

LA ENTOMOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN EN CRIMINALÍSTICA



Violeta Ariadna Rodríguez Castro, Déborah Esther Veloz Barocio,
Ilan Humberto Quiroz González, Humberto Quiroz-Martínez

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Entomología; Manuel Barragán y Pedro de Alba, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León; CP 66455, correo electrónico humberto.quirozmr@uanl.edu.mx, insectouanl@gmail.com



En México la investigación en criminalística ha incorporado otras ciencias y disciplinas que han mejorado el proceso para esclarecer un hecho delictivo. Las evidencias biológicas (pelos, plumas, ADN) han despertado mayor interés en los últimos años, entre estas encontramos también a la Entomología Forense. Aun y cuando se relaciona a los que insectos que podemos encontrar en un cadáver, la realidad es que involucra también las plagas de productos almacenados y urbanas. Entomología Médico Legal o Médico Criminal son términos adecuados para hacer referencia de los artrópodos de un individuo en estado de descomposición o cadáver y cuyo resultado de análisis puede ser usado como una evidencia o indicio en una investigación en criminalística.

La Criminalística es una ciencia natural y penal que mediante la aplicación de sus conocimientos, metodología y tecnología en el estudio de los indicios o evidencias físicas asociativas investiga, descubre y verifica de manera científica un hecho presuntamente delictuoso, al o los presuntos autores y sus cómplices; además aporta las pruebas materiales y periciales a los órganos que procuran y administran justicia mediante estudios identificativos, reconstructivos e informes o dictámenes expositivos y demostrativos (Montiel-Sosa 1978).

La Criminalística se apoya con otras ciencias las cuales asumen como objetivo establecer las normas con técnicas adecuadas para la protección, observación y fijación de los escenarios dónde ocurren los hechos; al igual investiga métodos y técnicas para examinar, levantar, embalar, etiquetar y suministrar al laboratorio para su estudio los indicios asociados a los hechos.

La palabra indicio proviene del latín *indicum* que desde el punto de vista de la criminología se refiere a rastro, vestigio o huella, ya sea del delito, del autor o de la víctima. Como concepto se refiere a la evidencia física o material, es decir todo objeto, instrumento, huella, marca, rastro, señal o vestigio que se usa en la comisión de un hecho. Los indicios y evidencias en la escena del delito pueden encontrarse en campo abierto, cerrado o vehículos. Con su estudio se logra la identificación de los autores, recopilación de pruebas de la comisión de un hecho, la reconstrucción del mecanismo del hecho, puesto que son conocidos como testigos mudos que no mienten.

Los indicios pueden ser 1) Determinables, aquellos cuya naturaleza física no requiere de un análisis de su composición y estructuración, sino sólo de un examen cuidadoso a simple vista o con auxilio de lentes de aumento (escrituras, armas de fuego, balas, etcétera); 2) No determinables, los que requieren de un análisis completo (manchas de sangre, semen, etcétera); 3) Asociativos, los relacionados con el hecho que se investiga. 4) No asociativos, son apreciados en el lugar de los hechos, pero no tienen relación con él. Ante la anterior clasificación, donde quedan las evidencias o indicios biológicos, indudablemente estarían dentro de la categoría de No Determinables, ya que requieren un análisis, ya sea de insectos, de muestras de sangre, o aislamiento de ADN

El manejo inadecuado de las evidencias conduce a su contaminación, deterioro o destrucción, siendo esta última la causa más frecuente que impide su posterior examen en el laboratorio. Por esta razón, cuando llegue el momento de proceder a su levantamiento se debe realizar con la técnica más apropiada con el fin de evitar su alteración. Por lo anterior, se hacen las siguientes recomendaciones: 1) deben manipularse lo menos posible, 2) se debe coleccionar una cantidad numerosa, ya que parte de ellas se consume en el análisis de laboratorio; 3) es necesario evitar contaminarla con instrumentos que se utilicen para su levantamiento; 4) levantarla por separado, y 5) preservarla de acuerdo al fin de su utilización.

ELEMENTOS DE LA RECOLECTA DE INSECTOS EN EL CADÁVER CON FINES CRIMINALÍSTICAS

Nada debe ser tomado o movido del cadáver sin la autorización de la persona responsable de la investigación. Evitar en lo posible la contaminación del cuerpo que pueda ocasionar conflictos durante la toma de evidencias. Las muestras deberán tomarse de los orificios naturales, de las heridas, debajo del cuerpo, en los pliegues y bolsas de la ropa, zapatos, calcetines, de cualquier envoltura que cubra el cuerpo (alfombra, sábanas, bolsas de plástico); inclusive de la bolsa en que el cadáver es transportado a la instalación donde realizarán la autopsia (Amendt et al., 2007).



Las muestras deberán ser tomadas con pinzas de punto fino. Se toman las fases inmaduras y se colocan dentro de frascos viales, las larvas de moscas podrán ser tratados de manera diferente dependiendo el uso que se les dará: si son para identificación deberá provocárseles la muerte en agua caliente para después ser preservadas en alcohol etílico al 70%; la temperatura alta provoca que el cuerpo se extienda y quedarán visibles todas las regiones del cuerpo requeridas para su identificación.

En ocasiones para los estudios taxonómicos se requiere la fase adulta para la identificación o corroboración de la especie. Si esto es necesario, lo recomendable es contar con recipientes de plástico de un litro que contengan trozos de hígado fresco (obtenidos de una carnicería) para que las larvas tengan alimento y puedan ser transportadas al laboratorio para mantenerlas bajo condiciones ambientales controladas para que alcancen la etapa adulta.

Estudios recientes han demostrado que del contenido estomacal de las larvas se puede obtener material genético que podría apoyar la investigación en criminalística. Si existe el interés por obtener este material, las larvas de moscas no deberán permanecer mucho tiempo en los medios preservadores, ya que esta sustancia dificulta la obtención del ADN (Di Luise, 2007; Guerra-Serrato, 2010). Tampoco deben utilizarse las larvas reservadas para la crianza con

la técnica que se describió en el párrafo anterior. Lo recomendable es portar un recipiente en el que las larvas se puedan mantener a bajas temperaturas, pero si esto no es posible, pueden dejarse solamente el tiempo necesario requerido para su transporte desde el lugar de los hechos al laboratorio.

