

Sucesión de insectos en cadáveres de ratas Wistar (Muridae: *Rattus norvegicus*) (Berkenhout, 1769) en Bosque húmedo Premontano (Ibagué - Colombia)

Insect succession on Wistar rat carcasses (*Rattus norvegicus*) (Berkenhout, 1769) in a premontane humid forest (Ibagué - Colombia)

Beltrán Alfonso, C. P.^{1,II}; Villa Navarro, F. A.¹

Resumen. La sucesión es el continuo cambio en la composición de especies de comunidades naturales que resulta de varios procesos, particularmente, el crecimiento y la mortalidad de organismos frente a cambios en las condiciones ambientales. Este trabajo evalúa el comportamiento de insectos necrófagos frente al alimento y el resguardo que proporciona un cuerpo en descomposición. Se observó el patrón sucesional de insectos en seis cuerpos de ratas Wistar (*Rattus norvegicus*) sacrificadas por dislocación cervical y posterior degollamiento, a través de cada estado de descomposición (fresco, enfisematoso, avanzado, reducción, restos). Se recogió cada tercer día un cuerpo, colectando todos los insectos presentes en él y registrando la abundancia y la diversidad de organismos. *Lucilia peruvianase* constituyó en la especie colonizadora y una de las más abundantes. *Lucilia eximia*, presentó el mayor número de individuos. *Pio-philacasei* puede considerarse relevante en estudios forenses, pues su presencia puede caracterizar el estado avanzado.

Palabras clave: Diptera, Coleoptera, necrófagos, Entomología Forense.

Abstract. Succession is the continuous change in the species composition of natural communities that results from many processes, particularly the growth and mortality of organisms to changes in environmental conditions.

I Grupo de Investigación en Zoología GIZ, Laboratorio de Investigación en Zoología LABINZO, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué.

II Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima. claum423@hotmail.com-claum423@gmail.com - favilla@ut.edu.co

This work assesses the behavior of carrion eating insects against food and shelter that provides a decomposing body. Successional patterns of insects were observed in six bodies of Wistar rats (*Rattus norvegicus*) killed by blunt trauma in skull and subsequent beheadings. For each decomposition stage (Fresh, bloated, advance decay, remain, dry remain). *Lucilia eximia* presented the greatest number of individuals. Piophilacaei may be considered relevant in forensics, since this can characterized the advanced stage.

Key words: Diptera, Coleoptera, Carrion-eating, Forensic Entomology.

1. INTRODUCCIÓN

La entomología forense está en gran medida relacionada con los campos de la entomología médica, la taxonomía y la patología forense (Catts & Haskell, 1990) y se utiliza principalmente para estimar el tiempo de la muerte o el intervalo *postmortem* (PMI) sobre la base de las tasas de desarrollo y la ecología de la sucesión de insectos específicos (Tabor *et al.*, 2005) que se alimentan de cuerpos (Vanegas, 2007). Igualmente, los insectos sirven para detectar el hallazgo y el traslado de cuerpos, intoxicaciones, lugar, negligencia, alteración del patrón de manchas de sangre, entre otros. (Amendt *et al.*, 2010; Gunn, 2009; Gennard, 2007; Benecke, 2004, 2002, 2001, 1998; Catts y Haskell, 1990; Catts y Goff, 1992; Ferlinni, 1994; Centeno, *et al.*, 2002; Goff, 1993, 1998; Greenberg y Kunich, 2002; Byrd y Castner, 2001; Hobischak y Anderson, 2002; Nuorteva, 1963; Oliveira y Mello, 2004; Smith, 1986; Wolff, 2001).

Los insectos y otros invertebrados se alimentan de carroña en una forma dependiente de la sucesión en el estado de descomposición. El reconocimiento de las especies involucradas, el patrón y el tiempo de llegada de los adultos al lugar, posteriormente, los huevos y larvas, junto con un conocimiento de sus tasas de desarrollo, puede dar un indicio del tiempo aproximado de muerte (Smith, 1986; Wolff *et al.*, 2001).

Los insectos que pueden ayudar en las investigaciones forenses pertenecen a las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae y Piophilidae, del orden Diptera; y Dermestidae, Staphylinidae y Cleridae del orden Coleoptera (Amendt *et al.*, 2010); (Gunn, 2006, 2009). En algunas de estas familias sólo las etapas juveniles se alimentan de carroña. Otras, tanto en la etapa inmadura como en adultos, se alimentan del cuerpo en descomposición (necrófagos). Sin embargo, otras familias de insectos son atraídas por los cadáveres únicamente porque se alimentan de los insectos necrófagos que ellos presentan (Gennard, 2007).

