

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN
GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

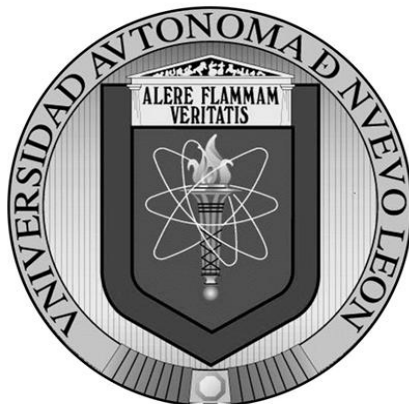
POR

M. C. TERESA IMELDA ESQUIVEL ALFARO

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR
EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA**

MAYO, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN
GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

POR

M. C. TERESA IMELDA ESQUIVEL ALFARO

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR
EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA**


MAYO, 2018

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE
ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL CERRO DE LA
SILLA, GUADALUPE, NUEVO LEÓN.**

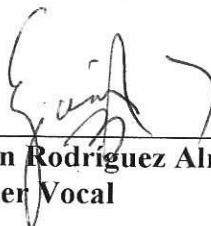
COMITÉ DE TESIS



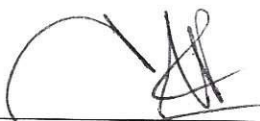
Dr. Humberto Quiroz Martínez
Director



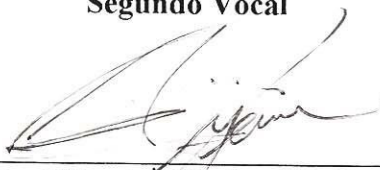
Dr. Roberto Mercado Hernández
Secretario



Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaraz
Primer Vocal



Dr. Carlos Solís Rojas
Segundo Vocal



Dr. Gilberto Tijerina Medina
Tercer Vocal

DEDICATORIA

A mí Dios

A mis Hijos

Verónica Edith y Erick Daniel Pérez Esquivel, por ser mi principal fortaleza, por su apoyo, amor, comprensión en todo momento y por ser lo mejor de mi vida.

A mis amados Padres

A los seres a quienes más admiro Agapito Esquivel Franco (QEPD) y Ma Teresa Alfaro de la Rosa, quienes me enseñaron a valorar todo lo que me rodea, por su comprensión y gran apoyo en todos los momentos que lo he necesitado, sus sacrificios y consejos me motivan cada día más a seguirme superando.

A mi hermana y mi sobrino

Eber Obed Agapito y María Edith Esquivel Alfaro.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Humberto Quiroz Martínez, mi asesor por aceptarme en este proyecto y su apoyo para la culminación de este trabajo.

Al Dr. Roberto Mercado Hernández por sus consejos, ayuda, trato y acompañamiento desde que inicie en esta gran escuela.

Al Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaraz, por su atención, consejos y las observaciones y por su gran disposición en cualquier momento.

Al Dr. Carlos Solís Rojas por estar al tanto de este proyecto y sus acertadas observaciones.

Al Dr. Gilberto Tijerina Medina por su gran disposición y apoyo, y aceptar ser mi asesor.

Al Dr. Eduardo Rebollar Téllez por sus atenciones, asesorías, clases y consejos.

Al Dr. Idelfonso Fernández Salas PhD. Por su atención y apoyo en todo momento en el Departamento de Entomología Médica.

Ing. Mauricio Tijerina y Sra. por sus acompañamientos al “Cerro de la Silla”.

A mis casi hermanos Los Tojos de FCB, grandes herman@s por los años de los años. A mis compañeros de la Preparatoria 8, por su acompañamiento y ayuda, Lic. Elizabeth Rodríguez, Norma L. Guzmán R., Ing. Julián de Jesús Martínez, Ing. Ricardo Martínez, Lic. Adriana López y a todos los que de cualquier manera me apoyaron en las buenas y en las peores.

A la Dirección de Postgrado de la Facultad de Biología de la UANL por sus atenciones.

A CONACYT por su apoyo al seleccionarme con la beca para este programa.

CVU/Becario334586/228986

ÍNDICE

| Sección | Página |
|---|---------------|
| DEDICATORIA..... | I |
| AGRADECIMIENTOS..... | II |
| ÍNDICE..... | III |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | V |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VI |
| ÍNDICE DE GRAFICAS..... | VII |
| RESUMEN..... | VIII |
| ABSTRACT..... | IX |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Artrópodos de importancia forense..... | 1 |
| 1.2. Orden Díptera..... | 3 |
| 1.3. Influencia de la altitud de Dípteros | 8 |
| 1.4. Sucesión de insectos en el proceso de descomposición de un cadáver.... | 10 |
| 2. ANTECEDENTES..... | 17 |
| 2.1. Historia de la Entomología Forense | 17 |
| 2.2. Estudios sobre Entomología Forense en México..... | 21 |
| 2.3. Entomología Forense en Nuevo León..... | 26 |
| 2.4. Estudios dirigidos a evaluar la fauna de insectos nacrófagos..... | 27 |
| 2.5. Factores que influyen en la sucesión de insectos | 29 |
| 2.6. Influencia de las estaciones del año | 33 |
| 3. JUSTIFICACIÓN..... | 35 |
| 4. HIPÓTESIS..... | 36 |
| 5. OBJETIVO..... | 37 |
| 5.1. Objetivo general..... | 37 |
| 5.2. Objetivo específico..... | 37 |
| 6. MATERIAL Y MÉTODOS..... | 38 |
| 6.1. Área de estudio | 38 |

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

| | |
|---|-----|
| 6.2. Relieve..... | 39 |
| 6.3. Hidrografía..... | 40 |
| 6.4. Temperatura..... | 41 |
| 6.5. Vegetación y fauna..... | 42 |
| 6.6. Colecta de insectos | 44 |
| 6.7. Análisis de datos..... | 51 |
| 7. RESULTADOS | 53 |
| 7.1. Riqueza y densidad de las especies encontradas | 53 |
| 7.2. Índices de resultados obtenidos | 84 |
| 8. DISCUSIÓN..... | 86 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 87 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA..... | 89 |
| 11. RESUMEN BIBLIOGRÁFICO..... | 104 |
| 12. ANEXOS..... | 105 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|---------|--|----|
| Tabla 1 | Sucesión de artrópodos en la diferentes pases de descomposición de un cuerpo | 14 |
| Tabla 2 | Procesos cadavéricos. Se describe ordenadamente los principales procesos por que pasa un cadáver | 15 |
| Tabla 3 | Número total de organismos para Ordenes y Familias..... | 53 |
| Tabla 4 | Número de especies para las familias colectadas de Diciembre 2009 a Diciembre 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León | 64 |
| Tabla 5 | Cantidad total de estadios adultos e inmaduros colectados por altitud y posición en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León | 72 |
| Tabla 6 | Presencia de las especies por altitud en metros sobre el nivel del mar en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León | 75 |
| Tabla 7 | Tabla de contingencia con la densidad y riqueza de las especies encontradas asociando con las variables del mes, condiciones climáticas, vegetación y altitudes en Diciembre 2009-Diciembre 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León | 77 |
| Tabla 8 | Registro de las condiciones ambientales en Diciembre 2009-Diciembre 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León | 79 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----------------|
| Figura 1: | Aspectos generales de un díptero | 3 |
| Figura 2: | Regiones del cuerpo de dípteros | 7 |
| Figura 3: | Sucesión de Artrópodos en Entomología Forense | 13 |
| Figura 4: | Monumento Nacional “Cerro de la Silla” | 39 |
| Figura 5: | Relieve del Monumento Nacional del “Cerro de la Silla” | 40 |
| Figura 6: | Hidrografía del Monumento Nacional del “Cerro de la Silla”, en Guadalupe, Nuevo León | 41 |
| Figura 7: | Velocidad del viento en el Cerro de la Silla | 42 |
| Figura 8: | Vegetación en el Monumento Nacional del “Cerro de la Silla” | 43 |
| Figura 9: | Diseño de las trampas de botella utilizadas | 46 |
| Figura 10: | Instrumento GPS utilizado para realizar las mediciones por altitud | 46 |
| Figura 11 | Puntos de las estaciones de muestreo en el Cerro de la Silla | 47 |
| Figura 12 | a) 650 msnm. Estación de muestreo No. 1 “El Altar” b) 850 msnm. Estación de muestreo No. 2 “Botes” c) 950 msnm. Estación de muestreo No. 3 “La Curva” d) 1033 msnm. Estación de muestreo No. 4 “La Piedra” e) 1124 msnm. Estación de muestreo No. 5 “Teleférico” f) 1170 msnm. Estación de muestreo No. 6 “El Cristo” | 48 49 50 |
| Figura 13 | Género y especie de la Familia Calliphoridae | 55 |
| Figura 14 | Familia Phoridae, <i>Megaselia scalaris</i> | 58 |
| Figura 15 | Familia Sarcophagidae, <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> | 58 |
| Figura 16 | Familia Muscidae, <i>Musca domestica</i> , <i>Fannia scalaris</i> , <i>Synthesiomyia nudiseta</i> | 59 |
| Figura 17 | Familia Phiopilidae, <i>Piophila casei</i> | 60 |
| Figura 18 | Familia Sepsidae, <i>Sepsis sp</i> | 61 |
| Figura 19 | Familia Formicidae, <i>Camponatus sp</i> | 61 |
| Figura 20 | Orden Coleóptera | 63 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Gráfica 1 | Cantidad total de organismos para las familias coletadas en Diciembre 2009-Diciembre 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León | 66 |
| Gráfica 2 | Cantidad total de adultos por familia en las diferentes altitudes en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León ... | 73 |
| Gráfica 3 | Cantidad total de estadios imanduros capturados en Diciembre 2009-Diciembre 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León | 74 |
| Gráfica 4 | Temperaturas predominantes de Diciembre 2009-Diciembre 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León..... | 80 |
| Gráfica 5 | Presiones ambientales presentes (mb) de Diciembre 2009-Diciembre 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León..... | 81 |
| Gráfica 6 | Humedad relativa en % de Diciembre 2009-Diciembre 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León | 82 |
| Gráfica 7 | Velocidad del viento en km/hr de Diciembre 2009-Diciembre 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León | 83 |

RESUMEN

Se presenta un estudio en el Monumento “Cerro de la Silla” en Guadalupe, Nuevo León, México, determinando la distribución y diversidad altitudinal de especies de insectos necrófagos de importancia forense bajo un gradiente altitudinal, realizando un total de 22 muestreos en seis localidades, con altitud de 650 msnm, 850 msnm, 1033 msnm, 1124 msnm y 1170 msnm. Trampas tipo botella fueron utilizados para este propósito y como cebo se puso hígado de cerdo. Se colocaron 9,497 organismos del Orden Díptera. Calyptrate de los cuales 6,511 en estado adulto y 2,986 del estado larvario, de estos espécimenes fueron identificados 18 familias, 27 géneros y 23 especies.

Las especies que se presentaron con mayor frecuencia y abundancia fueron *Lucilia illustris* (Meigen), *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallen), *Musca domestica* (Linnaeus), *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy), *Chrysomya rufifacies* (Maquart), *Fannia scalaris* (Fabricius), *Chrysomya megacephala* (Fabricius), *Piophilidae casei* (Linnaeus), *Megaselia scalaris* (Loew) y *Phaenicia sericata* (Meigen), todas estas especies se asociaron en su densidad y distribución con factores como la localidad o altura, la época del año, temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, presión atmosférica, humedad relativa y velocidad del viento.

La altitud con mayor diversidad fue la de 950 msnm con 2460 organismos y la de menor diversidad fue a 1,170 msnm con 820. Marzo, Abril, Mayo y Junio fueron los meses con temperaturas entre 34 a 36° C, la densidad de especies que se obtuvo fue de 1731 organismos, en julio no se realizaron colectas a causa del huracán Alex, en enero, febrero y diciembre las temperaturas bajaron desde 8 hasta 0° C siendo febrero el mes que más humedad presento, la cobertura vegetal casi desapareció y la densidad de especies fue de 135 organismos, *Megaselia scalaris* fue la especie que se presentó en mayor cantidad y en todos los meses del año, igual lo hicieron *Sarcophaga haemorrhoidalis*, *Fannia scalaris* y *Musca doméstica*, aunque en menor cantidad. Esto demostró que la cantidad de insectos se redujo en los meses más fríos. La vegetación también restringió la distribución de las especies. Los factores que influyeron

significativamente en la abundancia, diversidad y composición de la fauna de insectos de importancia forense fueron la temperatura y la humedad relativa.

Palabras clave: Insectos necrófagos, entomología forense, gradiente altitudinal.

ABSTRACT

A study on the monument “Cerro de la Silla”, in Guadalupe, Nuevo León, Mexico, determining the distribution and diversity of altitudinal species of insects necrophagous of forensic under an altitudinal gradient importance is presented making a total of 22 collections in six locations, with altitudes of 650 msnm, 850 msnm, 950 msn, 1033 msnm, 1124 msnm and 1170 msnm. Type bottle traps were used for this purpose and as bait was pork liver. 9,497 organisms of the order Diptera were collected: Calyptrate of which 6,511 in adult states and 2,986 larval states, these specimens were identified 18 families, 27 genera and 23 species.

The species which arose with greater frequency and abundance were *Lucilia illustris* (Meigen), *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallen), *Musca domestica* (Linnaeus), *Calliphora vicina* (Robineau - Desvoidy), *Chrysomya rufifacies* (Maquart), *Fannia scalaris* (Fabricius), *Chrysomya megacephala* (Fabricius), *Piophilidae casei* (Linnaeus), *Megaselia scalaris* (Loew) and *Phaenicia sericata* (Meigen), all these species were associated in its density and distribution with factors as the locality or altitude, time of year, minimum temperature, maximum temperature, average temperature, pressure atmospheric, relative humidity and wind speed.

Altitude with greater diversity was that of 950 meters above sea level with 2460 species and less diversity was at 1,170 meters with 820. March, April, May and June were the months with temperatures between 34 to 36^{or} C, density of species that was obtained was of 1731 organisms, in July were not carried out in collections because of Hurricane Alex, in January, February and December temperatures fell from 8 up to 0^{or} C being February the month that more moisture present, vegetation cover almost he was not and the density of species was 135 species, *Megaselia scalaris* was species which arose in greater quantity and in all the months of the year, as did *Sarcophaga haemorrhoidalis*, *Fannia scalaris* and *Musca domestica*, although to a lesser extent. This showed that the amount of insects was reduced in the colder months. The vegetation also restricted the distribution of the species. The factors that significantly influenced the abundance, diversity, and composition of the fauna of insects of forensic importance were the temperature and relative humidity.