Una de las principales aportaciones de la Entomología a la investigación en criminalística es la recolecta, preservación, identificación y proceso curatorial adecuados de los insectos presentes en un cadáver; gracias a los cuales el entomólogo puede generar la información, recayendo en el personal de las instancias de la procuraduría de justicia su utilización en investigaciones legales.

El entomólogo es capaz de generar información relacionada con la sucesión de insectos en el proceso de descomposición de un cuerpo; de determinar la distribución de las especies de insectos de importancia forense (Figura 1), elaborar curvas de crecimiento y determinar las unidades calor en términos de horas calor acumuladas, recolectar y preservar insectos para determinar la presencia de sustancias tóxicas o drogas en el cuerpo del insecto, la aplicación de técnicas moleculares o bioquímicas para obtención de los perfiles genéticos y estructurales, así como otros estudios donde se involucran a los insectos con aspectos relevantes de su aplicación en las ciencias forenses.



Figura 1. Colecta de insectos de importancia forense de necrotrampa enterrada en el Ojase, salinas Victoria, Nuevo León

SUCESIÓN DE INSECTOS EN EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DE UN CADÁVER

Se han utilizado diferentes medios para el análisis de las especies de insectos necrófagos asociadas a un cadáver. Una de las mejores fuentes de información proviene de los mismos casos de homicidios previos que cuentan con registros detallados de las especies encontradas. Diversos autores han recopilado información valiosa a partir de numerosos estudios de caso en los que se describen las circunstancias bajo las cuales se presentan diferentes especies y la forma en que contribuyen a la resolución de crímenes (Benecke, 2004; Nava-Hernández et al., 2007; Quiroz-Martínez y Rodríguez-Castro, 2007; Molina-Chávez et al., 2010; Simmons et al., 2010).

De esta forma y por primera vez se han obtenido registros de especies de insectos con importancia forense, como es el caso de *Chrysomya rufifacies* Macquart que fue informada en Tailandia en un cuerpo sin vida de un varón de 40 años de edad, aun cuando no existían registros previos de este califórido para la región del hallazgo (Sukontason et al., 2001). De forma similar, *Megaselia scalaris* (Loew) que fue encontrada por primera vez en el sur de Italia durante la exhumación de un cuerpo (Campobasso et al., 2004).

Conforme ha cobrado interés la Entomología Forense, se ha hecho énfasis en la ecología de las comunidades de insectos sarcosaprófagos. Los estudios más frecuentes en este campo han sido aquellos encaminados a describir la sucesión de especies en cadáveres. Para fines científicos, el cuerpo humano constituye la mejor y más confiable fuente de información forense (Byrd & Castner, 2001; Vergara-Pineda et al., 2009).

Los restos humanos son difíciles de conseguir por lo que dificultan los estudios con este tipo de cadáveres, además de requerir sitios especiales donde llevar a cabo los estudios. Por esta razón, el cerdo *Sus scrofa* ha sido considerado como el modelo más apropiado en estudios forenses. Es un animal omnívoro, tiene fauna intestinal que se asemeja a la del humano, carece relativamente de pelo y tiene una piel muy similar a la del humano (Anderson & VanLaerhoven 1996).



Imágenes de necrotrampas simulando la forma de hallazgo de un cuerpo en descomposición, figura 2 Cubierta con ropa, 3, encajuelado, 4 dentro de bolsas para basura y 5 expuesta.

La estructura de las comunidades de insectos y tasas de descomposición en cuerpos de humanos de adultos e infantes fueron comparados con aquellos presentes en el cerdo, encontrando que no existe diferencia significativa en la composición. La putrefacción de cerdos sucede al mismo ritmo que en los seres humanos que tienen el mismo peso (Campobasso et al., 2001).

Cadáveres de todo tipos y tamaños han sido utilizados en estudios de descomposición, el listado incluye ovejas (Deonier, 1940), conejillos de indias (Bornemissza, 1957), cerdos (Payne 1965; Tullis & Goff, 1987; Haskell, 1989; Anderson & VanLaerhoven, 1996; Tessmer & Meek, 1996; Richards & Goff, 1997; Byrd, 1998; deCarvalho et al., 1999; Shaid et al., 1999; Davis & Goff, 2000; deCarvalho y Linhares, 2001; Wolff et al., 2001; Tenorio et al., 2003; Watson & Carton, 2003; Centeno, 2007; Gruner et al., 2007; Quiroz-Martínez & Rodríguez-Castro, 2007; Flores-Pérez et al., 2007; Biavati et al., 2010; Molina-Chávez et al., 2010; Sabauoglu & Sert, 2010; Simmons et al., 2010; Mulieri et al., 2012), zorros (Easton & Smith, 1970; Smith, 1975), lagartijas y sapos (Cornaby, 1974), conejos (Denno & Cothran, 1975; Tantawi et al., 1996; Bourel et al., 1999; Calderon-Arguedas et al., 2007; Simmons et al., 2010; Bachman & Simmons, 2010). El listado continua con ardillas (Johnson, 1975), ratones de campo (Lane, 1975) elefantes (Coe, 1978), ratones (Putnam, 1978; Blackith & Blackith, 1989), impala (Braack, 1981), perros (Jiron & Cartin, 1981; Early & Goff, 1986; Richards & Goff, 1997), tortugas (Abell et al., 1982), focas (Lord & Burger, 1984b), gaviotas (Lord & Burger, 1984^a), gatos (Early & Goff, 1986), ratas (Greenberg, 1990; Tomberlin & Adler, 1998; Faucherre et al., 1999; Kocarek, 2001; Simmons et al., 2010), aves de corral (Hall & Doisy, 1993; Quintero-Martínez et al., 2007), osos negros (Anderson, 1998; Peters, 2003; Watson & Carlton, 2003; Vannin et al., 2007), mapaches (Joy et al., 2002), lagartos (Watson & Carlton 2003), venados (Watson & Carlton 2003).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE INSECTOS DE IMPORTANCIA FORENSE

Las trampas son también de utilidad en circunstancias bajo las cuales el uso de cadáveres no es permitido por presentar molestias ya sea a las autoridades o a

la ciudadanía. El uso de trampas constituye un medio más conveniente cuando la finalidad del estudio no es el de determinar la sucesión de especies, sino mapear la distribución geográfica de las mismas, para lo cual es necesario un gran número de puntos de muestreo o colecta, lo que implica trapear tan extensivamente como sea posible, cualitativa y cuantitativamente, las especies en numerosas localidades (Chittaro et al. 2005). Trampas de botella, trampas aéreas, trampas NTP-80, trampas Schoenly son algunas frecuentemente utilizadas para coleccionar insectos de importancia forense (Quiroz-Rocha, 2007; Ordoñez et al., 2008).