Estudios de artrópodos carroñeros han sido conducidos en varias regiones del mundo para determinar la composición de especies y sus patrones sucesionales (Megnin, 1894; Payne, 1965; Smith, 1986; Anderson, *et al.*, 1996; Marchenko, 2001; Schroeder, *et al.*, 2003; Mavárez, *et al.*, 2005; Tabor, *et al.*, 2005) pero, por ser una ciencia nueva en Suramérica, son pocos los datos que se conocen. En Colombia, los reportes se conocen en Antioquia, Valle y Cundinamarca (Wolff *et al.*, 2001; Arias, *et al.*, 2002; Wolff *et al.*, 2004; Pérez *et al.*, 2005; Camacho, 2005; Martínez *et al.*, 2006; Vélez & Wolff, 2008; Segura *et al.*, 2009).

Para incrementar el conocimiento de los artrópodos de importancia forense en Colombia, este estudio describe la sucesión de insectos en cadáveres de ratas Wistar en un bosque húmedo Premontano (bh-PM) del municipio de Ibagué (Tolima, Colombia).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de trabajo. Este estudio se desarrolló en el Jardín Botánico de la Universidad del Tolima Alejandro von Humboldt, 4°26'20" N, 75°13'56" W, con altitud de 1120 m, relieve inclinado, zona de vida bh-PM (Holdridge, 1987) con temperatura promedio de 22°C y una precipitación anual de 1500 mm.

Modelo biológico. No existe un modelo perfecto extrapolable al hombre, pero existen una infinidad de individuos, cuyas respuestas fragmentarias incrementan el significado biológico del fenómeno observado (Vásquez, 2007) siendo las ratas Wistar, de la familia Muridae (*Rattus norvegicus*) (Berkenhout, 1769) un modelo aceptable por sus características biológicas, tamaño, disponibilidad y homogeneidad; aspectos fundamentales en este tipo de investigaciones.

Toma de datos. El trabajo se realizó del 13 al 31 de Octubre de 2009, utilizando seis ratas Wistar, sacrificadas por dislocación cervical y posterior degollamiento, colocadas al ambiente con heridas expuestas, en iguales condiciones ambientales, y cada una sobre una bandeja de polietileno con una porción estándar de suelo (500 gr) para obtener dípteros adultos (Usaquén & Camacho 2004).

Los cadáveres fueron protegidos de otros animales carroñeros con una jaula metálica de 1 m x 1,5 m x 1 m con ojo de malla de 3 cm. Todos los cadáveres fueron colocados al mismo tiempo y en el mismo lugar. Como intervalo de tiempo entre muestras, se estableció un periodo de tres (3) días, durante veinte (20) días. En cada intervalo se tomó un cadáver y se examinó toda la entomofauna presente.

Para asociar la entomofauna con el proceso de descomposición, se tuvo en cuenta los fenómenos cadavéricos descritos por Smith (1986) los que se definen en 5 etapas: fresco, enfisematoso, licuefacción, avanzado y restos secos. El estado fresco no se especificó para asociarlo con presencia de individuos, puesto que, como es tan corto, no entró en los registros de algún intervalo de tiempo de los considerados en este estudio.

Análisis de laboratorio. Una vez recolectados los insectos de cada cuerpo, se llevaron al Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima, donde se determinó su estado de desarrollo (Larvas; instar I, II o III; pre-pupas, pupas) y se cultivaron algunos organismos inmaduros hasta la fase adulto en condiciones constantes, para corroborar su determinación taxonómica de acuerdo con lo propuesto por Camacho (2003).

Las determinaciones taxonómicas se realizaron hasta el nivel de especie, utilizando las claves de Amat *et al.* (2008); Borror (2002); Greenberg *et al.* (1984); Mariluis *et al.* (1984); Smith (1986); McAlpine (1993); Oliva (2002) y Flórez & Wolff (2009). Todos los organismos fueron depositados en la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, CZUT-EF.

Índices ecológicos. Con los datos de composición y abundancia por especie, encontrados en cada unidad experimental, se halló la diversidad, empleando el índice de Diversidad de Shannon – Wiener; Dominancia, usando el índice de Simpson; y Riqueza de Margalef (Moreno, 2001).