Key words: Necrophagous insects, forensic entomology, altitudinal gradient.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Artrópodos de importancia forense

Existen varios órdenes y especies de artrópodos que son atraídos por un cadáver en proceso de descomposición, lo invaden y colonizan, estos son más comunes por el área donde se encuentran, pero sin importar el lugar donde se encuentre y pueden incluir insectos, arácnidos, crustáceos y ciempiés. Los insectos por ser el grupo más diverso de organismos en el planeta, casi un millón de especies se encuentran en todos los tipos de hábitat terrestre, así como de agua dulce.

El Orden de los dípteros es uno de los grupos más abundantes, con alrededor de 160,000 especies descritas alrededor del mundo y se encuentran estructurado en dos grandes subgrupos, Nematóceras conformado por mosquitos y Brachycera por las moscas, pueden actuar como descomponedores de materia orgánica, ser transmisores de enfermedades, como control biológico o polinizadores, entre otras funciones (Brown et al., 2010). En el subgrupo Brachycera existen dos clados Calyptratae y Acalyptratae, separados morfológicamente por estructuras llamadas “calípteros” que son prolongaciones en forma de lóbulo que se encuentran en la zona basal posterior de las alas de los dípteros, poseen una sutura en el segundo segmento de las antenas o pedicelo y otra sutura transversal en la superficie dorsal del tórax y se encuentran solo en el clado Calyptratae (Rivers y Dahlem, 2014), incluye taxones con una estrecha relación en ambientes sinantrópicos o zonas con disturbios por lo que su distribución y abundancia es reconocida a nivel mundial y posee organismos como los necrófagos, saprófagos, coprófagos, fitófagos, parásitos, entre otros relacionados directamente a la descomposición (Yeates et al., 2007), además tienen una gran capacidad de vuelo, por lo que son los primeros organismos en llegar a un cuerpo en descomposición, por estas razones son de gran importancia para la Entomología Forense y se pueden clasificar en:

- a) Necrófagos o colonizadores primarios, se alimentan directamente del cadáver, son de gran utilidad para la estimación del tiempo de muerte, incluye dípteros de la Familia Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae,

Piophilidae, Phoridae, entre otras y coleópteros de la Familia Silphidae, Dermestidae, Nitulidae.

- b) Predadoras o parásitos de necrófagos, según Smith (1986) este es el segundo grupo más significativo de los insectos asociados a cadáveres, son los que llegan a alimentarse de otros insectos, tales como los coleópteros que son necrófagos en los primeros estados de su desarrollo, se vuelven depredadores en los últimos estadios de su desarrollo (Goodbrod y Goff, 1990), como Siphidae, Staphylinidae e Histeridae, himenópteros parásitos de larvas y puparios de dípteros como Ichneumonidae y Encystidae.
- c) Omnívoras, oportunistas o adventicias, que se alimentan tanto del cadáver como de otros artrópodos, es decir de cualquier fuente de alimento presente como las avispas, hormigas y otros coleópteros. Según Early y Goff (1986), cuando las poblaciones de estas especies son muy numerosas pueden provocar retraso en la tasa de descomposición del cuerpo, ya que disminuye la población de necrófagos.
- d) Incidentales o accidentales, utilizan al cuerpo como una extensión de su hábitat normal, es decir será un refugio para ellos y serán las arañas, colémbolos, ciempiés y ácaros que se alimentan del moho y los hongos que crecen sobre el cadáver (Goff et al. 1988).

Las especies adventicias y las incidentales por lo general son de escasa utilidad para el Entomólogo forense, las adventicias porque al no requerir un cadáver como medio para desarrollarse, no se puede predecir el momento en que arriban al cuerpo y su aparición es fortuita ya que el cadáver es sólo una extensión de su hábitat, y las especies incidentales son capaces de alimentarse tanto del cadáver como de sus habitantes, por lo que son poco confiables ya que al igual que las especies adventicias, no es posible asociarlas con una etapa particular del proceso de descomposición.

Los insectos que aportan la mayor parte de la información en las investigaciones forenses son los grupos de las moscas (Díptera) con 160,000 especies y los escarabajos (Coleóptera) con 750,000 especies, ambos grupos son muy diversos, las moscas arriban

al poco tiempo de que ocurrió el deceso, mientras que los escarabajos aparecen cuándo el cadáver está en etapas avanzadas de descomposición.

1.2 Orden Díptera

Los dípteros, que en sentido muy amplio incluyen a las “moscas” y “mosquitos”, se caracterizan, dentro de los insectos, por tener sólo un par de alas, de ahí el origen de su nombre (di = dos, ptera = ala). ¿Qué caracteriza a los dípteros? la transformación de las alas posteriores (metatorácicas) en unos órganos llamados halterios o balancines, que no se utilizan para volar, sino para mantener la estabilidad mientras vuelan, son insectos holometábolos con metamorfosis completa que normalmente incluye cuatro fases: huevo, larva, pupa y adulto. Ello significa que el aspecto que presentan como adulto es diametralmente opuesto al del aspecto larvario. Las larvas viven generalmente en hábitats claramente diferentes a los de los adultos. Los dípteros, como insectos que son, tienen el cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza es muy móvil y en ella se encuentran las antenas, los ojos (compuestos), los ocelos y el aparato bucal, Las antenas son extremadamente variables, tanto en forma como en tamaño. Están compuestas de varios segmentos llamados artejos que pueden variar de 3 a 16. Pueden llegar a ocupar casi toda la cabeza, estar muy reducidos o faltar completamente (Figura 1).

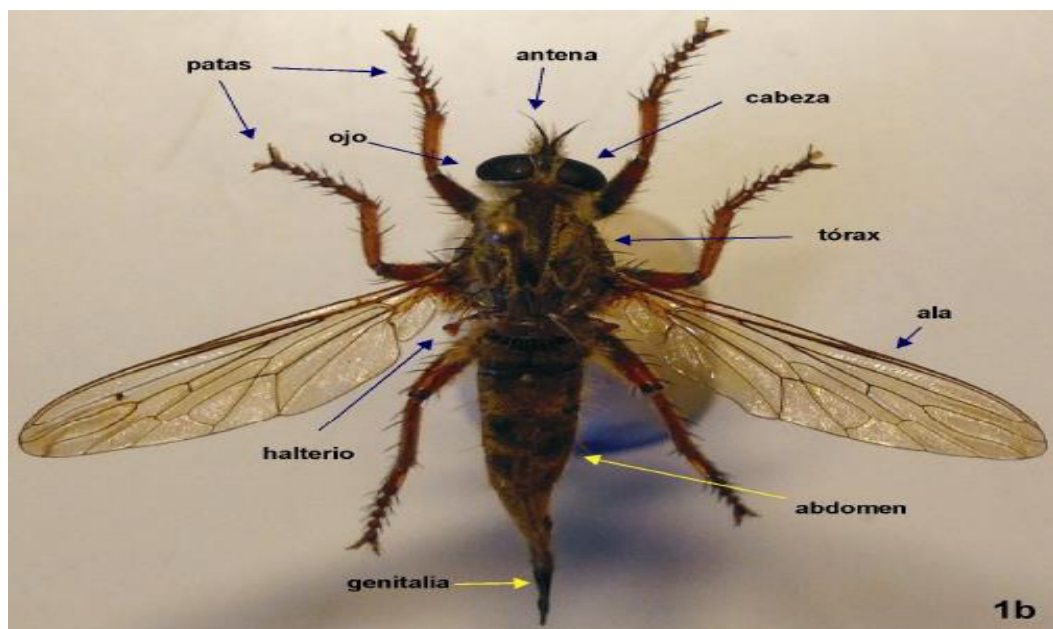


Figura 1. Aspecto general de un Díptero

Cuando los ojos no se tocan entre sí se dice que son dicópticos, mientras que si se tocan dorsalmente se les llama holópticos (esto último es frecuente en los machos de varias familias). Los ocelos (u ojos simples) se presentan generalmente en número de 3 sobre un área denominada triángulo ocelar, los ocelos pueden faltar totalmente o haber sólo dos.

El tórax está dividido en tres partes: el protórax, el mesotórax y el metatórax. Cada una de ellas lleva un par de patas. El mesotórax es la parte más desarrollada y visible, ocupando la mayor parte del tórax. Dorsalmente, el mesotórax está formado por el mesonoto y el escutelo, posteriormente, y por debajo del escutelo, se puede encontrar un abultamiento llamado postescutelo, a cada lado del tórax se encuentran dos orificios respiratorios llamados espiráculos torácicos, los apéndices más destacables del tórax son las alas, los halterios y las patas.

Las alas, un par, son estructuras bien desarrolladas y membranosas que nacen de los lados del mesotórax, también pueden estar reducidas (dípteros micrópteros o braquípteros) o faltar completamente (dípteros ápteros). Su estudio es fundamental para la clasificación de los diferentes grupos taxonómicos, especialmente las familias. Las alas presentan una variedad muy grande a nivel de orden; sin embargo, a nivel de familia son bastante homogéneas. Uno de los caracteres más importantes de las alas es la venación, que constan de una serie de venas longitudinales y transversales que limitan unas regiones llamadas celdas, la primera vena alar, llamada vena costa, puede presentar de ninguna a dos roturas (fracturas), muy importantes en la identificación de las familias, las alas son las caliptras (torácica y alar), situadas en la base posterior de las alas, y el álula, las caliptras y el álula pueden faltar, estar reducidas, o existir sólo una, y son especialmente importantes en los dípteros más evolucionados. Los halterios (llamados también balancines) son alas modificadas que nacen del metatórax, funcionan como giroscopios, permitiendo mantener la estabilidad de los dípteros mientras vuelan.

Las patas en número de seis (tres pares), nacen de las tres partes principales del tórax (pro, meso y metatórax), pueden tener formas muy variadas, desde largas y finas, hasta cortas y gruesas, cada pata está formada por cinco segmentos: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso. Éste último, a su vez, está formado también por cinco artejos

llamados tarsómeros, el primer tarsómero se llama basitarso, y el último lleva uñas y almohadillas (pulvilos y empodio), el empodio puede estar bien desarrollado como los pulvilos (pulviliforme) o tener forma de pelo (setiforme), Las tibias pueden presentar espinas apicales en la cara ventral llamadas espolones, El abdomen puede ser muy variable en forma, desde largo y estrecho hasta corto y ancho, puede presentar una cintura basal.

El abdomen está segmentado, el número de segmentos es variable, reduciéndose en las familias más evolucionadas. Cada segmento consta de dos placas, en general bien quitinizadas: una dorsal llamada terguito y otra ventral llamada esternito, entre ambas placas se encuentra una zona membranosa con los orificios respiratorios (= espiráculos abdominales), la parte más importante del abdomen es la genitalia (= aparato genital, terminalia, hipopigio) que se encuentra al final del mismo y es fundamental para la identificación de las especies (especialmente en los machos). Una característica muy importante de los dípteros es la quetotaxia, que es el conjunto de sedas (pelos y cerdas) presentes en las diferentes partes de la cabeza y el cuerpo. El tamaño, número y disposición de las sedas es extremadamente importante en la taxonomía de este grupo de insectos, tanto a nivel familiar como específico. Las quetotaxias más importantes son las de la cabeza el tórax y las patas.

Los dípteros son uno de los órdenes de insectos que más especies tienen ya que se conocen con alrededor de 160,000 especies descritas alrededor del mundo y representan al 10% de los animales descritos (Marshall, 2012), de las cuales 16,000 se encuentran en Norteamérica. Muchos dípteros están asociados a materia orgánica (animal o vegetal) en descomposición, otros son depredadores o parásitos de insectos, los más comunes en la descomposición de un cadáver son las familias Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae, tanto en la etapa larval como en la etapa adulta, siendo así las familias más útiles en la evidencia forense, hay más familias asociadas a la descomposición, estas son Fanniidae, Phoridae, Sepsidae, Piophilidae, Sphaeroceridae, Drosophilidae, Syrphidae (Goff & Catts, 1997).

Las moscas como se les llama, pueden encontrarse en cualquier hábitat y pueden diferenciarse en apariencia porque tienen un par de alas frontales que utilizan para volar

y otro par reducido que forma un par de estructuras conocidas como halterios cuya función es proveer estabilidad y equilibrio en el vuelo al insecto (Fig. 1).

El aparato bucal suele presentar diversas modificaciones, pudiendo ser o tipo esponja o succionador, la cual es retráctil y es usada como tal para chupar líquidos y semilíquidos y tienen la característica de solubilizar los sólidos para su digestión, este orden es el más común a encontrar alrededor de un cadáver en descomposición, pudiéndose encontrar en todo su desarrollo de metamorfosis holometábola o completa; huevo, larva, pupa y adulto, sus larvas son cilíndricas, de color claro sin apéndices locomotores y carecen de una cápsula cefálica definida, el tiempo en que el insecto permanece en algunas de las cuatro etapas se le llama estadio, es común el uso de la palabra instar para denominar a las diferentes fases en que se compone una etapa, como las moscas necrófagas que en su desarrollo comienzan su desarrollo como huevos, los cuales son depositados por la hembra en algún sustrato como puede ser un cadáver, las heces fecales o algún tipo de materia orgánica en descomposición.

Las moscas de la carne o de la familia Sarcophagidae, los huevos son retenidos y eclosionan las larvas dentro del cuerpo de la hembra, de tal forma que, a diferencia de otras moscas son depositadas vivas sobre la materia orgánica, las larvas corresponden al primero de tres estadios, se alimentaran de carne o materia orgánica y experimentaran dos mudas y ya una vez que la larva alcance su máximo desarrollo entrara en la fase de postlarva, donde cesa de alimentarse y comienza a migrar activamente en busca de un lugar apropiado para pupar que suele ser un sustrato blando para enterrarse, pero es común encontrarlas bajo los tapetes o en los dobleces de la ropa. El momento en que se transforman en pupa consiste una transformación de la cutícula de la larva de tercer instar, el cual se encoge y endurece llamándole puparío, con el tiempo se oscurece hasta tomar un color rojizo, tras cierto tiempo el adulto rompe la pared de la pupa y emerge con una cutícula blanda, abdomen reducido y como sus alas no se han expandido aun, son incapaces de volar en este momento se les llama adultos ternaes, por no ser maduros reproductivamente hablando y necesitan consumir proteínas suficientes para iniciar la maduración de sus órganos reproductores.