Para cumplir con su cometido una trampa debe ser efectiva. El grado de efectividad variará de acuerdo al tipo de cebo utilizado. Muchos métodos de trapeo han sido utilizados para muestrear moscas (Hall & Doisy 1993). El hígado de res o cerdo son los medios más utilizados como carnada en trampas para dípteros (Byrd & Castner 2000). Se han realizado diversos estudios para determinar la atracción que diferentes cebos ejercen sobre los insectos sarcosaprófagos. Se encontró que el hígado con o sin sulfuro de sodio fue muy atractivo para varias especies del género *Lucilia*, entre ellas *L. sericata* (Meigen), así como *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy (Hutchinson, 2000; Chittaro et al., 2005).

La atracción de los cebos tales como cadáveres de ratas, pescado y vísceras de pollo fueron evaluados para la familia *Calliphoridae*, siendo el segundo el más atractivo (Figuroa-Roa, 2002). Las especies de la familia *Muscidae* expuestas a carne picada de res y cerdo, pescado, hígado de cerdo y heces humanas mostraron preferencia por este último atrayente, los miembros de la familia *Calliphoridae* lo fueron hacia el hígado, mientras que los *Sarcophagidae* arribaron por igual a todos los tipos de atrayentes.

Las trampas de botellas se componen de dos botellas de plástico suave claro usadas normalmente en las bebidas embotelladas (PET) (Figura 6); consisten en la cámara superior recolectora y la cámara inferior donde se coloca el cebo. La cámara recolectora se forma con las partes superiores de dos botellas (Cortando la parte inferior), una embonada dentro de la otra, en la botella superior se perforan pequeños agujeros de 1 mm de diámetro para su ventilación. La

Figura 6. Trampa de botella con adultos de la familia *Calliphoridae*



cámara del cebo se elabora con la parte inferior de una de las botellas, a ella se le realizan aberturas con un corte en forma de X, presionadas hacia el interior, y en el fondo de esta cámara se coloca el hígado de res como cebo.

Trampas de botella permiten obtener ejemplares en buenas condiciones para su identificación, además de proveer un sustrato para la oviposición de moscas (Norris, 1965). Diversos estudios se han realizado con estas trampas, con la ventaja de que pueden ser adaptadas a las condiciones especiales que requieran los estudios, por ejemplo, dejándolas en la superficie de la tierra, colgándolas en árboles, con cualquier tipo de cebo que se desee evaluar y con diferentes tiempos de exposición (Ferreira, 1978, 1983; Linhares, 1981; Hwang y Turner, 2005; Pérez-Valdez, 2007; Molina-Chávez et al., 2010).

Curvas de crecimiento

El periodo entre la muerte y el descubrimiento de un cadáver, llamado como intervalo postmortem (IPM), es de gran valía en la reconstrucción de los eventos que rodean a la muerte de un ser humano; los entomólogos pueden estimarlo usando las larvas más viejas que puedan encontrarse en los restos (Gallagher et al. 2010). Un gráfico que demuestre el crecimiento de las larvas por horas es de mucho apoyo para estimar el tiempo (Gráfica 1), pero aun seguirá siendo importante aplicar la metodología para determinar las unidades calor acumuladas expresadas en términos de horas para definir un tiempo más aproximado al momento de los hechos; es bien sabido que el desarrollo de los insectos se ve influenciado por la temperatura ambiental. Esta es la información que requiere ser obtenida bajo un



Gráfica 1. Línea de crecimiento de *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Diptera: Sarcophagidae)

esquema de localidad debido a las adaptaciones que la población de la misma especie ha adquirido a través del tiempo en su lugar de origen.

Toxinas o drogas en el cuerpo del insecto (entomotoxicología)

En una investigación criminal conocer si una persona fue expuesta a tóxicos antes de su muerte representa una información invaluable que contribuyen al esclarecimiento de la causa de muerte. Sin embargo, existe discrepancia en cuanto a los métodos de detección y correlación entre la concentración encontrada en los tejidos del cuerpo y la presente

en las larvas que se alimentan del cuerpo sin vida (Campobasso et al., 2004).

Establecer la identidad del tóxico o algún metabolito de su degradación presente en las larvas de mosca que se alimentan del cadáver ayudaría a estimar el tiempo postmortem o causa de muerte ya que los tóxicos pueden influir en el crecimiento, la rapidez de desarrollo y talla de los insectos necrófagos (Byrd & Castner, 2001). Un método analítico para la detección de paration y cocaína en larvas de *Ch. rufifacies* con resultados positivos fue desarrollado a través de un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrofotómetro de masas (Solís-Esquivel et al., 2010; Solís-Esquivel et al., 2016).

Tabla 1. Detección de Cocaína en Larvas de Dípteros Recolectados de Restos Humanos y Prendas de Vestir (Tomado de Solís-Esquivel et al 2016).

| Autopsia | Mecanismo de muerte | Sustancias detectadas en muestras humanas ^a | Material entomológico | Concentración de cocaína en material entomológico |
|-----------|---------------------------|--|--|---|
| Cadáver 1 | Desconocido | No analizado | C. macellaria L3 | <10 ng/g ^b |
| Cadáver 2 | Homicidio | No detectadas | S. haemorrhoidalis L2;L3 | No detectado |
| Cadáver 3 | Homicidio (arma de fuego) | Alcohol etílico, Cocaína | Ch. rufifacies L3; C. macellaria L3 | 15.1 ng/g 21.0 ng/g |
| Cadáver 4 | Enfermedad (Infarto) | Alcohol etílico | Ch. rufifacies L3; C. macellaria L3 | No detectado |
| Cadáver 5 | Infarto | Alcohol etílico | Ch. rufifacies L2, L3 | No detectado |
| Cadáver 6 | Homicidio (arma blanca) | Cocaína | M. domestica L1 | <10 ng/g ^b |
| Cadáver 7 | Homicidio | Alcohol etílico Cocaína | C. macellaria L3 | 30.2 ng/g |

^aLas sustancias fueron detectadas con base en estudios de rutina en el Laboratorio de química forense. Las sustancias rastreadas son psicotrópicos, estupefacientes y alcohol etílico.