Análisis estadísticos. Se realizó un análisis de correspondencia, con el fin de comparar la composición y la abundancia de especies a través del tiempo. Para hallar las diferencias significativas entre la abundancia de las especies por intervalo de tiempo, se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman, debido a que los datos no se ajustaron a una distribución normal. A través de varios análisis de regresión simple y de correlación de Pearson, se relacionaron la temperatura con la abundancia y riqueza por intervalo de tiempo. Estos análisis se realizaron a través de software MVSP 3.13i y NCSS2004.

Aspectos éticos. La investigación se realizó bajo los parámetros establecidos por la Resolución 8430 de 4 de octubre de 1993, por la cual se reglamentan las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; Título V, Artículos 87 al 93 -la investigación biomédica con animales- y la Ley 84 de 27 de Diciembre de 1989.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 3038 individuos pertenecientes a los órdenes Diptera y Coleoptera. La mayor abundancia de dípteros fue de la familia Calliphoridae, donde las especies *Lucilia peruviana* (Robineau-Desvoidy, 1830) y *L. eximia* (Wiedemann, 1819) registraron el mayor número de individuos, 914 y 1337 respectivamente.

Se observó que cada intervalo de tiempo fue un evento significativamente diferente, basándose en la abundancia de especies [ANOVA Chi Sqr. (N = 60, df = 2) = 19.71179 p = .00005].

Los intervalos de tiempo 1 y 5 registraron la mayor abundancia de individuos, 1055 y 1045 respectivamente, a diferencia del sexto, que mostró menor abundancia, 77 individuos. Ello podría deberse al estado de descomposición, puesto que el primer intervalo de tiempo ofrece un nuevo recurso alimenticio y de protección para los insectos. Además, en los primeros estados de descomposición del cadáver (Tabla 1) es donde el recurso es más apetecible para los dípteros, porque hay más humedad y gran cantidad de tejido blando (Byrd & Castner, 2001).

Al comparar la diversidad y la abundancia de especies en el tiempo, los ejes de correspondencia explican el 88,9% de esta asociación, indicando para el primer intervalo una sola especie relacionada, *L. peruviana*, confirmándola como especie colonizadora (figura 1).

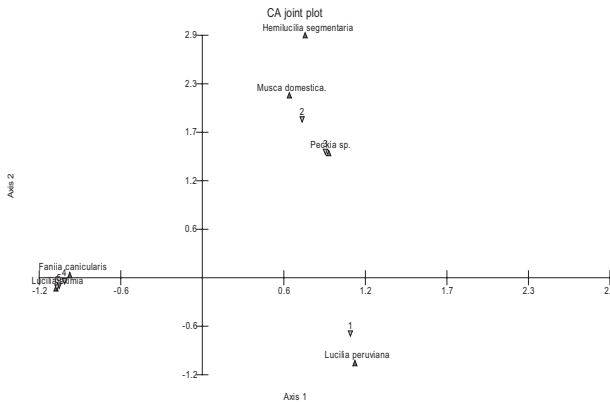


Figura 1. Análisis de correspondencia, comparando abundancia y diversidad de especies en el tiempo

La alta abundancia en el intervalo quinto puede asociarse con la desaparición de *Peckiasp.*, que permitió la presencia de gran cantidad de larvas de Calliphoridae, ya que el carácter predador de *Peckia* sp. (Pape *et al.*, 2004) elimina los califóridos presentes. Mientras que en el intervalo seis, el biomodelo ya se encontraba en restos secos (tabla 1) donde predominan coleópteros y ácaros en proporción muy baja en relación a los dipteros.

Tabla 1. Sucesión de entomofauna asociada a los estados de descomposición de ratas *Wistar*