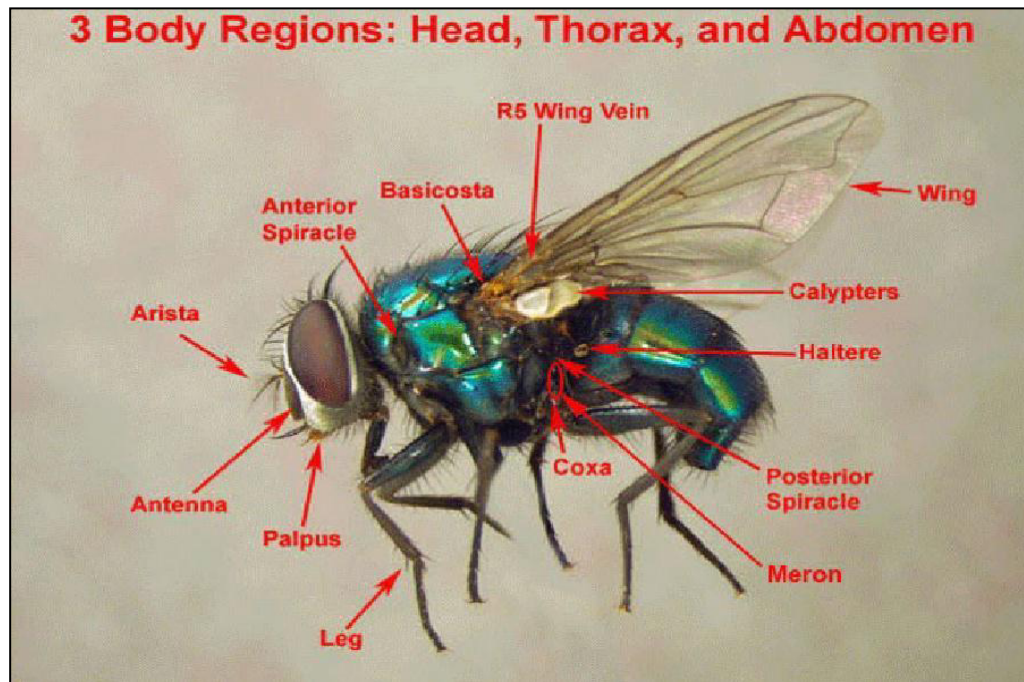
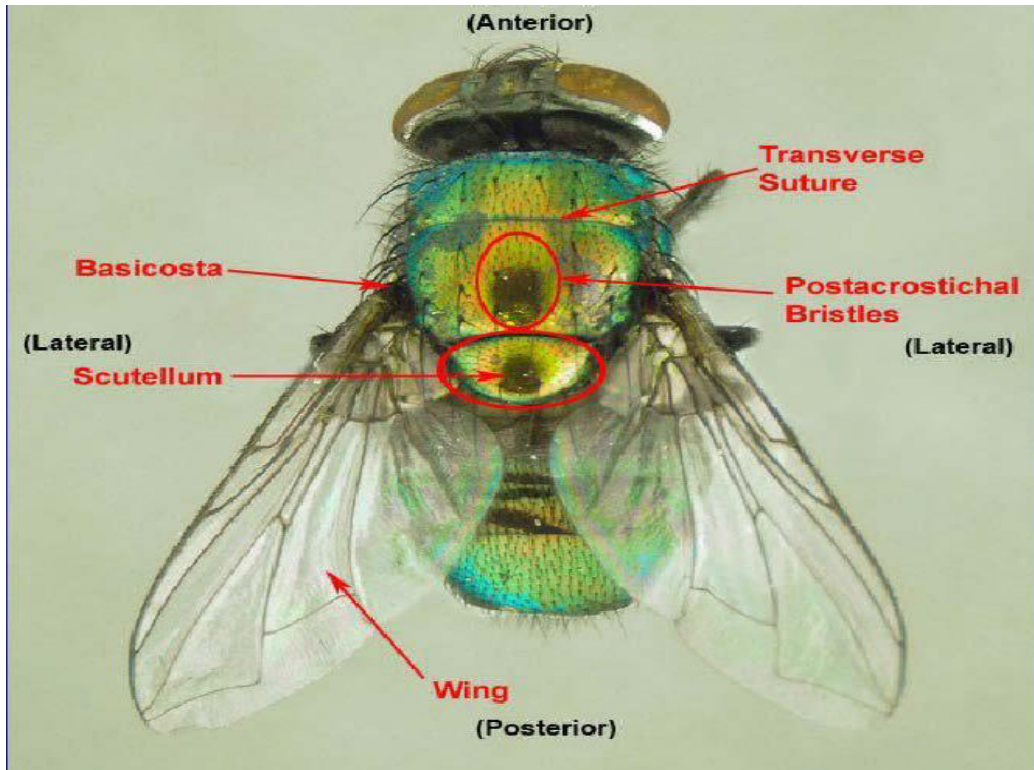


Figura 2. Regiones del cuerpo de dípteros

1.3 Influencia de la Altitud en Dípteros

Uno de los factores más importantes dentro de la ecología de los organismos es la altitud. La estructura de las comunidades y la importancia de los procesos ecosistémicos se relaciona con los gradientes altitudinales y otros factores estrechamente relacionados ellos, como la temperatura, humedad relativa, frecuencia del viento, radiación y precipitación. Varios estudios realizados con diferentes órdenes de insectos proveen información sobre el impacto que tienen los mismos con los cambios en el clima que se encuentran en los gradientes altitudinales (Sundqvist, et al., 2013).

McCoy (1990) es uno de los autores que investiga y recopila información acerca de varios estudios realizados en gradientes, sin embargo, la duda que plantea es general y es cómo se distribuyen los insectos a través de un gradiente, duda para la cual aún no existe una respuesta concreta debido a que la distribución de los mismos es mucho más compleja que otros grupos.

En la distribución intervienen factores bióticos y abióticos y de estos depende que la colonización de insectos sea exitosa o fracase (Hanski, 1982). Algunos estudios como los de Gagne (1979), Wolda (1987), Hodkinson (2005) y Martínez et al (2007), revelan información acerca de los patrones que tienen los insectos al momento de colonizar ciertos ecosistemas como por ejemplo los terrenos elevados y los bosques secundarios. Estos autores concluyen que la riqueza de especies se ve afectada por la altitud y que existen al menos cuatro razones para entender esta declinación en las especies en zonas altas: a) el área o hábitat es reducido, b) el recurso es limitado, c) el ambiente se vuelve poco favorable y d) la producción primaria. Por último, otros estudios como los de Janzen (1973), Janzen et al (1976) y Sundqvist et al (2013) muestran que los picos de riqueza de especies en insectos se encuentran en lugares intermedios más que en las zonas bajas.

Existen dos procesos que indican cómo se encuentran distribuidos los individuos de la clase Insecta. El primer proceso muestra que existe una baja de riqueza en los límites de un gradiente alto o bajo debido a restricciones ambientales, restricción de

recursos, depredación, temperaturas extremas las mismas que afectan a las poblaciones de insectos haciendo que su número sea reducido. El segundo proceso mantiene que la riqueza de especies se ve favorecida en altitudes intermedias debido a que la acumulación neta de la fotosíntesis es mucho más alta en las zonas de la mitad proporcionando mayor recurso y más espacio para una posible colonización de no solo una especie sino de varias (Young 1982; McCoy 1990). Existen otros factores importantes dentro de la distribución de insectos en un gradiente altitudinal los cuales afectan de manera directa a la distribución de los mismos. La colonización de insectos en ecosistemas que se encuentran en un gradiente se ve afectada debido a la relación que existe con los factores bióticos y abióticos, en especial la temperatura, humedad relativa y precipitación (Sundqvist et al., 2013). Varios efectos como la variación y polimorfismo en el tamaño de las alas en especies que se encuentran en zonas altas afectan a la riqueza de especies, esto se da en especial en insectos voladores lo cuales llegan a desarrollar adaptaciones ápteras (sin alas) para poder mantener su población estable en condiciones extremas.

Pocas especies han logrado una buena adaptación, por ejemplo, el género *Calliphora*. Además, existen otros cambios fundamentales para la vida asociados al ascenso en altitud: la disminución de la presión atmosférica total y la presión parcial de O₂ y CO₂ y el aumento de la radiación solar con una mayor fracción de radiación UV-B (Körner, 2003). Estos factores presentan tendencias unidireccionales con la altitud a nivel mundial, pero es importante tener en cuenta que no existe un estándar de variación en altitud. Otros efectos directos que afectan a la clase Insecta son los polimorfismos en el color, variaciones en el tamaño del cuerpo, tolerancia térmica, respuesta al decline de oxígeno en zonas altas, fecundidad y consideraciones genéticas adicionales (Hodkinson, 2005). Los estudios realizados en un gradiente altitudinal y latitudinal son de gran importancia porque nos ayudan a comprender cómo las variaciones ambientales a lo largo del gradiente influyen la estructura y ensamblaje de las comunidades de moscas necrófagas (Hodkinson, 2005).

En un escenario de cambio global como el que está sufriendo nuestro planeta, hay muchos taxones cuyas distribuciones se están viendo alteradas, a menudo

ascendiendo en latitud (Moreno-Rueda et al. 2012) o cambiando sus límites altitudinales (Wilson et al. 2005). Los estudios en gradientes nos pueden ayudar a entender las adaptaciones de las especies a los diferentes ambientes y así predecir su capacidad de supervivencia ante las nuevas condiciones ambientales que puedan surgir por efecto del cambio global (Benito et al. 2011).

1.4. Sucesión de Insectos en el proceso de descomposición de un cadáver.

La fascinación por estudiar y observar los efectos de los insectos en un cuerpo sin vida no ha sido privativa de biólogos, médicos y expertos legistas, ya que escultores, pintores y poetas han observado de cerca la descomposición de un cuerpo humano, señalando, en particular, los efectos que provoca la alimentación de las larvas de insectos, obras de arte de la Edad Media describan con exactitud el patrón de reducción de masa corporal, particularmente, los principios de esqueletización del cráneo y la reducción de los órganos internos, con gran parte de la piel intacta (Benecke, 2001), en 1855, el Dr. Bergeret d'Arbois estudio la sucesión de insectos en un cadáver para calcular, aunque en forma incorrecta, el IPM; este es el primer caso documentado donde se describe dicho cálculo (Benecke, 2001). A mediados de 1880, J. P. Mégnin, en Francia, publicó “La Faune des Cadavres: Application de Entomologie a la Médecine Légale”. En este documento Mégnin describe la secuencia de descomposición con las distintas oleadas de insectos que arriban al cadáver (Haskell *et al*, 1997. Benecke, 1998). Los ocho estados de descomposición descritos por Mégnin fueron seguidos por Leclercq (1969) y Easton & Smith (1970).

La ecología y el comportamiento general de las moscas de importancia forense fueron tratados extensamente por Greenberg (1973) y Putman (1983); la sucesión de fauna se estudió en varias regiones en cadáveres no humanos, desde lagartos hasta cerdos, generando información de la estructura de la comunidad, orden de colonización, estacionalidad y preferencias de ovoposición de dípteros. Este interés temprano en los insectos y en la descomposición cadavérica dio lugar a estudios de insectos en cadáveres humanos en Quebec, Canadá, en 1897 por Wyatt y Villeneuve (Anderson, 2001; Benecke, 2001). Al mismo tiempo, en los Estados Unidos, Motfert, realizo un muestreo sistemático de la fauna de los insectos de 150 cadáveres exhumados en Washington, D C

(Haskell et al., 1997; Benecke, 2001). Diversos autores han recopilado información 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).

La descomposición de un cuerpo se caracteriza por la destrucción de tejidos mediante procesos de autólisis y descomposición microbiana, después de estos procesos suceden períodos con duración variable de degradación de materia orgánica:

- a) en el período de descomposición inicial, el cadáver luce fresco, los primeros insectos en llegar son las moscas de la Familia Calliphoridae y Sarcophagidae, las hembras adultas inspeccionan el cadáver, se alimentan con frecuencia de él y, según las especies, depositan huevos o larvas alrededor de las aberturas naturales estas serán, en principio, las asociadas con la cabeza (ojos, nariz, boca y orejas) y región ano genital (Goff et al., 2004);
- b) durante el período enfisematoso o de putrefacción, el cadáver se hincha por gases producidos durante la fermentación de sustancias orgánicas de los tejidos corporales, la temperatura interna se eleva por el efecto combinado de los procesos de descomposición bacteriana y la metabólica de las larvas de dípteros, los califoridos son atraídos al cuerpo durante este estado, según se va hinchando el cuerpo, los fluidos salen por las aberturas naturales y se precipitan al suelo, estos fluidos junto con otros productos derivados de la actividad metabólica de larvas de dípteros provocan alcalinización del suelo subyacente al cadáver, y la fauna edáfica normal desaparece (Goff *et al.*, 2004);
- c) durante el período de descomposición activa, la carne toma una consistencia cremosa, las larvas de dípteros son los insectos predominantes y forman grandes masas alimentándose, mientras que algunas formas depredadoras como los escarabajos, avispa y hormigas, estaban presentes en el estado hinchado, al final del estado de descomposición activa, se observan tanto necrófagos como depredadores en gran número, al final de este estado, la mayoría de las Calliphoridae y Sarcophagidae han completado su desarrollo y abandonan el

cuerpo para pupar, en esta etapa, los restos suelen sufrir una pérdida de humedad, las larvas de dípteros habrían eliminado la mayoría de los tejidos blandos del cuerpo al final de este estadio (Goff et al, 2004);d) con el período de putrefacción avanzada, el cadáver se seca externamente, conforme los restos se van reduciendo a piel, cartílago y hueso, los dípteros dejan de ser las especies predominantes, a lo largo de este estadio, diversos coleópteros resultan ser los más predominantes; y finalmente, en el período de reducción esquelética, lo que resta del cadáver queda seco, solo quedan pelo y huesos, no aparecen insectos claramente asociados y se producen una vuelta gradual de la fauna edáfica normal como anélidos, nematodos, arácnidos o los moluscos en el suelo subyacente, no existe momento final definido para esta fase. Ver Figura 2, Tabla 1. (Magaña, 2001; Moura et al., 1997; Méndes, 1996; Goff *et al*, 2004). En la tabla 2, Los Procesos Cadavéricos se describen ordenadamente los principales procesos por los que pasa un cadáver de mamífero desde el momento de la muerte hasta que las partes más resistentes, los huesos pierden sus características estructurales.