^bLa concentración de cocaína detectada se encuentra fuera del rango de cuantificación validado.

Aplicación de técnicas moleculares o bioquímicas para obtención de los perfiles genéticos y estructurales

En un estudio realizado en Nuevo León colectaron de 21 cadáveres larvas de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann), *Ch. rufifacies*, *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallen), *Musca domestica* L. y *Piophilha casei* L.; además se tomaron muestras de sangre, cabello, hígado y hueso. Como punto de referencia se procesaron las muestras tomadas del cadáver para procesarlas a través de la técnica de polimorfismo del ADN mediante las técnicas de extracción, amplificación y electroforesis capilar para obtener el perfil genético de cada autopsia; de las larvas de moscas fue tomado el contenido estomacal y procesado con las mismas técnicas. Los resultados demostraron que los insectos más alejados en tiempo del momento del análisis no se obtuvo material genético, solamente en aquellos insectos con un mes de preservados se obtuvo un perfil parcial (Guerra-Serrato, 2010)

En ocho cadáveres de humanos con investigaciones en criminalística en los anfiteatros de las agencias investigadoras en la ciudad de México, larvas de *Ch. rufifacies*, *Ch. megacephala* (Fabricius), *Cochliomya macellaria* (Fabricius), *L. sericata*, *L. cuprina* (Wiedemann) y *Sarcophaga* sp. fueron obtenidas y procesadas para el aislamiento del ADN encontrando que con el uso de tarjetas FTA se obtuvo mejor rendimiento debido a la mejor preservación del material genético por periodos prolongados (Nava-Hernández et al., 2008). El ADN humano contenido en *Musca domestica* fue amplificado a través de las técnicas de PCR con ADN mitocondrial y nuclear (Kester et al., 2010)

Otros estudios donde se involucran a los insectos con aspectos relevantes de su aplicación en las ciencias forenses

Los patrones de manchas de sangre en un sitio de hechos violentos (escena de crimen) pueden proporcionar información jurídica importante en una investigación criminal, principalmente aquella correspondiente a la naturaleza del tipo de arma

utilizada, las posiciones aproximadas de los individuos, objetos en el espacio y la secuencia de eventos asociados al hecho (Bevel & Gardner, 2002; Striman et al., 2011).

Cuando una persona fallece por un trauma tal que éste produzca una herida que exponga la sangre en las superficies del lugar en el que ocurrió el hecho, es posible que debido al mecanismo de alimentación de las moscas se produzcan manchas que puedan ser confundidas (Solís et al., 2009). En este escenario y debido a su capacidad de vuelo no sólo pueden manchar superficies inmediatas, sino que pueden generarlas en diferentes sitios no relacionados directamente con la muerte (Brown et al., 2001; Benecke & Barksdale, 2003). Las manchas pueden ser del tipo de regurgitación, defecación y arrastre.

Manchas de regurgitación son brillosas en color rojo y café, de apariencia abultada, redonda y lisa con una matriz uniforme (material de la mancha) con un diámetro de 1 a 2 mm. Una variante es presencia de una depresión denominada como "cráter", el cual es generado por la succión del aparato bucal de la mosca al momento de alimentarse (Figura 1) (Benecke & Barksdale, 2003).

Manchas por defecación son opacas de color café y crema, con superficie plana de apariencia áspera o granulosa, en su mayoría con material en forma de granos, lo que le da esa apariencia; notoriamente más oscuro que el resto la mancha, mientras que el contorno en las manchas de color claro se presenta ligeramente más oscuro (Figura 2).

Manchas producidas por el acarreo del material fresco de la propia secreción y excreción, derivado del contacto y movilidad de la mosca sobre la superficie en donde se posó. Presentan dos estructuras principales: el cuerpo (de forma generalmente ovoide) y la cola (de apariencia lineal); por esas razones se les ha denominado como "coma", "renacuajos", "espermatozoides" y "gotas de lagrima" (Figura 3) (Benecke & Barksdale, 2003; Fujikawa et al., 2009).

De acuerdo a Benecke y Barksdale (2003) para considerar como posible sangre humana las manchas de arrastre en forma de gota o rocío en un lugar de hechos, se obtiene a través del resultado de la





división del largo de la cola entre el largo del cuerpo ($L_{\text{cola}}/L_{\text{cuerpo}}$). Si esta relación es mayor a 1 no se considera como posible sangre humana. Relación que fue aplicada en el estudio del caso real de muerte por violenta.

Dentro de las relaciones entre organismos, de las más conocidas son la que realizan los insectos con las plantas, aun y cuándo muchas especies se alimentan de alguna parte del vegetal; históricamente se ha conocido el papel que desempeñan diversos grupos de hexápodos en el proceso reproductivo de las plantas a través de la polinización.

Algunas de las especies de insectos de importancia forense tienen una amplia distribución, cuando se pretende utilizarlos para ubicar un posible lugar de los hechos, su uso se dificulta por las diversas localidades donde se puede encontrar; una alternativa que puede apoyar la investigación en criminalística es la presencia de polen.

Después de coleccionar algunas especies de insectos en una necrotrampa se procedió a aplicar la técnica de Wodehouse (Aguilar-Morales et al., 1996) para la obtención del polen centrifugando el insecto o bien directamente de su cuerpo, colocando los gránulos en un portaobjetos, colocándole alcohol etílico al 70, posteriormente a la evaporación de este preservador se montan en una mezcla de gelatina-glicerina, rápidamente se le coloca el cubreobjetos y se invierte la preparación microscópica (esto hace posible que los gránulos precipiten y se ubiquen cerca del cubreobjeto lo que facilitara su detección). La observación se realizó en un microscopio bacteriológico. Gránulos de cenizo *Leucophyllum frutescens* fueron encontrados en el cuerpo del histerido *Hyppocampus* sp.; polen de una gramínea no identificada, fresno *Fraxinus* sp., Nogal *Carya* sp. y un pino *Pinus* sp. fueron identificados en *Necrobia rufipes* (Garza-Rodríguez et al., 2010).