| Orden | Familia | Género | Estado | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------|---|---|----------------------------|---|---|-----------------------------|---|---|--------------------------|---|---|-------------------------------|---|---|--|
| | | | Fresco (0-1 día) | | | Enfisematoso (2-6 días) | | | Licuefacción (7-10 días) | | | Avanzado (11-16 días) | | | Restos secos (17- 20 días) | | | |
| | | | L | P | A | L | P | A | L | P | A | L | P | A | L | P | A | |
| Díptera | Calliphoridae | <i>Lucilia peruviana</i> | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| | | <i>Lucilia eximia</i> | | | | | | | | | | X | | | X | X | | |
| | | <i>Hemilucilia segmentaria</i> | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| | Sarcophagidae | <i>Peckiasp.</i> | | | | X | | X | | X | | | | | | | | |
| | Muscidae | <i>Musca domestica</i> | | | | X | | X | | X | | | | X | X | | | |
| | Fanniidae | <i>Fanniacanicularis</i> | | | | | | X | | X | | | | X | | | | |
| Phiophilidae | <i>Phiophilacasei</i> | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| Coleóptera | Histeridae | <i>Histersp.</i> | | | | | | | | | | X | | X | | | | |
| | Staphylinidae | <i>Gyrophaesasp.</i> | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | | |

L: Larva; P: Pupa; A: Adulto.

Hemilucilia segmentaria (Fabricius, 1805), *Musca domestica* (Linnaeus) y *Peckia* sp. son las especies más abundantes y que componen los intervalos de tiempo 2 y 3 (figura 1) están estrechamente relacionadas por su rango de distribución, 300-1900 metros sobre el nivel del mar para Colombia y categoría ecológica de necrófagas – omnívoras (Montoya *et al.*, 2009). Los intervalos 4, 5 y 6 se ven representados por dos especies que pueden coexistir frente al mismo recurso y condiciones ambientales (figura 1). En *Fanniacanicularis* (Linnaeus, 1761) y *L. eximia*, su alto índice de sinantropía sugiere preferencias por asentamientos humanos (Nourteva, 1963; Montoya *et al.*, 2009) tienen amplia distribución y resistencia a condiciones climáticas variables, como se evidenciaron en este estudio.

La mayor diversidad y riqueza (fig. 2) de especies se presentó en los intervalos de tiempo 2 y 4 (0,89, 0,78 en diversidad y 0,85, 0,83 en riqueza, respectivamente) debido a que seis especies se hallaron en estos intervalos, posiblemente por la disponibilidad de tejido expuesto (Wolff, 2001; Camacho, 2005; Beltrán, 2006) (tabla 2).

La Dominancia (figura 2) fue mayor en los intervalos 3 y 5 (0,87 y 0,86, respectivamente) donde se presentaron cuatro familias en cada intervalo, pero con el mayor número de individuos relacionado a una sola especie, *Peckia* sp. en el tercer intervalo y *L. eximia* en el quinto (tabla 2.).

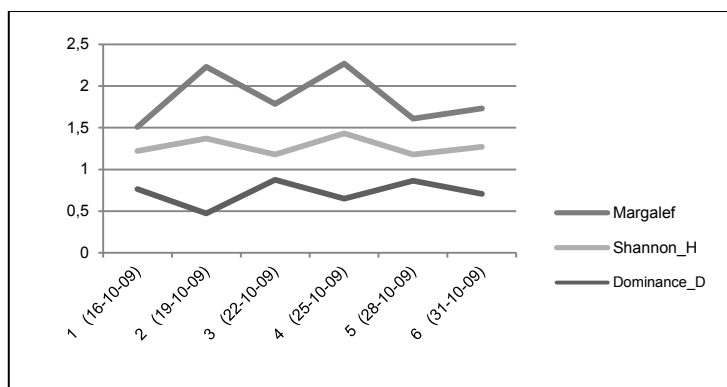


Figura 2. Índices ecológicos: Diversidad de Shannon – Wiener, Dominancia de Simpson y Riqueza de Margalef en los 6 intervalos de tiempo.

El estado de descomposición avanzado duró más tiempo que los demás (intervalos cuarto y quinto) (tabla 1) Esta etapa se caracteriza porque el tejido interno se ha removido casi totalmente, los fluidos se han perdido y sólo se observa un mucílago (Pérez *et al.*, 2005).

En esta etapa se presentó el mayor número de especies (tabla 1-2) donde se mostró una coexistencia y trabajo conjunto en la destrucción del biomodelo. Además, se observaron las primeras larvas de Staphylinidae, que llegaron a invadir cartílago y tejidos secos, pues las larvas son necrófagas, a diferencia de los adultos que son predadores, y su hallazgo se asocia a la presencia de larvas de dípteros (Gennard, 2007).