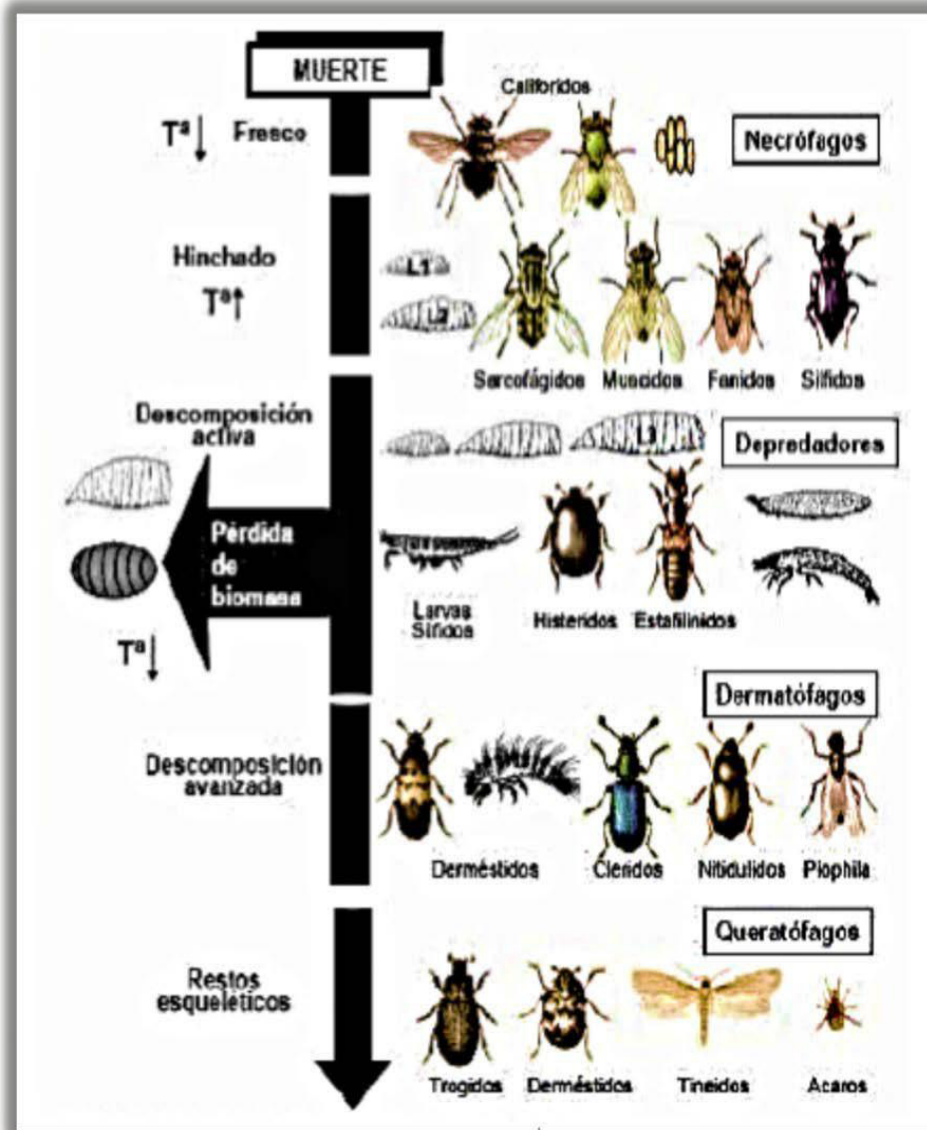


Figura 3. Sucesión de Artrópodos en la Entomología Forense

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

Tabla 1. Sucesión de artrópodos en las diferentes fases de descomposición de un cuerpo (tiempo expresado en días)

| ARTRÓPODOS ASOCIADOS | ESTADOS DE DESCOMPOSICIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|--------------|---|---|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----|-----|-----|
| | Cromático | | | | | | Enfisematoso | | | | | | Colicuativo | | | | | | Reducción esquelética | | | | | |
| Orden / Familia | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 150 | 365 |
| DÍPTERA: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calliphoridae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sarcophagidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muscidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Piophilidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fanniidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HYMENOPTERA: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vespidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Formicidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLEOPTERA: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Staphylinidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dermestidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Histeridae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Scarabaeidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tenebrionidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cleridae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Silphidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DERMAPTERA: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLLEMBOLA: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BLATTARIA: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 2. Procesos cadavéricos. Se describen ordenadamente los principales procesos por los que pasa un cadáver de mamífero desde el momento de la muerte hasta que las partes más resistentes, los huesos pierden sus características estructurales.

| Tiempo mínimo post mortem | | Observaciones |
|---------------------------|---|--|
| MINUTOS | 30 | Principio de la rigidez del musculo cardiaco y del diafragma. |
| | 20-45 | Aparición de las primeras livideces, en el cuello. |
| | 45 | Perdida de la transparencia corneal (ojo abierto). |
| | 1 | Caída de la temperatura rectal de 1 grado (1 grado/hora en las cuatro primeras horas). Coagulación de la sangre |
| HORAS | 1 ³ / ₄ | Confluencia de las livideces en el cuello. |
| | 1-2 | Sensible enfriamiento de pies, manos y cara. |
| | 2 | La pupila no se contrae más que por la acción de la eserina, Licuefacción de las capsulas suprarrenales. |
| | 2-4 | La rigidez aparece en la articulación temporomaxilar. |
| | 4 | La pupila no se dilata por la acción de la atropina. |
| | 4-5 | Enfriamiento sensible de la piel. |
| | 6-8 | Extensión de la rigidez a todo el musculo esquelético. |
| | 8 | La rigidez interrumpida artificialmente no se reproduce más. |
| | 10 | Las livideces estabilizadas no desaparecen a la presión ni a los cambios de posición del cadáver. |
| | 11 | Presencia precoz de larvas de moscas vivas sobre el cadáver. |
| | 12 | Apergaminamiento de los órganos genitales externos. |
| | 12-15 | Desaparición de la rigidez del musculo cardiaco. |
| | 13-30 | Desaparición de los movimientos de los cilios epiteliales. |
| | 14 | Lividez máxima; mancha verde abdominal en tiempo caluroso. |
| | 15-24 | Equilibrio térmico. Hipostasis pulmonar. Hemolisis. |
| | 18-24 | Hemoconcentración de la sangre contenida en el corazón. |
| | 24 | Perdida de la transparencia corneal (si el ojo está cerrado). Aparición de la coloración verde oscura en la cara inferior del hígado y en la cara cólica del bazo. Trasudado con hemoglobina en la pequeña pelvis. |
| | 24-36 | Trasudado pleural con hemoglobina. |
| 34-82 | Desaparición de la movilidad de los espermatozoides en las vesículas seminales. | |

| | | |
|--------------|-----------------------|--|
| | 36 | Principia la desaparición de la rigidez. |
| | 48 | Desaparición del líquido cefalorraquídeo. Globos oculares blandos, midriasis. Mancha verde abdominal, turgencias venosas superficiales |
| DÍAS | 3-4 | Resolución completa de la rigidez (antes si la temperatura es elevada). Excepcional presencia de capullos de insectos. |
| | 6 | Presencia precoz de capullos. |
| | 7-8 | Presencia precoz de capullos vacíos. |
| | 8 | Cadáver completamente verdoso. |
| | 10-14 | Plazo habitual para encontrar crisálidas (gran variedad según la temperatura exterior). |
| | 12 | Mancha verde abdominal (en tiempo frío). |
| | 15 | Hinchazón generalizada. Aparición de putresina y cadaverina. |
| | 17 | Momificación precoz posible. |
| MESES | 1-2 | Inicio de la transformación en grasa adiposa del tejido grasoso subcutáneo. |
| | 1-6 | Fauna sarcófagiana (Lucilias, sarcófagos) |
| | 2-4 | Fin de la transformación grasa cadavérica del tejido grasoso subcutáneo. |
| | 3-7 | Fauna dermestiana (Dermestes). |
| | 3 | Principio de la transformación de los músculos en grasa cadavérica. |
| | 4-5 | Fauna corinetiana (Corynetes=coleópteros) |
| | 6 | Transformación en adipocira de los músculos faciales superficiales. |
| | 6-7 | Fauna Silfiana. |
| 7-12 | Fauna Acariana | |
| AÑOS | 1 | Transformación en adipocira de los músculos faciales profundos. |
| | 2-4 | Aparición de hongos en la tumba. |
| | 3-4 | Desaparición de partes blandas en la tumba. |
| | 5 | Desaparición de tendones y cartílagos. |
| | 5-10 | Desaparición de los lípidos del hueso. |
| | 10-15 | Iniciación de la alteración de la estructura ósea. |
| | 50 | Las superficies óseas se vuelven porosas. |

2. ANTECEDENTES

2.1 Historia de la entomología forense

La Entomología forense va relacionada a la resolución de crímenes o delitos, la sociedad menciona y maneja un concepto desacertado de la palabra forense, ya que se asocia esta palabra con la muerte, razón por la cual se estima importante desarrollar este concepto.

La palabra forense es relativa al foro, el foro era un espacio o plaza donde se reunían para tratar temas de importancia social entre ellas, las leyes y la justicia. La palabra forense tiene relación con el Derecho. Es por esta razón que a quienes brindan apoyo o están relacionados con casos penales, se les llama forenses, por ejemplo, la medicina forense; pero en el momento en que realiza la necropsia para determinar la causa de muerte de una persona que se presume fue víctima de la delincuencia o se desconoce la razón de su muerte, se convierte en medicina forense y esta brinda su conocimiento para apoyar los casos legales que lo necesitan.

De la misma manera es con la entomología, esta es la ciencia que estudia los insectos, pero en el momento en que brinda su experiencia y conocimiento para determinar la hora de la muerte, lugar de muerte, causa y manera de muerte de una persona que se desconoce que causó su muerte, se convierte en entomología forense, cuyo objetivo principal es la estimación del intervalo de muerte, esto es que al momento de llegar a una escena del crimen se realiza una identificación apropiada de los insectos que se encuentran en el cadáver, sobre y debajo de él y sus alrededores, con esta identificación se extraen datos de desarrollo y sucesión de insectos y otros artrópodos para establecer el intervalo post mortem o determinar cuánto tiempo lleva de muerte la persona desde que este falleció hasta el momento en que el investigador encuentra el cadáver.

La presencia de las moscas está en escritos tempranos como la “Tabla 14” de la serie Harra-Hubulla, es una lista sistemática de animales salvajes terrestres de la época

de Hammurabi, de hace 3,600 años, basada a su vez en una lista sumeria aún más antigua, se encuentra escrita en cuneiforme y es el primer libro de zoología que se conoce. Entre los 396 animales citados, 111 son insectos y 10 son moscas. La “mosca verde” (*Lucilia*) y la “mosca azul” (*Calliphora*), muy comunes hoy en casos forenses, son mencionados aquí por primera vez. En las civilizaciones antiguas, las moscas aparecen como amuletos (Babilonia, Egipto), como dioses (Baalzebub, el señor de las moscas), y es una de las plagas en la historia bíblica del éxodo, pero fue Aristóteles quien aportó datos anatómicos y biológicos que describió y clasificó dentro del orden científico. La metamorfosis de las moscas ya era conocida en el antiguo Egipto, pues un papel encontrado en el interior de la boca de una momia contiene la siguiente inscripción “Los gusanos no se volverán moscas dentro de ti”, (Papiro Gized No. 18026:4:14). La mayoría de los insectos evitados en los embalsamamientos son los que ahora ayudan en la resolución de los casos de muerte (Greenberg, 1991).

Uno de los primeros casos relacionados a la entomología forense, sucedió de manera informal en el Siglo XIII en China, cuando en 1235 A.C., con los registros del criminalista Sung Tz’u (Benecke 2004; Byrd y Castner 2001; Greenberg, 1991; Hall, 1990; Smith, 1986), investigó un caso en el que se dio muerte con cuchilladas a un agricultor, al no encontrar al culpable, el gobernante de la aldea cito a todos los agricultores de su pueblo, una vez presentes pidió que colocaran sus hoces, frente a ellos y en la observación que realizó notó que una hoz estaba rodeada de moscas y al verla más cerca se percató que esta tenía trazas diminutas de sangre y tejidos, posteriormente el dueño de dicha guadaña confesó haber cometido el delito, también observó que las larvas de mosca aparecían con mayor rapidez en un cuerpo en descomposición en temporadas cálidas y la posibilidad de utilizarlas para reconocer las heridas causantes del deceso (Benecke, 2004; Byrd y Castner, 2000; Hall, 1990; Smith, 1986; Greenberg, 1991).

Fue hasta mediados del siglo XIX, en Francia, cuando la ciencia surgió como tal. Orfila, (1848), listó 30 insectos y otros artrópodos que colonizaron un cuerpo, sus observaciones pueden ser las primeras en sistematizar el conocimiento de la sucesión. Durante muchos años en determinados ambientes, se pensaba que al morir una persona

las larvas que aparecían en un cadáver para devorarlo bien, aparecían por generación espontánea, o bien salían del propio cadáver. Estas creencias perduraron hasta que Redi, un naturalista del Renacimiento se propuso demostrar de una forma científica que estas larvas procedían de insectos, los cuales depositaban sus huevos para que se desarrollasen en el cadáver. Expuso al aire libre un gran número de cajas descubiertas y en cada una de ellas depósito un trozo de carne, unas veces cruda y otra cocida, para que las moscas atraídas por el olor vinieran a desovar sobre ellas. Redi que observo como estos huevos depositados por los insectos se transformaban primero en larvas, después en pupas y por ultimo como salían los individuos adultos.

Redi distinguió cuatro tipos de moscas: moscas azules (*Calliphora vomitoria*); moscas negras con franjas azules (*Sarcophaga carnaria*); moscas análogas a las casas (*Musca doméstica* o quizás *Curtonevra stabulans*), y por fin moscas de color verde dorado (*Lucilia caesar*).

Pero como es lógico todo experimento tiene su contraprueba, para ello, las mismas carnes se colocaron en cajas, pero esta vez cubierta con una gasa, a fin de que también se produjese en ellas la putrefacción, pero las moscas no tuviesen acceso a ellas. Redi vio que evidentemente las carnes se corrompían, pero que no aparecían sobre ellas ninguna larva, también observo que las moscas intentaban introducir la extremidad del abdomen por las mallas tratando de hacer pasar a través de esta sus huevos y que algunas moscas no depositaban huevos, sino larvas vivas, dos de las cuales pudieran introducirse a través del tejido. Redi también demostró que las moscas no cavan la tierra y que las lombrices de tierra en ningún caso se alimentan de los cadáveres enterrados.