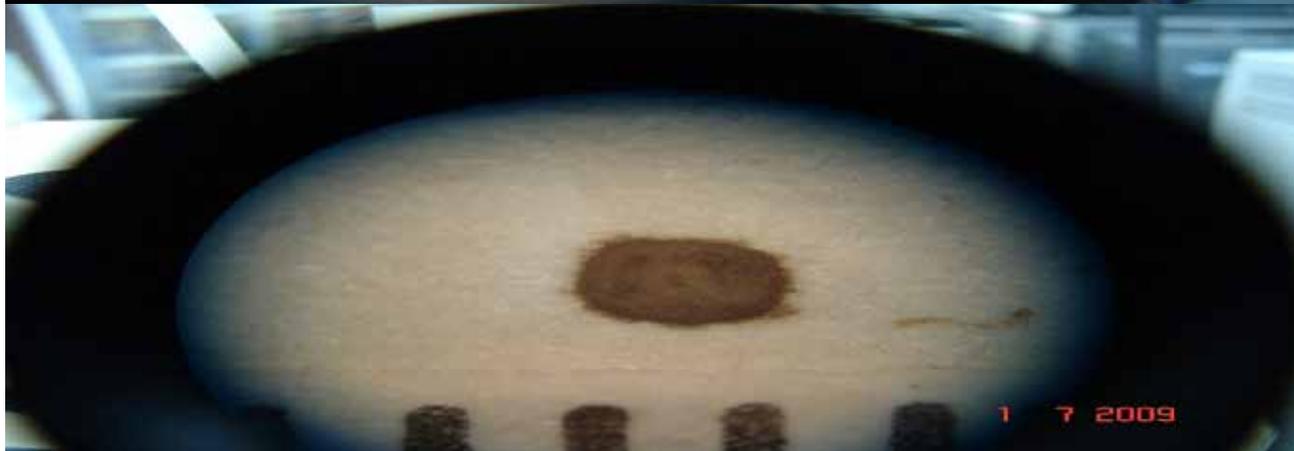
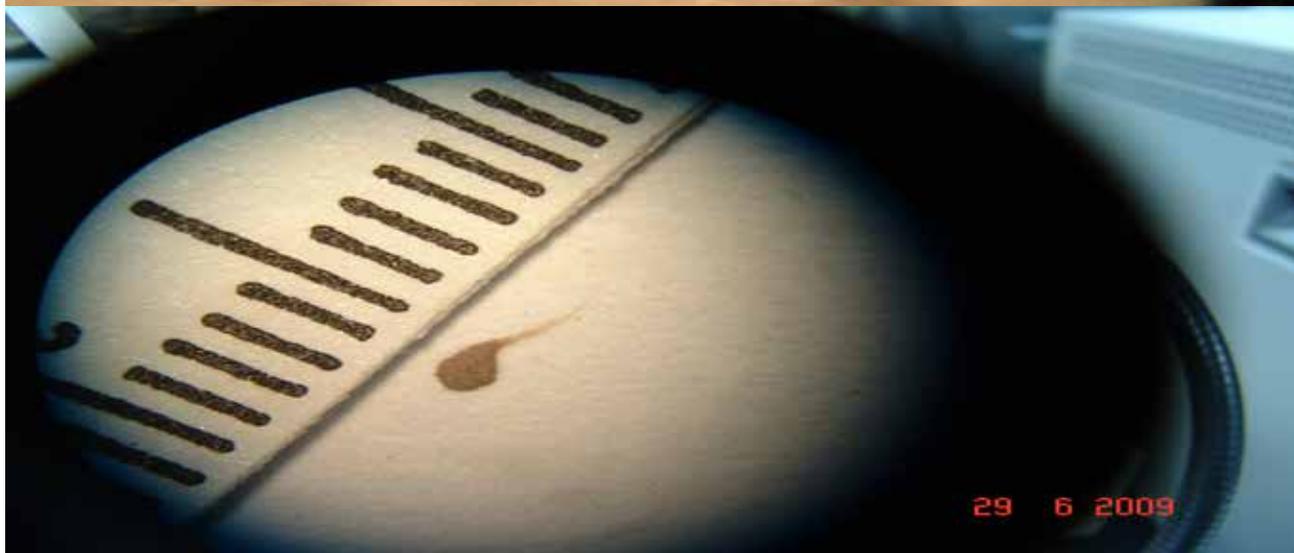
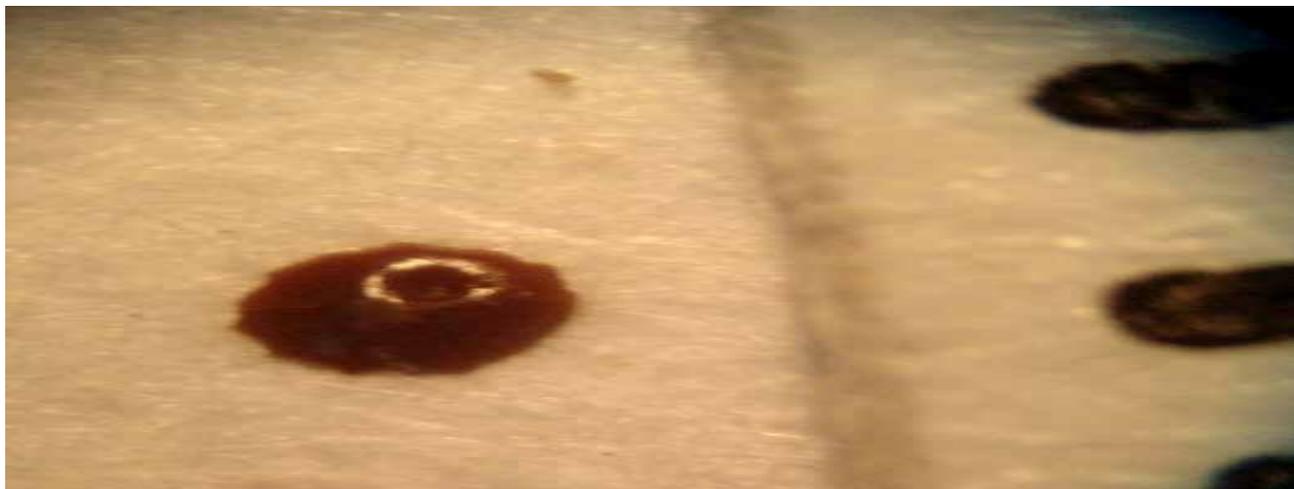