Musca domestica tiene permanencia total a través de los fenómenos cadavéricos, tal vez por ser más eficaz en la explotación del recurso y en la evasión de predadores. *Lucilia peruviana*, *H.segmentaria* y *Piophilacasei* (Linnaeus, 1758) se asocian a un solo estado de descomposición particular, Enfisematoso, Licuefacción y Avanzado, respectivamente, datos que pueden ser relevantes en el momento de analizar casos de investigación criminal con condiciones ambientales similares, pues muestran un tiempo preciso de aparición y de ausencia. *Luciliaeximia* y los coleópteros *Hister* sp. y *Gyrophana* sp. se relacionan con estados tardíos de la descomposición, cuando que-

da poco tejido y humedad y se evidencian cartílagos y tendones, tejidos preferidos por los coleópteros y fáciles de explotar por sus fuertes mandíbulas (Catts & Haskell, 1990; Byrd & Castner, 2001; Benecke, 2002, 2004).

La temperatura promedio, durante los 2 días que duró el experimento, fue de 23,95°C, con valores máximos y mínimos de 27°C y 18,5°C. No se encontró una relación significativa entre la temperatura y la presencia de las especies.

Al hallar *L. peruviana* (tabla 2) en el primer intervalo de tiempo y al coleccionar individuos inmaduros en LIII, indica que es la especie colonizadora de tejido en descomposición para las condiciones ambientales actuales, aunque no hay muchos estudios que registren esta especie con un tiempo en particular. El género se registra en varios estudios en el trópico, con condiciones similares (Wolff *et al.*, 2001; Camacho 2003, 2005; Beltrán, 2006; Usaquén y Camacho, 2004; Arias *et al.*, 2002).

Tabla 2. Matriz de presencia - ausencia de las especies (Díptera – Coleóptera) en los intervalos de tiempo

| Género | Especie | 1 (13-16) | 2 (16 - 19) | 3 (19- 22) | 4 (22-25) | 5 (25-28) | 6 (28-31) |
|-------------|-----------------------|--------------|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Lucilia | <i>L. peruviana</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lucilia | <i>L. eximia</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Hemilucilia | <i>H. segmentaria</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Peckia | <i>P. sp.</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Musca | <i>M. domestica</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Fannia | <i>F. canicularis</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Phiophila | <i>P. casei</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Hister | <i>H. sp.</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Gyrophaena | <i>G. sp.</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

El único género de la familia Sarcophagidae, hallado en los primeros tres intervalos de tiempo, fue *Peckia sp.*, lo que coincide con la dinámica pionera, sugerida por González (1999). Otra razón que podría explicar la presencia de *Peckia sp.* es la predación que sobre las de larvas de Calliphorida ejerce, lo que explicaría la considerable disminución de los estados inmaduros de esta familia en distintos intervalos de tiempo (914-3-0).

Fanniacanicularis se consideró como un colonizador secundario, pero persistente dentro de la sucesión cadavérica, pues se muestra a partir del 3º día de sucesión,

cuando los fenómenos cadavéricos tempranos han concluido y se inicia la reducción del cuerpo por procesos de putrefacción (Smith, 1986; Camacho, 2003; Beltrán, 2006). Si se encontrara en estudios forenses, daría fuertes indicios de un tiempo mínimo en el IPM de 3 días aproximadamente.

4. CONCLUSIONES

El género *Lucilia* es un útil indicador de estados de descomposición.

Piophilacasei puede ser una especie promisoría en análisis de casos que involucren muertes violentas en condiciones ambientales similares, indicando estado avanzado de descomposición.

Se corroboró el patrón sucesional en los insectos, con los órdenes que se presentaron y el tiempo de aparición de cada una de las especies.

Se registran para el departamento de Tolima cuatro especies de Diptera importantes a nivel médico, sanitario y forense; y dos especies de Coleóptera asociadas a estados tardíos de descomposición.

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo de Investigación en Modelos Experimentales para las Ciencias Zoo-humanas de la Universidad del Tolima por la donación de los biomodelos; al Jardín Botánico Alejandro Von Humboldt de la Universidad del Tolima por el espacio físico para realizar la investigación; al Laboratorio de Investigación en Zoología (LABIN-ZO) de la Universidad del Tolima por los equipos e ingreso del material biológico a la colección; a Yair Molina por la ayuda en los análisis estadísticos; a los evaluadores anónimos por los comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar este texto.