Fue hasta 1805 cuando Bergeret comienza a utilizar de una forma más o menos continua y seria la entomología como ayuda en la medicina legal, el, junto con Orfilia y Redi, realizan estudios que son el punto de partida para que Brouardel solicite el concurso de Mégnin, quien amplio y sistematizo la entomología forense.

La primera publicación se realizó en “La Gazette hodomètre de médecine et de chirurgie”, en un artículo titulado “De l’application de l’entomologie ‘a la médecine

légale” y después en una comunicación a la Academia de Ciencias, en 1887, bajo el título de “La Faune des Tombeaux”.

Aunque, el auténtico nacimiento de la entomología médico-legal tuvo lugar en 1894 con la publicación de “La Fauna de los Cadáveres. Aplicación de la Entomología a la Medicina Legal”. Los diferentes grupos de artrópodos fueron definidos por Mégnin como “escuadrillas de la muerte”, que son atraídas de una forma selectiva y con un orden preciso: tan preciso que una determinada población de insectos sobre el cadáver indica el tiempo transcurrido desde el fallecimiento. De acuerdo a Mégnin, el primero en demostrar que los gusanos de los cadáveres no nacen espontáneamente, sino que son larvas de huevos depositados por moscas. A este fin emprendió curiosos experimentos con carne que había dejado descomponer. Macquart, había indicado muy bien la acción de las larvas de insectos acerca de la descomposición cadavérica, *“El cuidado con que ciertas moscas aseguran la existencia de su posteridad, consiste en la elección que hacen de la cuna de sus pequeñuelos, indicándoles su solo instinto a dicho propósito los cuerpos que han cesado de vivir. La disolución ya comenzada se acelera de tal modo por la influencia de estas larvas, que parece debida a ellas únicamente”*. Linneo dijo pintorescamente que tres moscas consumen un cadáver con tanta prontitud como un león.

El primer caso moderno de Entomología Forense se le acredita al fisiólogo francés Bergeret en 1855, quien uso evidencia entomológica y realizo la primera estimación de “intervalo post mortem” ante un tribunal para liberar de cargos a dos acusados de haber asesinado a un infante recién nacido, cuyo cuerpo fue encontrado entre la pared que formaba la chimenea de un domicilio, al momento del descubrimiento del cadáver del bebe se consideraron sospechosos a los moradores del domicilio, con las evidencias entomológicas encontradas se determinó un tiempo postmortem de cerca de dos años, con lo cual se incrimino a los habitantes de aquel tiempo (Benecke, 2004; Benecke y Lessig, 2001; Bergeret 1855, Haskell et al., 1997; Gill, 2005), fue este el primer caso en que el Intervalo Post-Mortem fue utilizado para resolver un asesinato.

Entre 1883 y 1898 Jean Pierre Mégnin, veterinario militar considerado padre de la Entomología Forense publicó su trabajo *“La Faune de Cadávres”* (Mégnin, 1894), el

cual incluía el reporte detallado de casos, identifico ocho etapas de descomposición humana (Hall, 1990); los estados de descomposición fueron seguidos por Leclercq (1969), Easton y Smith (1970), la ecología y el comportamiento general de las moscas de importancia forense fueron tratados extensamente por Greenberg (1973) y Putman (1983). Este trabajo contribuyo a difundir entre los investigadores forenses que la información entomológica podría ser utilizada en investigaciones de asesinatos (Haskell et al., 1997; Benecke, 2004).

A partir de 1920 comenzaron a publicarse monografías y listas de especies de insectos de importancia forense alrededor del mundo; haciendo énfasis en taxonomía, distribución, ciclo de vida, ecología, metabolismo y anatomía de estos. Por mucho tiempo este tipo de estudios se realizaron casi de forma exclusiva en Europa y no fue sino a partir de los últimos 30 años cuando Estados Unidos de América y Canadá ingresaron en este campo (Benecke, 2001). Siendo los últimos años en que en Latinoamérica se han desarrollado el interés por esta especialidad de la entomología (Quiroz-Martínez, experiencias personales).

2.2 Estudios sobre Entomología Forense en México

En México la Entomología Forense es una ciencia en desarrollo, qué puede aportar, aún más de lo que nos ha brindado hasta ahora, convirtiendo los indicios o evidencias en las pruebas necesarias, durante avanzados estadíos de descomposición. En México, la entomología como disciplina científica se ha desarrollado en distintos terrenos como en taxonomía y sistemática, que han permitido el conocimiento de la biodiversidad de este grupo de organismos, tanto en nuestro país como en el extranjero; también hay avances notorios en áreas en las que se aplican conocimientos entomológicos relacionados con salud, alimentación y agricultura.

Sin embargo, la Entomología Forense, en cuanto a su aplicación, es relativamente reciente y cuenta con escasa información, con una evolución lenta, imitada a esfuerzos individuales y al desarrollo de talleres, cursos y conferencias que en la mayoría de los casos poco han impactado en el desarrollo de la disciplina.

La Sociedad Mexicana de Entomología (SME), se ha constituido como un foro en donde se han presentado trabajos de investigación que contemplan aspectos básicos de esta disciplina en México, como la importancia de los insectos para establecer el tiempo de muerte (De la Barrera-Escamilla, 1999), a sucesión de especies de artrópodos en modelos animales (Anguiano y Quiroz-Rocha, 2006; Flores et al., 2008 ; Martínez et al., 2007; Stephano et al., 2006; Valdés et al. 2008), distribución, descripción y registro de especies necrófagas y necrófilas en localidades específicas (Flores et al., 2008; Molina et al., (2006 y 2008), Quiroz et al., 2008, Vázquez et al., 2007; Villamil, 2007), ciclos de vida de especies relacionadas con la degradación cadavérica (González et al., 2006) así como la comunicación de casos de interés forense (Quintero et al., 2006), aislamiento de ADN humano a partir de larvas de dípteros (Hernández et al., 2007, Nava et al., 2008), así como aspectos de toxicología ligada a larvas de dípteros (Cortes, 2005).

La SME convocó al Primer Simposio Internacional de Entomología Forense desarrollado en el año 2007, coordinado por la Dra. María Teresa Quintero de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Dr. Humberto Quiroz Martínez de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con la participación de expositores extranjeros (Martha Wolff, Margherita Turchetto, Olguer Calderón y Andrea Lafisca) y ponentes nacionales como Humberto Quiroz Martínez, Georgina Quiroz, Ariadna Rodríguez Castro, Samuel Gutiérrez Rodríguez y Humberto Molina Chávez (Memorias en revisión). Existen otras obras, en donde se ha hecho una revisión de la disciplina tomando en consideración las observaciones efectuadas en los denominados “puerres experimentales” descritos por Marín (1978); así mismo el registro de especies de insectos asociados a cadáveres humanos (González y Labrador, 2003) y otros con enfoques retrospectivos en el país (Garduño et al., 2007). En la actualidad la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad de Guadalajara, el Colegio de Postgraduados de la Universidad Autónoma Chapingo, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Robles y la Universidad Nacional Autónoma de México cuentan con proyectos de investigación en el campo de la Entomología Forense y colaboran con instituciones encargadas de la procuración de justicia.

Existen centros institucionales que emplean las herramientas que aporta la Entomología Forense en la resolución de casos reales, entre ellos cabe destacar a la CGSP de la PGJDF, el Servicio Médico Forense de la Ciudad de México, el Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses y la Procuraduría General de Justicia del Estado de Coahuila. Además, investigadores de diferentes instituciones académicas han colaborado o colaboran con instituciones de procuración de justicia en la resolución de casos y en la elaboración de opiniones periciales.

En cuanto a la actividad educativa, aunque no es posible establecer con claridad el número exacto de cursos o conferencias relacionadas con la disciplina, se han incluido aspectos de Entomología Forense en cursos de criminalística, criminología y ciencias forenses en general y sólo uno que ha profundizado en el tema (Taller Internacional de Entomología Forense efectuado en el año 2008, auspiciado por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Robles y la Procuraduría General de Justicia del Estado de Coahuila), con la participación de expertos de Canadá (Gail Anderson) y de USA (John R. Wallace y Jeffery K Tomberlin). La PGJDF a través de la CGSP, han desarrollado protocolos que se dirigieron a la conformación de un Laboratorio de Entomología Forense, que proporcione la atención a órdenes ministeriales y además, en otro sentido, establezca líneas de trabajo tendientes a desarrollar el estudio de aspectos entomológicos que incrementen el conocimiento de la Entomología Forense en la Ciudad de México y que permita vincular y capacitar a más personal de las áreas periciales que se encargan del estudio criminalística de circunstancias donde los artrópodos se asocian a la degradación de cadáveres, tales como el desarrollo de ciclos de vida bajo diferentes circunstancias ambientales, la sucesión ecológica que se establece cuando interactúan los insectos con los restos cadavéricos, así mismo generar protocolos, en conjunto con otras áreas periciales específicas de la propia coordinación, orientados a estudios de genética, toxicología y criminalística, entre otros.

Históricamente, los primeros trabajos en México se remontan a la década de los 70's , cuando investigadores como Martínez y Fernández, ambos médicos forenses hacen referencia a la entomofauna asociada a cadáveres, todo apoyándose en literatura extranjera (Fernández, 1975; Martínez, 1978), en Nuevo León se reportan siete estudios

de casos de muertes donde la entomología forense aportó información que apoyo las investigaciones (Quiroz-Martínez et al.,2002; Quiroz-Martínez et al., 2003; Stephano y Quiroz-Martínez, 2006; González et al., 2006; Quiroz-Martínez y Rodríguez-Castro, 2007).

Diferentes medios han sido utilizados para conocer las especies y poblaciones de insectos necrófagos asociadas a un cadáver (Rodríguez y Bass, 1983; Benecke, 2004). Una de las mejores fuentes de información proviene de los mismos casos de homicidio, con registros detallados de las especies encontradas. Autores han recopilado numerosos estudios de casos donde describen las circunstancias bajo las cuales se presentan diferentes especies y la forma en que contribuyeron a la resolución de crímenes (Benecke, 2004; Byrd y Castner, 2000; Greenberg, 1991). Hoy en día la Entomología Forense es aceptada a lo largo de todo el mundo como una herramienta de gran utilidad en la resolución de crímenes violentos (Anderson, 2001; Hall, 1990).

El uso de cuerpos sin vida de humanos para realizar estudios de diversidad y sucesión de insectos necrófagos tiene una serie de limitaciones de carácter legal y ético que no permiten realizar estos estudios (Campobasso et al., 2001); los registros de fauna cadavérica provienen de muestras obtenidas directamente en el lugar de los hechos o bien muestras tomadas durante las autopsias. Por lo cual fue necesario que se buscaran alternativas para conocer la entomofauna asociada a un cuerpo en estado de descomposición.

Para conocer la diversidad de insectos asociados a un cuerpo en descomposición se han utilizado una variedad de animales, donde destaca el uso de cuerpos completos o partes de ellos del cerdo, ya que la similitud en composición química de los tejidos de este animal es muy cercana a la composición que se presenta en el humano (Quiroz-Martínez, experiencias personales).

Por lo tanto, alrededor del mundo se han implementado diversos tipos de trampas con una diversidad de tejidos de animales que sirven como atrayentes (Quiroz-Rocha, 2007). El uso de trampas debe ser efectivo y esta variara de acuerdo al tipo de cebo utilizado y constituye un medio conveniente cuando la finalidad del estudio no es

determinar la diversidad o sucesión de especies, sino mapear la distribución geográfica de las mismas. 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 (Chittaro et al., 2005).

Muchos métodos de trampeo han sido desarrollados para muestrear moscas (Hall, 1993). Cadáveres de todos tamaños y tipos han sido utilizados en estudios de descomposición, ovejas (Deonier, 1940), conejillos de indias (Bomemissza, 1957), cerdos (Payne, 1965; Payne, King y Beinhart, 1968; Tullis y Goff, 1987; Haskell, 1989; Anderson y VanLaerhoven, 1996; Tessmaer y Meek, 1996; Richards y Goff, 1997; Byrd, 1998; de Carvalho et al., 1999; Shahid et al., 1999; Davis y Goff, 2000; de Carvalho y Linhares, 2001; Wolff et al., 2001; Castillo, 2002; Tenorio et al., 2003; Watson y Carlton, 2003); ratas (Blackith y Blackith, 1989).

Otro de los atrayentes más utilizados lo ha sido el hígado de res, o cerdo para la atracción de dípteros necrófagos, sin embargo, no es excluyente de otros grupos de importancia forense como son escarabajos e himenópteros (Byrd, 1998; Byrd y Castner, 2000; Wolff et al., 2001). Un modelo de trampas que ha sido ampliamente utilizado lo son las trampas de botella (Ferreira, 1978; Linhares, 1981; Faucherre y Cherix, 1998), estas permiten obtener ejemplares en buenas condiciones para su identificación, además de proveer un sustrato para la oviposición de las moscas (Norris, 1965).

Alguno otros estudios han comparado dos trampas usando conejos sin cabeza como atrayente (denominadas en inglés como Schoenly traps y TradC traps), Los resultados mostraron una mayor abundancia, riqueza, diversidad y dominancia en colecta de dípteros saprófagos en la trampa Schoenly. Con las familias Calliphoridae, Muscidae, Phoridae y Sarcophagidae como las familias más abundantes (Ordoñez *et al.*, 2009).