Figura 7. Manchas de regurgitación de *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae)
Figura 8. Manchas de arrastre de *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae)
Figura 9. Manchas de defecación de *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae)



LITERATURA CITADA

- Abel, D.H.; S.S. Wasti & G.C. Hartmann. 1982. Saprophagous arthropod fauna associated with turtle carrion. *Applied Entomology & Zoology* 17:301-307.
- Aguilar-Morales, M.; B. Coutiño & P. Salinas. Manual general de técnicas histológicas y citoquímicas. Coordinación de Servicios Editoriales, Facultad de Ciencias Químicas UNAM pp 117-120.
- Amendt, J.; C.P. Campobasso, E. Gaudry, C. Reiter, H. N. Leblanc, & M. J. R. Hall. 2007. Best practice in forensic entomology-standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine* 121:90-104.
- Anderson, G.S. 1998. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bears cubs. *Journal of Forensic Sciences* 44:856-859.
- Anderson, G.S. & S.L. VanLaerhoven. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences* 41:617-625.
- Bachmann, J. & T. Simmons. 2010. The influence of preburial insect access on the decomposition rate. *Journal of Forensic Sciences* 55:893-900
- Benecke, M. & L. Barksdale. 2003. Distinction of bloodstain patterns from fly artifacts. *Forensic Sciences International* 137: 152-159.
- Benecke, M. 2004. Forensic entomology: arthropods and corpses. En Tsokos M (ed.) *Forensic Pathology Review Vol II Human Press Totowa (NJ USA)* p 207-240.
- Bevel, T. & R. Gardner. 2002. *Bloodstain Pattern Analysis, with an Introduction to Crime Scene Reconstruction, 2ndedn.* CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA, 221 pp.
- Biavati, G.M.; F.H. de Asis-Santana & J.R. Pujol-Luz. 2010. A checklist of Calliphoridae blowflies (Insecta: Diptera) associated with a pig carrion in Central Brazil. *Journal of Forensic Sciences* 55:1603-1606
- Blackith, R.E. & R.M Blackith. 1989. Insect infestations of small corposes. *Journal of Natural History* 24:699-709.
- Bornemissza, G.F. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Journal of Zoology* 5:5-12.
- Bourel, B.; L. Martin-Bouyer, V. Hedouin, J. C. Cailliez, D. Derout & D. Gosset. 1999. Necrophilus insect succession on rabbit carrion in sand dune habitats in northern France. *Journal of Medical Entomology* 36:420-425.
- Braack, E.O. 1981. Visitation patterns of principal species of the insect-complex at carcasses in the Kruger National Park. *Koedoe* 24:33-49.
- Brown R.E.; R.I. Hawkes, M.A. Parker & J.H. Byrd. 2001. Entomological alteration of bloodstain evidence. In: Byrd J. H. and J. L. Castner, editors. *Forensic Entomology: the utility of arthropods in legal investigations.* Boca Raton, FL: CRC Press, pp 539-580.
- Byrd, J.H. 1998. Temperatura dependent development and computer modeling of insect growth: its application to forensic entomology. Unpublished dissertation. Department of Entomology and nematology, University of Florida, Gainesville FL 196 pp.
- Byrd J.H. & J. L. Castner. 2001. *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations* CRC Press Florida USA pp 331-340.
- Calderon-Arguedas, O.; A. Troyo & M.E. Solano. 2007. Estimación del intervalo postmortem basada en la sucesión de larvas de muscoideos en modelos controlados. *Memorias del 1er. Simposio Latinoamericano de Entomología forense, Sociedad Mexicana de Entomología* pp 92-97.
- Campobasso, C.P.; G. Di Vella & F. Introna. 2001. Factors affecting decomposition and diptera colonization. *Forensic Sciences International* 120:18-27.

- Campobasso, C.P.; R.H. Disney and F. Introna. 2004. A case of *Megascelia scalaris* (Loew) (Dip., Phoridae) breeding in human corpse. *Aggrawal 's Int J Forensic Med & Tox* 5:3-5.
- Campobasso, C.P.; M. Gherardi, M. Caligara, L. Sironi & F. Introna. 2004. Drug analysis in blowfly larvae and in human tissues: a comparative study. *International Journal of Legal Medicine* 118:210-214.
- Centeno, N. 2007. Desarrollo de experiencias de descomposición con modelos porcinos y su contraste con dictámenes judiciales, incluyendo la protección de la vida salvaje. *Memorias del 1er. Simposio Latinoamericano de Entomología forense, Sociedad Mexicana de Entomología* pp 14-27.
- Chittaro, Y.; A. Baylon, D. Cherix & C. Wyss. 2005. What does attract blowflies (Diptera: Calliphoridae) in a trap preliminary investigation. *EAFE 3d. Meeting* p 29.
- Coe, M. 1978. The decomposition of elephant carcass in tsavo (East) National Park, Kenya. *Journal of Arid Environment* 1:71-86.
- Cornaby, B.W. 1974. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. *Biotropica* 6:51-63.
- Davis, J.B. & M.L. Goff. 2000. Decomposition patterns in terrestrial and intertidal habitats on Oahu Island and Coconut Island, Hawaii. *Journal of Forensic Sciences* 45:836-842.
- deCarvalho, L.M.L. & A.X. Linhares. 2001. Seasonality in insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. *Journal of Forensic Sciences* 46:604-608.
- deCarvalho, L.M.L.; P.J. Thyssen, A.X. Linhares & F.A.B. Palhares. 1999. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. *Memorias del Insitutum Oswaldo Cruz* 95:135-138.
- Denno, R.F. & W.R. Cothran. 1975. Competitive interactions and ecological strategies of sarcophagid and calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. *Annals of Entomological Society of America* 69:109-113.
- Deonier, C.C. 1940. Carcass temperatures and their relation to Winter blowfly populations and activity in the southwest. *Journal of Economic Entomology* 33:166-170
- Di Luise, E. 2007. Genotyping of human nuclear DNA recover from the gut of fly larvae. *Journal of Forensic Sciences* 53: 591-592.
- Early, M. & M.L. Goff. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O 'hau, Hawaiian Island, USA. *Journal of Medical Entomology* 23:520-531.
- Easton, A.M. & K.G.V. Smith. 1970. The entomology of the cadaver. *Medical & Science Law* 10:208-219.
- Faucherre, J.; D. Cherix & C. Wyss. 1999. Behavior of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) under extreme conditions. *Journal of Insect Behavior* 12:687-690.
- Ferreira, M.J.M. 1978. Sinatropia de dípteros muscoideos de Curitiba, Parana I, Calliphoridae. *Revista Brasileira de Biología* 38:445-454.
- Ferreira, M.J.M. 1983. Sinatropia de Calliphoridae (Diptera) em Goiania, Goias. *Revista Brasileira de Biología* 43:193-210.
- Figueroa-Roa & A. Linhares. 2002. Sinatropia de los Calliphoridae (Diptera: de Valdivia Chile. *Neotropical Entomology* 31:233-239.
- Flores-Pérez, L.R.; H. Sánchez-Arroyo, S. Ibañez & M.D. García. 2007. Insectos asociados a la descomposición cadavérica del cerdo blanco (*Sus scrofa* L.). *Memorias del 1er. Simposio Latinoamericano de Entomología forense, Sociedad Mexicana de Entomología* pp 111-115.
- Fujikawa, A.; L. Barksdale & D. O. Carter. 2009. The activity of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) can alter the morphology and presumptive chemistry of high impact bloodstains. *Forensic Sciences International* 59:502-512.

