestes* entre 70 y 82 días, así como diferentes cantidades de ecdisis o mudas dependiendo de la temperatura, siendo entre 4 y 5 ecdisis a 25°C, mientras en los extremos, es decir a 15°C y 35°C el número de ecdisis aumenta a ocho o nueve y discuten sobre que las larvas de *Desmestes* pueden mostrar un número inconsistente de estadios, cuya variación se relaciona a factores ambientales y genéticos. En su artículo de revisión Wilches et al. (2016) solo cita el estudio de Coombs (1979) en cuanto a *D. haemorroidalis*, dejando en blanco el apartado para números de estadios larvales que se pueden encontrar durante su desarrollo, lo que denota la falta e importancia de estudios sobre desarrollo y requerimiento calórico para esta especie.

Hu et al. (2020) mencionan que a 25°C *N. rufipes* requiere entre 62 y 70 días para completar su desarrollo desde huevo hasta adulto. A 22°C entre 110 y 116 días.

El IPM podría encontrarse entre los diez y los 126 días.