2.3 Entomología en Nuevo León

Actualmente en Nuevo León, el doctor Humberto Quiroz Martínez, trabaja en dos líneas de investigación, la primera son los mosquitos, y la que ha impactado mucho, la Entomología Forense. Ésta trata del uso de los insectos en las investigaciones en criminalística. “Es un área relativamente nueva. Todo surgió a partir de estudios en plantas de tratamiento de aguas residuales, en las que identificamos las moscas que se desarrollan de los sólidos que se extraen de ahí. Y son las mismas familias, los mismos grupos y algunas de las mismas especies, sólo que ahora pasamos de la materia orgánica en estado de descomposición que extraen de las plantas a una materia orgánica en estado de descomposición extraído de un cadáver”. Para esta investigación, muy nueva en el país y en la UANL, trabajan con necro trampas (en este caso cabezas de cerdo), para ver cuál es la fauna cadavérica y cuál se va presentando a medida que se va descomponiendo la necro trampa, ya que varía la fauna de insectos que puede arribar dependiendo del estado de descomposición. Por ejemplo, “si una persona muere y se sospecha que la causa es sobredosis, pero por los restos no se logra determinar, se pueden hacer estudios de lo que se llama Entomotoxicología, es decir, con las larvas que tiene el cadáver detectar el tóxico, el metabolito de la droga que pudo haber consumido”. La Entomología Forense despertó el interés del Lic. Porfirio Díaz responsable de la Dirección de Servicios Periciales del Estado, con quien surgió la idea de organizar talleres para la colecta y preservación adecuada de los insectos. A partir de estos talleres, la Facultad de Biología ha recibido la participación de alumnos de otras facultades como la de Medicina, Derecho y Criminología, arrojando excelentes resultados y experiencias al conjuntar las ramas científicas. Así, algunos alumnos de no tener la profesión de Biólogos, han desarrollado investigación en Entomología Forense, entre ellos dos alumnos de Criminología ya han presentado sus resultados en congresos de Entomología con mucho éxito. Actualmente en el laboratorio de Entomología de la UANL existe una colección de referencia, con muestras de insectos de las principales plagas del Estado y algunos insectos endémicos, como un escarabajo del “Cerro de la Silla”; además de una colección de entomología acuática y otra de entomología forense, que está comenzando

a crecer. Este material data desde los años 50 y en varios casos, han recibido donaciones de otras Instituciones o países.

En Nuevo León, reportan estudios de casos de muertes tanto accidentales como homicidios, en donde la Entomología Forense apporto información que apoyo las investigaciones (Quiroz-Martínez y Rodríguez-Castro, 2007). Otros estudios de sucesión se han realizado en Nuevo León se estudió en cabezas de cerdo bajo cinco condiciones distintos, que se presentan en orden de mayor a menor diversidad: expuesto, cubierto con ropa, con plástico, con plástico, encajuelado y parcialmente sumergidas en agua, se reportaron 13 familias, 38 géneros y 40 especies. De estas las más abundantes fueron Calliphoridae y Staphylinidae (Quiroz-Martínez y Rodríguez-Castro, 2007). Otros trabajos como el estudio de entomofauna y sucesión en el área metropolitana de Monterrey sobre cadáveres de cerdo (Stephano y Quiroz-Martínez, 2006).

2.4 Estudios dirigidos a evaluar la fauna de insectos necrófagos.

Son distintos los medios que se utilizan para el análisis de poblaciones de insectos necrófagos asociados a cadáveres, una de las mejores Fuentes de información proviene de los mismos casos de homicidio, con registros detallados de las especies encontradas. Autores han recopilado numerosos estudios de caso donde describen las circunstancias bajo las cuales se presentan diferentes especies y la forma en que contribuyeron a la resolución de crímenes (Benecke, 2004). De esta manera se han obtenido por primera vez registros de especies infestando cadáveres de una región determinada, como *Megaselia scalaris* que fue encontrada por primera vez en Italia, durante la exhumación de un cuerpo (Campobasso *et al.*, 2004).

Así conforme la entomología forense ha cobrado importancia, se ha hecho énfasis en las comunidades de insectos sarcosaprófagos, los estudios más comunes en este campo son aquellos encaminados a describir la sucesión de especies en cadáveres y para fines científicos, el cuerpo humano es la mejor y más confiable fuente de información forense (Byrd y Castner, 2001), es por esto que se estableció la Anthropological Research Facility, en Knoxville, Tennessee, donde se permite

investigar la colonización de insectos en cuerpos humanos y se validó el uso de cadáveres de cerdos como sustitutos en otras áreas donde la investigación en restos humanos está prohibida (Rodríguez y Bass, 1983).

Por ser difíciles de conseguir los restos humanos para realizar algún estudio, el cerdo (*Sus scrofa*) representa la opción más viable en los estudios ecológicos, es un animal omnívoro con una fauna intestinal que se asemeja al humano, carece de pelo y tiene una piel muy semejante a la del humano (Anderson y VanLaerhoven, 1996). Se comparó la estructura de comunidades y tasas de descomposición de insectos en cuerpos humanos de adultos e infantes con los de cerdo, encontrando que no existe una diferencia significativa en la composición de las comunidades en cadáveres de humanos y cerdos (Schoenly y Haskell, 2000), la putrefacción en los cerdos procede al mismo ritmo que en los seres humanos que tienen el mismo peso (Campobasso *et al.*, 2001).

Para los estudios de descomposición se han utilizado cadáveres de todos tamaños y tipos, incluyendo ovejas (Deonier, 1940), conejillos de la india (Boenemissza, 1957), cerdos (Payne, 1965; Tullis y Goff, 1987; Haskell, 1989; Anderson y VanLaerhoven, 1996; Tessmer y Meek, 1996; Richards y Goff, 1997; Byrd, 1998; deCarvalho *et al.*, 1999; Shahid *et al.*, 2001; Tenorio *et al.*, 2003; Watson y Carlton, 2003), Centeno, 2007; Gruner *et al.*, 2007; Quiroz-Martínez y Rodríguez-Castro, 2007; Flores-Pérez *et al.*, 2007; Biavati *et al.*, 2010; Molina-Chávez *et al.*, 2010; Sabauoglu y Sert, 2010; Simmons *et al.*, 2010; Mulieri *et al.*, 2012), zorros (Easton y Smith, 1970; Smith, 1975), lagartijas y sapos (Cornaby, 1974), conejos (Denno y Cothran, 1975; Tantawi *et al.*, 1996; Bourel *et al.*, 1999; Calderon-Arguedas *et al.*, 2007; Simmons *et al.*, 2010; Bachmann y Simmons, 2010). El listado continua con ardillas (Johnson, 1975), ratones de campo (Lane, 1975) elefantes (Coe, 1978), ratones (Putnam, 1978; Blackith y Blackith, 1989), impala (Braack, 1981), perros (Jiron y Cartin, 1981; Early y Goff, 1986; Richards y Goff, 1997), tortugas (Abell *et al.*, 1982), focas (Lord y Burger, 1984b), gaviotas (Lord y Burger, 1984), gatos (Early y Goff, 1986), ratas (Greenberg, 1990; Tomberlin y Adler, 1998; Faucherre *et al.*, 1999; Kocarek, 2001; Simmons *et al.*, 2010), aves de corral (Hall y Doisy, 1993; Quintero-Martínez *et al.*, 2007), osos negros

(Anderson, 1998; Peters, 2003; Watson y Carlton, 2003; Vannin et al., 2007), mapaches (Joy et al., 2002), lagartos (Watson y Carlton 2003) y venados (Watson y Carlton 2003).

El uso de trampas es el medio más conveniente cuando la finalidad del estudio no es el determinar la diversidad o sucesión de especies, sino mapear la distribución geográfica de las especies, para lo cual es necesario un gran número de puntos de muestreo, lo que implica trampear tan extensivamente como sea posible, tanto cualitativa como cuantitativamente a las especies en numerosas localidades (Chittaro et al., 2005), también las trampas son de gran utilidad en circunstancias bajo las cuales el uso de cadáveres no es permitido por las molestias que presentan para las personas y las autoridades.

El grado de efectividad de una trampa varía de acuerdo al tipo de sebo utilizado. El hígado de vaca o cerdo son los medios más utilizados como carnada en trampas para dípteros (Byrd y Castner, 2000). Las trampas de botella permiten obtener ejemplares en buenas condiciones para su identificación, además de proveer un sustrato para la ovoposición de las moscas (Norris, 1965), numerosos estudios se han realizado con éxito utilizando trampas de botella (Ferreira, 1978, 1983; Linhares, 1981; Faucherre y Cherix, 1998).

2.5 Factores que influyen en la sucesión de insectos

El proceso de la degradación de la materia orgánica es muy complejo y está influenciado por numerosos factores interrelacionados. Las características macro y micros climáticos, el acceso de la fauna al cuerpo, la existencia en el cuerpo de heridas, traumas o mutilaciones serían, entre otros. Los factores de mayor influencia en el proceso de la descomposición de los restos como en la aparición y desarrollo de los insectos. Se ha demostrado que la distribución geográfica, la estación del año, temperatura y precipitación tienen una influencia sobre varias características biológicas importantes como los son las tasas de ovoposición de los insectos, en su desarrollo, en su presencia, en su distribución y sucesión en el cuerpo sin vida (Johnson, 1975; Greenberg, 1980; Early y Goff, 1986; Smith, 1986; Goff et al., 1988; Hewadikaram y

Goff, 1991; Goff, 1991; Goff, 1992; Goff, 1993; Davies y Ratcliffe, 1994; Byrd y Butler, 1996; De Souza y Linhares, 1997; Smith, 1997; Goddard, 1988; Bourel et al., 1999; Byrd y Castner, 2000; Anderson y Cervenka, 2001; Gill, 2005). Esto afecta la tasa promedio de descomposición debido a que la actividad de los insectos se ve acelerada o inhibida dependiendo de la temperatura y estación del año.

La reducción de la masa de un cuerpo sin vida es más lenta en días frescos y nublados, mientras que en los días cálidos sucedía lo contrario debido a que las altas temperaturas intensificaban la actividad de los insectos, resultando esto una rápida descomposición de los restos (Catts, 1992; Payne, 1965; Byrd y Castner, 2000; Bucheli et al., 2009). De esta forma, tasas más lentas de descomposición y una actividad de insectos disminuida pueden alterar el momento de arribo de los insectos a un cadáver, lo que en respuesta afecta la tasa de descomposición (Anderson, 1995).

La invasión por insectos de un cadáver sigue un patrón definido dependiendo de diversas condiciones en las que se puede encontrar un cuerpo sin vida (Goff, 2000). Entre los grupos más destacados están las moscas, con especies de gran interés médico-forense y participantes activos en el proceso de descomposición, las hembras lamen la sangre u otras secreciones y realizan las oviposiciones (Aldrich, 1916; Hall, 1948). Por otro lado, se encuentran los escarabajos donde algunas familias son de importancia forense o depredadoras (Braack, 1981); existe también otras muchas especies, las cuales son omnívoras pertenecientes a otros ordenes dentro de las que se incluyen avispas, hormigas y tijeretas (Smith, 1973).

La información que se ha generado alrededor del mundo tiene diversas lagunas, cuando no hay un estudio extensivo sobre la biodiversidad de insectos necrófagos, la información generada sobre la biología de algunas familias y especies de importancia forense aun es desconocida. Por ejemplo, diversos estudios han sido realizados para conocer la probabilidad de que las especies de moscas de la familia Calliphoridae de importancia forense puedan ovipositar durante la noche. Los resultados han sido poco alentadores ya que de acuerdo a la información generada aún no se ha logrado obtener ovoposiciones nocturnas (Williams, 2002; Baldrige et al., 2006; Amendt et al., 2007; Zurawski et al., 2009).

La temperatura es el factor principal en el nivel de descomposición de un cadáver. A bajas temperaturas, el crecimiento de las larvas disminuye el proceso de la descomposición y la sucesión de insectos puede cesar considerablemente, también la actividad de los insectos se puede ver retardada, e incluso detenerse, pero, en el momento que se produzca un aumento de temperatura por encima del umbral de actividad de cada especie, la actividad vuelve a reanudarse. Cuando se evalúa el efecto hay que tener en cuenta el efecto de la exposición al sol. Con el calor será más rápida, los cuerpos perderán biomasa más rápidamente que aquellos a la sombra y tendrán los sucesivos estados de la descomposición más rápidamente. Los dípteros pueden continuar visitando el cadáver y poniendo huevos en tiempo frío hasta en temperaturas de entre los 5 a 13°C. Por debajo de los 0°C, los huevos de dípteros mueren y las larvas también pueden morir si son expuestas a condiciones frías. Sin embargo, las larvas situadas dentro de las cavidades del cuerpo como cabeza, cuello, abdomen y vagina pueden continuar alimentándose y desarrollándose normalmente, incluso en condiciones de heladas. Esto es debido a que las larvas cuando se encuentran en gran número generan su propio calor metabólico. Tal es así que, en días fríos, pueden verse salir vapores del cuerpo cuando el área infestada de larvas tiene abertura al exterior. En cuanto a la biología de los dípteros hay especies que prefieren la luz del sol para la ovoposición mientras que otras son de zonas más sombrías. En condiciones ideales, tiempo cálido y caluroso, se necesitan de dos a cuatro semanas para que un cuerpo quede reducido a únicamente restos esqueléticos. Las épocas del año que plantea más dificultades a la hora de estimar la tasa de descomposición son aquellas en las que la temperatura fluctúa entre cálida y fría.

Humedad, el grado de humedad ambiental también afecta la descomposición de un cuerpo, uno de los procesos conservadores del cadáver más característico es la momificación. Para que se produzca, el cuerpo sufre una deshidratación intensa y tienen que combinarse distintos factores como sequedad intensa y la existencia de una corriente de aire circulante. Podemos considerar como un proceso relativamente frecuente y es especialmente abundante en determinados lugares como cementerios o catedrales y también puede estar asociada a ciertos tipos de terreno, El aumento en la humedad

también parece estar relacionado con la actividad de los dípteros tanto adultos como larvas. En áreas áridas como los desiertos aparecen restos desecados y momificados que muestran muy poca destrucción por parte de los insectos. En numerosas ocasiones, los cuerpos que se han momificado en condiciones naturales (especialmente durante el invierno) siguen conservando la piel de entre dos a seis años después de la muerte. (Arnaldos et al., 2010).

Precipitación: Incluso en tormentas muy fuertes, no parece influir en alguna medida en la actividad de las larvas (la mayoría de ellas se encuentra dentro de las cavidades corporales donde puede continuar alimentándose con normalidad). Sin embargo, la actividad de los dípteros adultos durante precipitaciones de moderadas a fuertes se puede ver reducida e incluso cesar. Esta actividad se reanuda inmediatamente una vez finalizada la precipitación.

Heridas en el cuerpo: Ésta registrado que dos cadáveres depositados en el suelo al mismo tiempo, uno de ellos con heridas incisas o grandes traumatismos y otro intacto se descomponen a velocidades diferentes. El que presente heridas, ya sean incisas o contusas, se descompondrá mucho más rápido que el otro intacto. En el caso de los insectos, las heridas de cualquier tipo son lugares de puesta preferente de los dípteros lo que contribuye a aumentar el nivel de la descomposición (Arnaldos et al., 2006, 2010).