- Gallagher, M.B.; S. Sandhu & R. Kimsey. 2010. Variation in developmental time for geographically distinct populations on common green bottle fly, *Lucilia sericata* (Meigen). *Journal of Forensic Sciences* 55:438-442.
- Garza-Rodríguez, M. I.; M. I. Trujillo-González, A. Rocha, M. A. Alvarado, F. Iruegas & H. Quiroz-Martínez. 2010. Análisis preliminar de la relación polen-insectos de importancia forense. *Entomología Mexicana* 8:71-74.
- Greenberg, B. 1990. Nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology* 27:807-810.
- Gruner, S.V.; D.S. Slone & J.L. Capinera. 2007. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with pig carrion in rural north-central Florida. *Journal of Medical Entomology* 44:509-515.
- Guerra-Serrato, A.L. 2010. Validación de la técnica polimorfismo de ADN obtenido del tracto digestivo de larvas de importancia forense. Tesis Maestría en Ciencias en Criminología y Ciencias Forense, Unidad Académica Multidisciplinaria, Universidad Autónoma de Tamaulipas 67 pp.
- Hall, R.D. & K.E. Doisy. 1993. Length of time after death: effect on attraction and oviposition or larviposition of midsummer blow flies (Diptera: Calliphoridae) and flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) of medical importance in Missouri. *Annals of Entomological Society of Am* 86:589-593.
- Haskell, N.H. 1989. Calliphoridae of pig carrion in northwest Indiana: a seasonal comparative study. Unpublished Thesis, College of Agriculture, Purdue University, Lafayette 57 pp.
- Hutchinson, R.A. 2000. Some behavioral responses of *Lucilia sericata* (Meigen 1826) (Diptera: Calliphoridae) to three odour baits using sticky boards and electrified screen. *Studia Depterologica* 7:233-240.
- Hwang, C.B. & D. Turner. 2005. Spatial and temporal variability of necrophagous Diptera from urban to rural areas. *Medical & Veterinary Entomology* 19:379-391.
- Jiron L.F. & V.M Cartin. 1981. Insect succession in the decomposition of mammal in Costa Rica. *Journal of New York Entomological Society* LXXXIX:158-165.
- Johnson, M.D. 1975. Seasonal and microseral variations in the insect populations on carrion. *Am Midl Nat* 93:79-80.
- Joy, J.E.; M.L. Herrell & P.C. Rogers. 2002. Larval fly activity on sunlit versus shaded raccoon carrion in southwestern West Virginia with special reference to black blowfly (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology* 39:392-397.
- Kester, K.M.; M.H. Toothman, B.L. Brown, W.S. Street & T.D. Cruz. 2010. Recovery of environmental human DNA by insects. *Journal of Forensic Sciences* 55: 1543-1551
- Kocarek, P. 2001. Diurnal patterns of postfeeding larval dispersal in carrion blowflies (Diptera: Calliphoridae). *European Journal of Entomology* 98:117-119.
- Lane, R.P. 1975. An investigation into blowfly (Diptera: Calliphoridae) succession on corpses. *Journal of Natural History* 9:581-598.
- Linhares, A.X. 1981. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in the city of Campinas, Sao Pablo, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 25:189-215.
- Lord, W.D. & J.F. Burger. 1984^a. Arthropods associated with herring gull (*Larus argentatus*) and great black-backed (*Larus marinus*) carrion on islands in the gulf of Maine. *Environmental Entomology* 13:1261-1268.
- Lord, W.D. & J.F. Burger. 1984^b. Arthropods associated with harbor seal (*Phoca vitulina*) carcasses stranded on islands along the New England coast. *International Journal of Entomology* 13:1261-1268.