BIBLIOGRAFÍA

- Amat, E., Vélez, M. y Wolff, M. (2008). Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia*, 30, 231-244.
- Amendt, J., Campobasso, C., Goff, L. y Grassberger, M. (2010). *Current concepts in Forensic Entomology*. London: Springer Dordrecht Heidelberg.
- Amendt, J., Krettek, R., Niess, C., Zehner, R., y Bratzke, H. (2000). Forensic entomology in Germany. *Forensic Science International*. 113, 309-314.

- Anderson, G. y VanLaerhoven, S. (s.f.) Initial Studies on insect Succession on carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Science*. 41, 617-625.
- Arias, A., Segura, A., Cañón, L. y Usaquén, W. (2002). Estimación de la curva de crecimiento y desarrollo en dípteros colonizadores de hígado humano. *Memorias Simposio de Estadística*. Universidad Nacional de Colombia.
- Beltrán, C. (2006). *Determinación de insectos acuáticos de importancia Forense utilizando como biomodelo cerdo blanco (Sus scrofa) en la quebrada El Runcho, Albán Cundinamarca, Colombia*. Tesis de pregrado no publicada, Universidad del Tolima.
- Benecke, M. (1998). Six Forensic Entomology cases: Description and commentary. *Journal of Forensic Science*. 43, 797-805.
- Benecke M. (2001). A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*. 120, 2-14.
- Benecke M. (2002). *Insects and Corpses*. Monduzzi: Bologna.
- Benecke, M. (2004). Arthropods and corpses. *Forensic Pathology Journal*. 2, 207-240.
- Borror, D., Triplehorn C. y Johnson, N. (1992). *Study of insects*. United States of America: Harcourt Brace College Publishers.
- Byrd, J. y Castner, J. (2001). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. United States of America: CRC press.
- Camacho, G. (2003). Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo de vida de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*). Tesis de pregrado. Universidad Francisco José de Caldas.
- Camacho, G. (2005). Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo de vida de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*). *Revista Colombiana de Entomología*. 31, 189-197.
- Catts, E. y Goff, M. (1992). Forensic entomology in criminal investigations, *Ann Rev. Entomology*. 37, 253-272.
- Catts, E.P. y Haskell, N.H. (1990). *Entomology and Death: A Procedural Guide*. Clemson : Joyce's Print Shop.
- Centeno N., Maldonado M. y Oliva A. (2002). Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina). *Forensic Science International*. 126, 63-70.
- Congreso Nacional de la República de Colombia. Ley 84 del 27 de diciembre de 1989.
- Ferllini, R. (1994). Determinación del tiempo de muerte en cadáveres putrefactos, momificados y saponificados. *Medicina Legal de Costa Rica*. 17-20.


- Flórez, E. y Wolff, M. (2009). Descripción y Clave de los Estadios Inmaduros de las Principales especies de Calliphoridae (Diptera) de Importancia Forense en Colombia. *Neotropical Entomology*. 38, 418-429.
- Gennard, D. (2007). *Forensic Entomology: An introduction*. England: John Wiley & Sons Ltda.
- Goff M.L. (1993). Estimation of post mortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Science Review*. 5, 81-94.
- Goff M. L. (1998). Arthropod succession patterns on burnt carrion in two contrasting habitats in the Hawaiian islands. *Journal of Forensic Sciences*. 43, 581-586.
- Greenberg B, Szyska M.L. (1984). Immature stages and biology of fifteen species of Peruvian Calliphoridae (Diptera). *Annual Entomology Society American*. 77, 488-517.
- Greenberg B. y Kunich J.C. (2002). *Entomology and the Law: Flies as Forensic Indicators*. Cambridge: University Press: Cambridge.
- Gunn, A. (2009). *Essential Forensic Biology*. Liverpool: John Wiley & Sons Ltda.
- Hobischak N.R. y Anderson G.S. (2002). Time of submergence using aquatic invertebrate succession and decompositional changes. *Journal of Forensic Sciences*. 47, 142-151.
- Huston, M (1994). *Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge: University press.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (Actualizado en diciembre de 2009). Disponible en internet: http://www.humboldt.org.co/jardinesdecolombia/html/intg_andina.htm.
- Marchenko, M. (2001). Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. *Forensic Science International*. 120, 89-109.
- Mariluis, J. y Peris, S (1984). Datos para la sinopsis de los Calliphoridae neotropicales. *Revista Española de Entomología*: 50, 67-86.
- Martínez, E., Duque, P. y Wolff, M. (2006). Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. *Forensic Science International*. 1-8.
- Mavárez, M., Espina de Ferreira, A., Ferrer, F. y Paz, J. (2005). La entomología forense y el Neotrópico. *Cuadernos de Medicina Forense*. 11, 23-33.
- McAlpine, J., Peterson, B., Shewell, G., Teskey, J., Vockeroth, J. y Wood, D. (1993). *Manual of Nearctic Diptera*. Ottawa: Ministry of Supply and Services.
- Megnin, P. (1894). *La faune des Cadavres*, Gauthier VillardsetFils: Masson.
- Ministerio de Salud: República de Colombia. Resolución N° 008430 de 4 de Octubre de 1993.