Acceso de los insectos al cuerpo: En un cuerpo en el que, por cualquier causa, los insectos no tienen acceso, los procesos de la descomposición se ven disminuidos o reducidos, la destrucción de la gran mayoría de los tejidos blandos de un cadáver es debida a la alimentación de las larvas de insectos. Debido a la propia naturaleza del crimen, un cuerpo puede estar dispuesto en lugares no ortodoxos, esta circunstancia hace que el patrón de sucesión y descomposición se pueda ver alterado. Los coches y otros vehículos son utilizados frecuentemente en casos de suicidio o, en el caso de crímenes, para abandonar los cuerpos. Esta circunstancia puede proveer un interesante proceso del desarrollo de la descomposición. El vehículo puede actuar de barrera para algunas especies (especies de cierto tamaño no podrán introducirse en un vehículo cerrado), impedirá el acceso de vertebrados carroñeros y también protegerá el cuerpo de la lluvia y otros factores medioambientales. Es claro el efecto sobre la temperatura y la humedad

relativa, un vehículo a pleno sol puede tener una temperatura en su interior mucho más elevada que la externa.

Acción de los vertebrados carroñeros: Como resultado de la acción de los carroñeros aumenta el nivel de descomposición y en algunos casos eliminan fases de la descomposición. Todo esto tiene como resultado que los cadáveres presentan menor cantidad de tejido disponible para los colonizadores tardíos, reduciendo el número de especies y el número de individuos que colonizan los restos, los carroñeros además de afectar a la descomposición y a la colonización de los insectos, pueden también producir “artefactos postmortem” que pueden ser inicialmente confundidos con heridas o mutilados.

2.6 Influencia de las estaciones del año

Las estaciones del año tienen un efecto determinante sobre el clima y también en la flora y fauna de una región, de tal manera que también influyen en los insectos necrófagos, los cuales presentan picos específicos en actividad y riqueza de las especies (Anderson, 2000; Smith, 1986; Tantawi *et al.*, 1996). Si un cuerpo se ve expuesto durante la primavera y el verano cuando la diversidad de insectos se encuentra en toda su actividad, tendrá una fauna diferente de uno que se expone a finales de otoño o de invierno, cuándo se ve disminuida o cesa por completo (Smith, 1986), Calliphoridae y Sarcophagidae exhiben preferencias en cuanto a las estaciones del año muy marcadas en términos de actividad y abundancia; muchas especies de Calliphoridae varían en abundancia dependiendo de la temporada.

Sin embargo, la colonización de insectos, especialmente de la familia Calliphoridae parece encontrarse en función de latitud más que de la estación en algunas regiones, en regiones tropicales, la abundancia de especies varía de acuerdo a la temporada húmeda y seca.

La estacionalidad o relativa abundancia de ciertas especies y los posibles diferentes tiempos de colonización de restos en diferentes temporadas son importantes

por diversas razones, primero porque significa que los estudios en carroña deben ser realizados a lo largo del año para elaborar una base de datos valida, segundo, significa que los insectos pueden ser útiles para determinar la temporada en que murió una víctima, esto puede ser de utilidad cuando son descubiertos muchos años después de que se verifico la muerte, aun cuando en estos casos los insectos serán de poca ayuda para determinar el tiempo preciso de muerte (Byrd y Castner, 2000).

3. JUSTIFICACIÓN

Ante los escasos de información básica y aplicada sobre la Entomología Forense en Nuevo León se planteó y se llevó a cabo este estudio, para conocer la fauna necrófila en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” (aun sin estudiar), en Ciudad Guadalupe, Nuevo León; las características del tipo de vegetación, así como las condiciones climatológicas que imperan en estas zonas harán posible que algunos insectos tengan una distribución restringida.

Asimismo, la importancia de este estudio radica en que algunas de estas especies de insectos pueden ser evidencias en investigaciones criminalísticas; ya que pueden aportar información relevante para la resolución de un crimen o bien para estimar el tiempo postmortem.

4. HIPÓTESIS

- La diversidad, densidad y riqueza de insectos necrófagos presentes en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” de Guadalupe, Nuevo León no está relacionada con el gradiente altitudinal.
- Las variables vegetación y climatológicas no influyen en la fauna de insectos necrófagos en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” de Guadalupe, Nuevo León.
- No existe un patrón de actividad diario de las especies de insectos necrófagos en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” de Guadalupe, Nuevo León.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Realizar un análisis estructural y temporal de la fauna de insectos necrófagos en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, Nuevo León.

5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la diversidad, abundancia y riqueza de especies de insectos necrófagos en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, Nuevo León.
- Analizar la distribución altitudinal de los insectos necrófagos en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, Nuevo León.
- Identificar el efecto que los factores climáticos tienen sobre las variaciones de insectos necrófagos en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, Nuevo León.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

El Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, Nuevo León se encuentra localizado en las coordenadas 25.623938° N 100.242016° O; es una montaña que forma parte del sistema de estribaciones de la Sierra Madre Oriental, su área es de 60.5 Km² (Figura 6).

El 26 de Abril de 1991 fue designado monumento nacional y área natural protegida por el gobierno federal, abarca partes territoriales de los municipios de Guadalupe (31.62%), Monterrey (13.23%), y Juárez (55.15%) y que constituye un emblema de la ciudad de Monterrey, cuenta con 4 picos llamados: Antena, Norte, Sur y la Virgen, siendo el de mayor altitud el Pico Norte con 1,821 msnm., fue llamado así por Alberto del Canto, yerno de Don Diego de Montemayor, debido a su semejanza con la silla ecuestre.

El “Cerro de la Silla” con sus 1575 metros sobre el nivel del mar y una superficie de 6045 hectáreas, se encuentra ubicado en los municipios de Guadalupe y Monterrey, pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, representa además un área para la recarga de los mantos acuíferos. La Altitud varía de aproximadamente 600 a 1800 msnm.

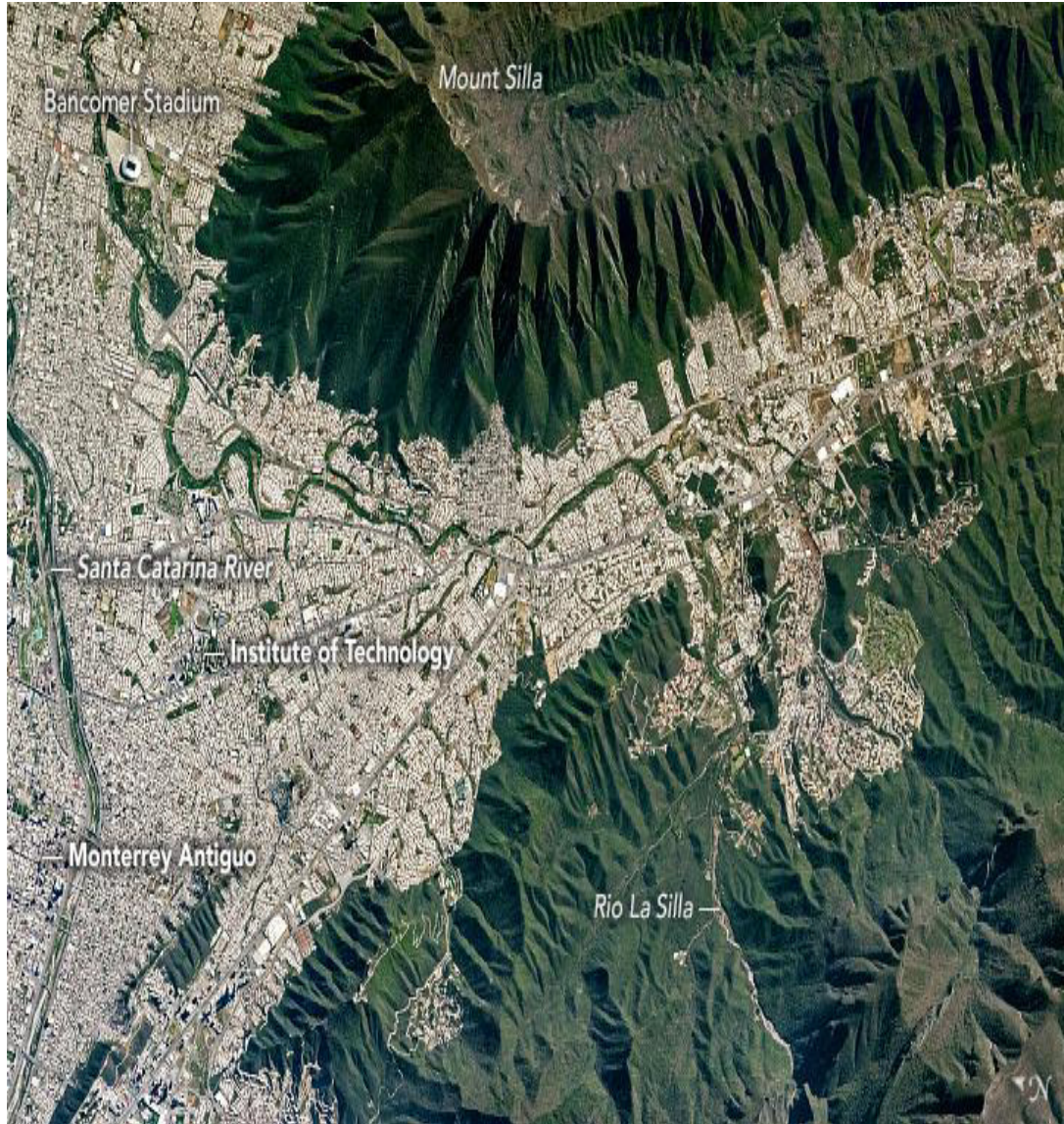


Figura 4. Monumento Nacional “Cerro de la Silla”.

6.2 Relieve

La superficie estatal forma parte de las provincias: Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo Norte. El “Cerro de la Silla” se encuentra a 1800 metros sobre el nivel del mar y hacia el sur hay unas sierras conformadas por rocas de origen sedimentario donde se encuentra el cerro el Morro con 3710 msnm, que es la mayor altitud del estado. Al norte hay extensos lomeríos, interrumpidos por algunas sierras aisladas, que forman valles entre serranías, localmente

se les llama potra eros. Asimismo, hay una gran llanura conocida como población Anáhuac, la altura más baja es de 100 metros y se localiza al este en el límite con el estado de Tamaulipas. (Figura 5)

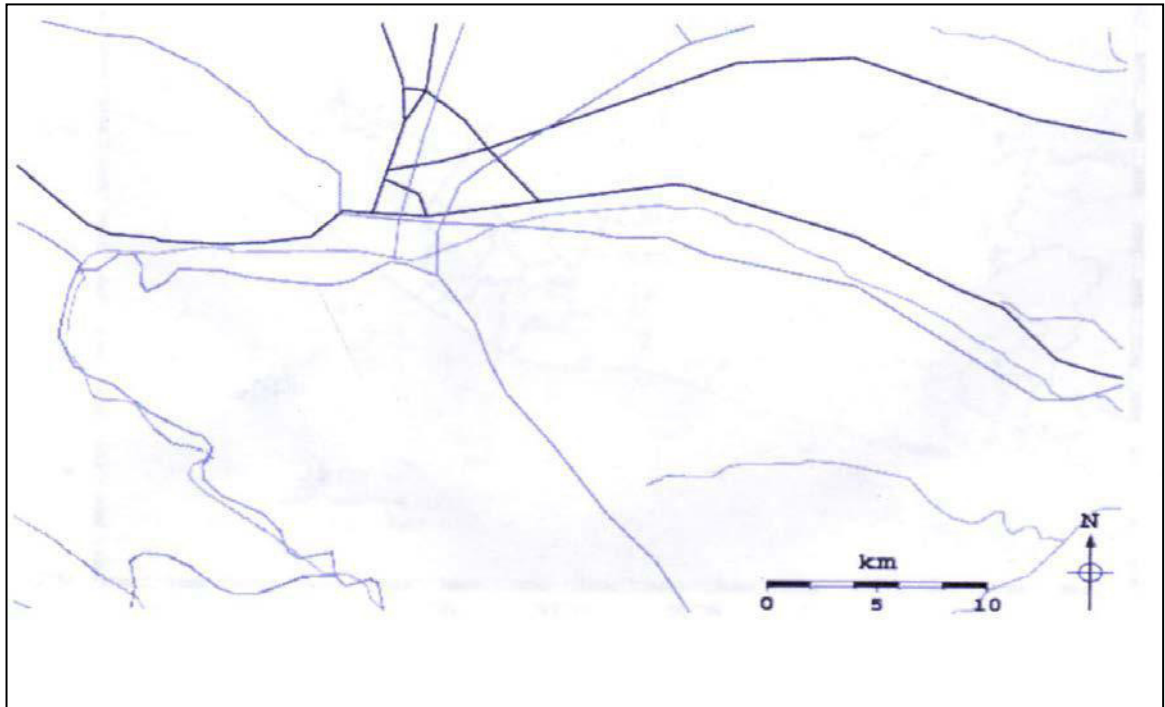


Figura 5. Relieve del Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, N.L.

6.3 Hidrografía

Constituye una fuente de recarga de los mantos acuíferos, que abastecen a los pozos que suministran el agua de los asentamientos urbanos en sus alrededores (Fig. 6). Debido a las pronunciadas pendientes de sus laderas, la vegetación juega un papel muy importante en la reducción de los procesos erosivos. Es un ecosistema representativo de las zonas semiáridas del país y puede ser utilizado para educación ambiental de la población de Monterrey.