- Molina-Chávez H.; M. Nava-Hernández, J. Luy-Quijada, S. Gutiérrez-Rodríguez & N. Galindo-Miranda. 2010. Dípteros de interés forense asociados con la putrefacción cadavérica en la ciudad de México. *Entomología Mexicana* 9:761-765.
- Montiel-Sosa, J. 1978. *Criminalística*. LIMUSA México pp23-58.
- Mulier, P.R.; J.C. Mireles & F.H. Aballay. 2012. Two species of *Microcerella* (Diptera: Sarcophagidae) found in highland arid landscapes of Argentina, during forensic studies. *Journal of Medical Entomology* 49:183-191
- Nava-Hernández, M.; H. Molina-Chávez, J.A. Luy-Quijada & N.E. Galindo-Miranda. 2007. Retrospectiva y expectativa de la Entomología Forense en México. La experiencia en el Distrito Federal. *Memorias del 1er. Simposio Latinoamericano de Entomología Forense*, Sociedad Mexicana de Entomología pp 48-59.
- Nava-Hernández, M.; A. Basurto-Pineda, H. Molina-Chávez, J.A. Luy-Quijada & S.I. Gutiérrez, N.E. Galindo-Miranda. 2008. Determinación de ADN humano en larvas de Dípteros colectados en distintos tejidos. *Entomología Mexicana* 7:798-802.
- Norris, K.R. 1965. The bionomics of the blow flies. *Annual Review of Entomology* 10:47-48
- Ordoñez, A.; M.D. García & G. Fagua. 2008. Evaluation of efficiency of Scoenly trap for collecting adult sarcosaprophagous Dipterans. *Journal of Medical Entomology* 45:522-532.
- Payne, J.A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* 46:592-602.
- Pérez-Valdés, D.D. 2007. Dípteros necrófagos en el área urbana de San Nicolás de los Garza, Nuevo León. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León 91 pp.
- Peters, S.L. 2003. Temperatura variations of dipteran larval masses analyzed on Florida black bear carcasses. Unpublished Thesis, Department of Entomology and Nematology, University of Florida, Gainesville 93 pp.
- Putnam, R.J. 1978. The role of carrion-frequenting arthropods in the decay process. *Economic Entomology* 3:133-139.
- Quintero-Martínez, M.T.; A.E. Villa, S. Gutiérrez-Rodríguez, F.G. Alcántara, G. Juárez-Vega & V. Cisneros-Flores. 2007. Observaciones sobre la sucesión de diferentes insectos en cadáveres en granjas de gallinas y de cerdos en Tepatitlán, Jalisco, México; así como ovejas del Edo. de Morelos. *Memorias del 1er. Simposio Latinoamericano de Entomología forense*, Sociedad Mexicana de Entomología pp 92-97.
- Quiroz-Martínez, H. & V.A. Rodríguez-Castro. 2007. Entomología forense en Nuevo León. *Memorias del 1er. Simposio Latinoamericano de Entomología forense*, Sociedad Mexicana de Entomología pp 61-71.
- Quiroz-Rocha, G.A. 2007. Importancia de los estudios de diversidad en la Entomología Forense. *Memorias del 1er. Simposio Latinoamericano de Entomología forense*, Sociedad Mexicana de Entomología pp 42-47.
- Richards, E.N. & M.L. Goff. 1997. Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii Island, Hawaii. *Journal of Medical Entomology* 34:328-338.
- Sabanoglu, B. & O. Sert. 2010. Determination of Calliphoridae (Diptera: fauna and seasonal distribution on carrion in Ankara Province. *Journal of Forensic Sciences* 55:1003-1007.
- Shahid, S.A.; R.D. Hall, N.H. Haskell & R.W. Merritt. 1999. *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) established in the vicinity of Knoxville, Tennessee, USA. *Journal of Forensic Sciences* 45:896-897.
- Simmons, T.; R.E. Adlam & C. Moffatt. 2010a. Debugging decomposition data-Comparative taphonomic studies and influence of insects and

carcass size on decomposition rate. *Journal of Forensic Sciences* 55: 8-13.

Simmons, T.; P.A. Cross, R.E. Adlam & C. Moffatt. 2010b. The influence of insects on decomposition rate in buried and surface remains. *Journal of Forensic Sciences* 55:889-892.

Smith, K.G.V. 1975. The faunal succession of insects and other invertebrates on a dead fox. *Entomological Gazzete* 26:277-287.

Solís, E., B. Gaona, M. Flores, P. Díaz, A. Caballero, A. Rodríguez-Castro & H. Quiroz-Martínez. 2009. Caracterización de manchas de regurgitación y defecación de *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) y su aplicación en las Ciencias Forenses. *Encuentro Estatal de Investigación en Salud*.

Solís-Esquivel, E.; A. Caballero-Quintero & P. Díaz-Torres. 2010. Desarrollo de un método analítico para la determinación de paration en larvas de *Chrysomya rufifacies* Macquart (Diptera: Calliphoridae) especie de interés forense en el estado de Nuevo León. *Entomología Mexicana* 9:719-723.

Solís-Esquivel E; A. Caballero-Quintero, A. Flores-Suarez, C. Hernández-Luna, R. Mercado-Hernández, V. A. Rodríguez-Castro y H. Quiroz-Martínez. 2016. Detección de Cocaína en Larvas de Dípteros Necrófagos en Monterrey, Nuevo León, México *Southwestern Entomologist* 41: 99-104 ISSN 0147-1724

Striman, B.; A. Fujikawa, L. Barksdale & D.O. Carter. 2011. Alteration of expired bloodstain patterns by *Calliphora vicina* and *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) through ingestion and deposition artifacts. *Journal of Forensic Sciences* 56: s123-s127

Sukontason, K.L.; K. Sukontason, P. Narongchai, S. Lertthamnontham, S. Piangjai & J.K. Olson. 2001. *Chrysomya rufifacies* (Macquart) as a forensically-important fly species in Thailand: a case report. *Journal of Vector Ecology* 26:162-164.

Tantawi, T.I.; E.M. El-Kady, B. Greenberg & H.A. El-Ghaffar. 1996. Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *Journal of Medical Entomology* 33:566-580.

Tenorio, F.M; J.K. Olson & J. Coates. 2003. Decomposition studies, with a catalog and description of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) in Central Texas. *Southwestern Entomology* 28:37-45.

Tessmer, J.W; C.L. Meek & V.L. Wright. 1995. Circadian patterns of oviposition by necrophilous flies (Diptera: Calliphoridae) in southern Louisiana. *Southwestern Entomology* 20:439-445.

Tomberlin, J.K. & P.H. Adler. 1998. Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land and open field in South Carolina. *Journal of Medical Entomology* 35:704-709.

Tullis, K. & M.L. Goff. 1987. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on Oáhu Island, Hawaii. *Journal of Medical Entomology* 24:332-339.

Vanin, S.; A. Lafisca & M. Turchetto. 2007. Determination of the time of death of a brown bear *Ursus arctos* L. by means of insects. *Memorias del 1er. Simposio Latinoamericano de Entomología Forense, Sociedad Mexicana de Entomología* pp 98-105.

Vergara-Pineda, S.; H. deLeon-Muzquiz, O. García-Martínez, M. Sifuentes-Cantú, M.H. Badii & J.K. Tomberlin. 2009. Comportamiento de arribo de moscas necrófagas (Diptera: Calliphoridae) a un cadáver humano. *Entomología Mexicana* 8:792-797.

Watson, E.J. & C.E. Carlton. 2003. Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. *Journal of Medical Entomology* 4:338-347.

Wolff, M.; A. Uribe, A. Ortiz & P. Duque. 2001. A preliminary of study forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Sciences International* 120:53-59.