- Montoya, A., Sánchez, J. y Wolff, M. (2009). Sinantropía de Calliphoridae (Diptera) del Municipio La Pintada, Antioquia – Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*. 35, 73-82.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: Manuales y Tesis.
- Nuorteva P. (1963). Synanthropy of blowflies (Dipt., Calliphoridae) in Finland. *Annals Entomologici Fennici*. 29, 1–49.
- Oliva, A. (2002). Diptera (Insecta) de interés forense o causantes de Miasis. Claves artificiales para estadios preimaginales, *Actualizaciones en artropología sanitaria argentina*. 302.
- Oliveira, C.J. y de Mello-Patiu C. A. (2004). Application of forensic Entomology to estimate of the post-mortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Police Department in Brazil. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. 5, 40–44.
- Pape, T., Wolff, M., y Amat, E. (2004) Los califóridos, oéstridos, rinofóridos y sarcófagidos (Diptera: Calliphoridae, Oestridae, Rhinophoridae, Sarcophagidae) de Colombia. *Biota Colombiana*. 5, 201-208.
- Payne, J. (1965) .A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa*. *Ecology*. 46, 592–602.
- Pérez, S., Duque, P. y Wolff, M. (2005). Successional Behavior and Occurrence Matrix of Carrion-Associated Arthropods in the Urban Area of Medellín, Colombia. *Journal of Forensic Science*. 50, 1-7.
- Schroeder, H., Klotzbach, H y Püschel, K. (2003). Insect's colonization of human corpses in warm and cold season. *Legal Medicine*. 5, 372-374.
- Segura, A., Usaquen, W., Sánchez M., Chuaire, L. y Bello, F. (2009) Succession pattern of cadaverous entomofauna in a semi-rural area of Bogotá, Colombia. *Forensic Science international*. 187, 66-72.
- Smith K.. (1986). A Manual of Forensic Entomology.: London: The Trustees of the British Museum.
- Tabor, K., Fell, R. y Brewster, C. (2005). Insect fauna visiting carrion in Southwest Virginia. *Forensic Science International*. 150, 73-80.
- Usaquén W., Camacho G. (2004). Ciclo de vida de *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora presente en hígado humano realizado en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. *Revista del INML y CF*. 18, 31-36.
- Vanegas, Z.Y. (2007). Entomología Forense: Los insectos en la escena del crimen. *LunaAzul*.
- Vásquez, L.J. (2007). Pautas básicas para el manejo de animales de experimentación en in-

investigación biomédica. Departamento de Morfología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca.

Vélez M. and Wolff M. (2008). Rearing five especies of (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance in Colombia in semicontrolled field condicions. Museo de zoología. 48.

Wolff, M., Uribe, A.; Ortiz, A.; Duque, P. (2001). A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia.: *Forensic Science International*. 30, 1–7.

Wolff, M., Builes, A.; Zapata, G; Morales, G. and Benecke, M. (2004) .Detection of Parathion (O, O-diethyl O-(4-nitrophenyl) Phosphorothioate) by HPLC in insects of Forensic importance in Medellin, Colombia.In:Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology. 5, 6–11 

| Referencia | Fecha de recepción | Fecha de aprobación |
|---|---------------------------|---------------------------|
| Beltrán Alfonso, C. P. y Villa Navarro, F. A. Sucesión de insectos en cadáveres de ratas Wistar (Muridae: <i>Rattus norvegicus</i>) (Berkenhout, 1769) en bosque húmedo premontano (Ibagué - Colombia) Revista Tumbaga (2011), 6, 93-105 | Día/mes/año 30/09/2010 | Día/mes/año 16/07/2011 |