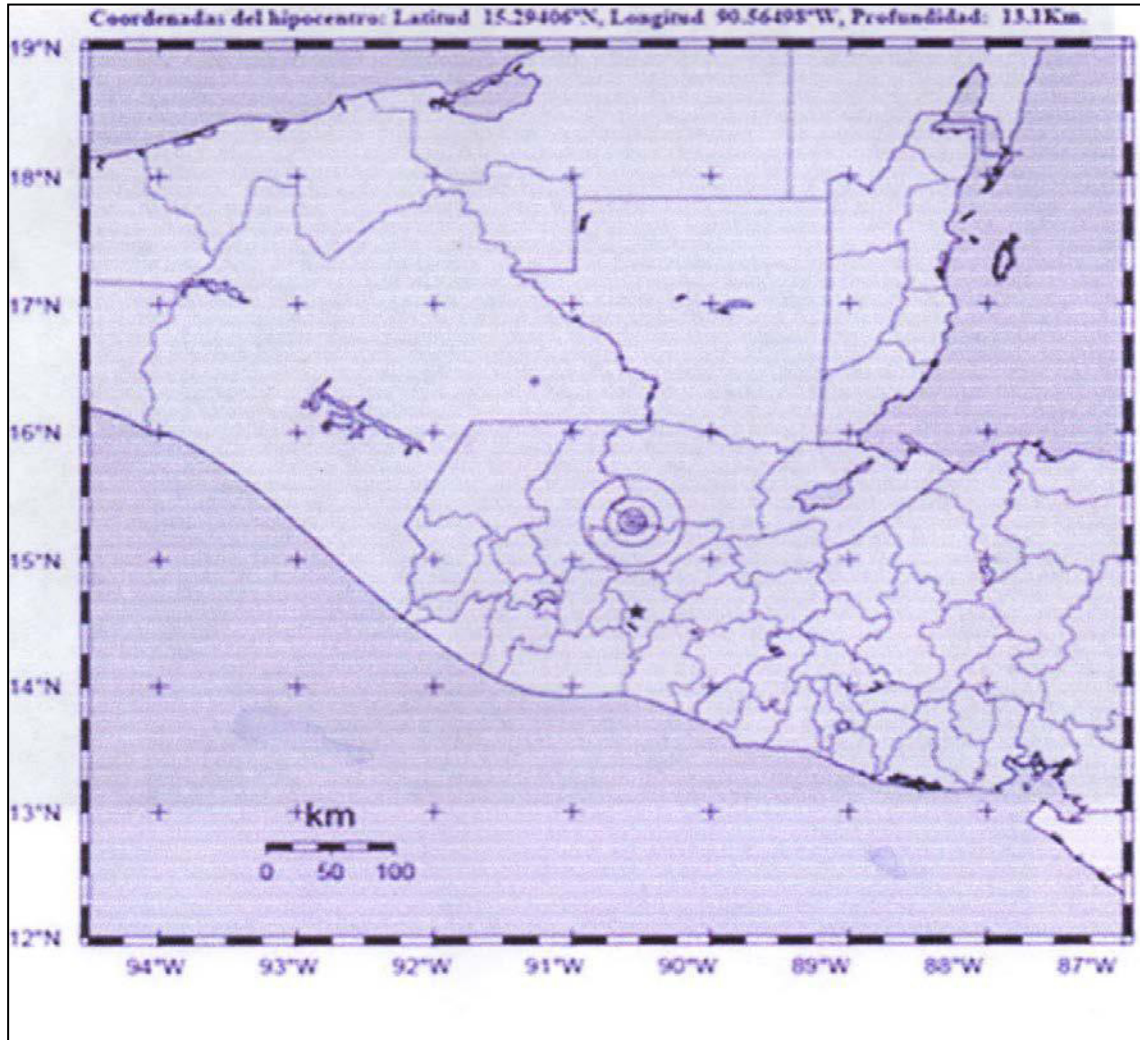


Figura 6. Hidrografía del Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, N.L.

6.4 Temperatura

El clima es del tipo BS 1 (h') hw (e) w'' con régimen de lluvias de verano y precipitación invernal entre 5 y 10% de la total anual; es un clima extremo, canicular con una temperatura media anual de 22.1°C y precipitación pluvial de 620.7 mm. En la parte alta es semicálido sub-húmedo. Dentro de los climas secos es el más duro, predomina durante la mayor parte del año con temperaturas superiores a 30°C, el invierno es corto y pocas veces llega a los 0°C, los vientos predominantes soplan del oeste y del sur, estos últimos del cañón del Huájucu, en el invierno predominan los del

norte. (Fig. 7). La superficie se puede dividir en tres regiones: región árida, se caracteriza por tener climas de tipo seco semicálido y el seco templado, con precipitaciones escasas, la vegetación está compuesta por matorrales medianos, región semiárida, se caracteriza por tener períodos escasos de lluvias, con bajas temperaturas en invierno y muy calurosas en verano, la vegetación arbórea y de arbustos, matorrales y mezquite; región templada, clima tipo templado subhúmedo y semiseco templado, su fisiografía está conformada por sierras y mesetas.

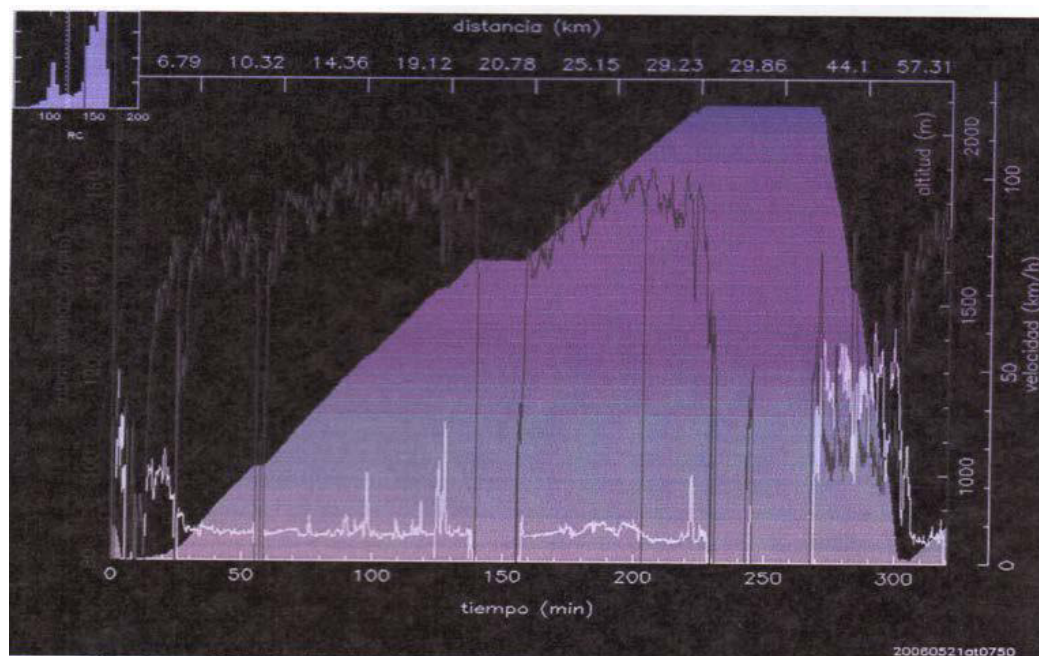


Figura 7. Velocidad del viento en el “Cerro de la Silla”

6.5 Vegetación y Fauna

Los tipos de vegetación existentes en el área son matorrales xerófilos, constituido por arbustos que alcanzan de cuatro a seis metros de altura, las especies características son el chaparro prieto (*Acacia rigidula*) Benth, anacahuita (*Cordia boissieri*) A. DC., huizache (*Acacia farnesiana*) (L.) Willd, nopales (*Opuntia* spp.) Mill, y a mayor altitud son más frecuentes la tenaza (*Pithecellobium pallens*) Martius, tepeguaje (*Leucaena pulverulenta*) Benth., barreta (*Helietta parvifolia*) (Gray ex Hemsl.) Benth., hierba del potro (*Caesalpinia mexicana*) Gray, guajillo (*Leucaena leucocephala*), (Lam.) de Wit; en las partes más altas se encuentran *Quercus fusiformis*, Mill. y *Q. canbyi*. Trel. En el

bosque de *Quercus*, las especies características son *Q. chrysophylla* Humb.et Bonpl. , *Q. polymorpha*, Schltld. y Cham. *Q. clivicola*, Trel. y CH Muller, *Q. canbyi*, Trel., *Q. porphyrogenita*, Trel. *Q. fusiformis* Small y *Q. cupreata* Trel. y CHMuller; en los tipos Pastizal las especies son: *Stipa mucronata* Kunth., *Aristida purpusiana* Hitchc., *Bouteloua bromelioides* Lag., *B. hirsuta* Lag. y *B. filiformis* E. Fourn. En las partes más altas se presentan algunos pinos como *Pinus pseudostrobus* Lindl.y *P. teocote* Schltld. (Fig. 8)



Figura 8. Vegetación del Monumento Nacional “Cerro de la Silla”.

En cuanto a la fauna está integrada por elementos de diferente afinidad biogeográfica, es posible encontrar ejemplares de armadillo *Dasyopus novemcinctus* Linnaeus, pájaro carpintero *Melanerpes spp.*Swainson, y *Picoides scalaris* Wagler, cardenal *Cardinalis cardinalis* Linnaeus, conejo *Sylvilagus floridanus* Allen, zorra *Urocyon cinereoargenteus* Schreber, cacomixtle *Bassariscus sumichrasti* Schreber, zorrillo *Spilogale putorius* Linnaeus, puma *Felis concolor* Linnaeus, tlacuache *Didelphis virginiana*, Kerr y coyote *Canis lastrans* Say, es posible que existan ejemplares de oso negro *Ursus americanus* Pallas y jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi* Geoffroy Saint-

Hilaire. Se puede encontrar aves amenazadas como la aguililla cola roja *Buteo jamaicensis* Gmelin, el halcón pálido *Falco mexicanus* Schlegel, la lechuza de madriguera *Athene cunicularia* Molina, una especie en peligro de extinción como el águila real *Aquila chrysaetos*, Linnaeus y el reyezuelo *Regulus caléndula* Linnaeus.

Los suelos presentes son de tipo regosol eútrico asociado con feozem lúvico y litosol en el área de las cañadas, en las zonas de menor pendiente ocurre el feozem háplico y litosol, en el área central de los arroyos se ha formado suelo de tipo feozem lúvico y luvisol órtico.

6.6. Colecta de insectos.

Se utilizaron trampas de botella, las cuales se elaboraron con botellas desechables (PET) usando dos de ellas y colocando una sobrepuesta de la otra con cuatro perforaciones en forma de X en la región inferior y al interior un trozo de hígado de cerdo que sirvió como atrayente (Figura 8).

El estudio se llevó a cabo en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” de diciembre del 2009 a diciembre del 2010, en seis diferentes altitudes, menos en el mes de julio por causa del Huracán Alex designándoles un nombre a cada estación de muestreo y midiéndolas con un GPS modelo *etrex* marca GARMIN (Fig. 9).

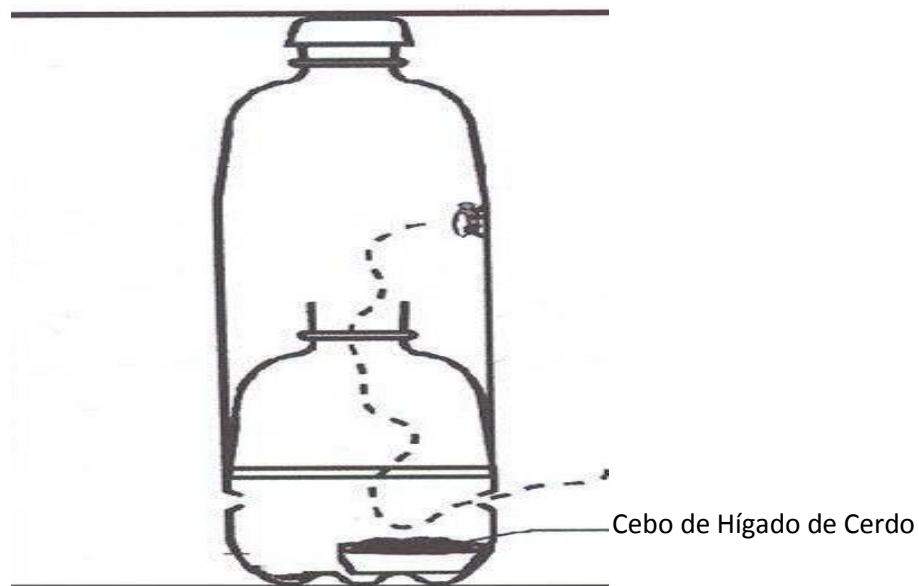
Las estaciones de muestreo fueron (Figs. 11, 12 a, b, c, d, e y f): a) 650 msnm “estación 1 altar”, b) la “estación 2 botes” a 850 msnm, c) 950 msnm “estación 3 curva”, d) 1033 “estación 4 piedra”, e) 1124 msnm “estación 5 teleférico” y f) 1170 msnm, “estación 6 El Cristo”, se realizaron 22 muestreos en cada estación, colocando dos trampas por mes, excepto en diciembre que solo se realizó un muestreo, se dejaron expuestas durante siete días, una vez transcurrido este tiempo se recuperaron para ser trasladadas al laboratorio.

Durante la colecta se capturaron los datos de campo, tales como, vegetación dominante en los sitios de muestreo; los datos climatológicos como temperatura,

precipitación, evaporación y viento se obtuvieron diariamente en la estación meteorológica de televisa localizada en el “Cerro de la Silla”.

Se utilizó hígado de cerdo como cebo o atrayente para los insectos en las trampas, que ingresaban a la cámara inferior por las aberturas, tras ovipositar en el hígado estas volaban hacia la parte superior de la trampa por geotropismo negativo, cruzando hasta llegar a la cámara colectora, donde permanecían hasta que la trampa se recuperaba.

Al recoger las trampas, se metían en una hielera para su traslado y para así disminuir la actividad de los dípteros, ya en el laboratorio se separaron los adultos de las larvas y se colocaron los adultos en alcohol etílico al 70% (Hwang y Turner, 2005), para conservarlos, mientras las larvas se colocaron en agua caliente por menos de 2 minutos para fijarlas y posteriormente se colocaron en alcohol etílico al 70% para empezar el conteo, proceso curatorial e identificación a nivel familia con las claves de Borror et al., (1992, 2005), a nivel género o especie con el manual de dípteros de importancia médica de Smith (1986). Se revisaron las especies de la familia Calliphoridae con las claves de Hall (1948), Bohart (1947), otras claves utilizadas fueron Arnett et al., (1980, 2008), Carlton (1987), Smith (1989), Borror et al., (1989), Mackay y Mackay (1989), Whitworth (2006, 2008), (Carvalho et al., (2008), Brown et. al., (2010).



DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN



Figura. 9.- Diseño de las trampas de botella utilizadas. Los ejemplares ingresan por la cámara inferior, ovipositan y vuelan a la cámara superior



Figura 10. Instrumento GPS utilizado para realizar las mediciones de altitud.



Figura 11. Puntos de las Estaciones de muestreo en el "Cerro de la Silla" 650, 850, 950,1033, 1024 y 1170 msnm.

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN



Figura 12 a) 650 msnm. Estación de muestreo No. 1 “El Altar” en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, N.L.

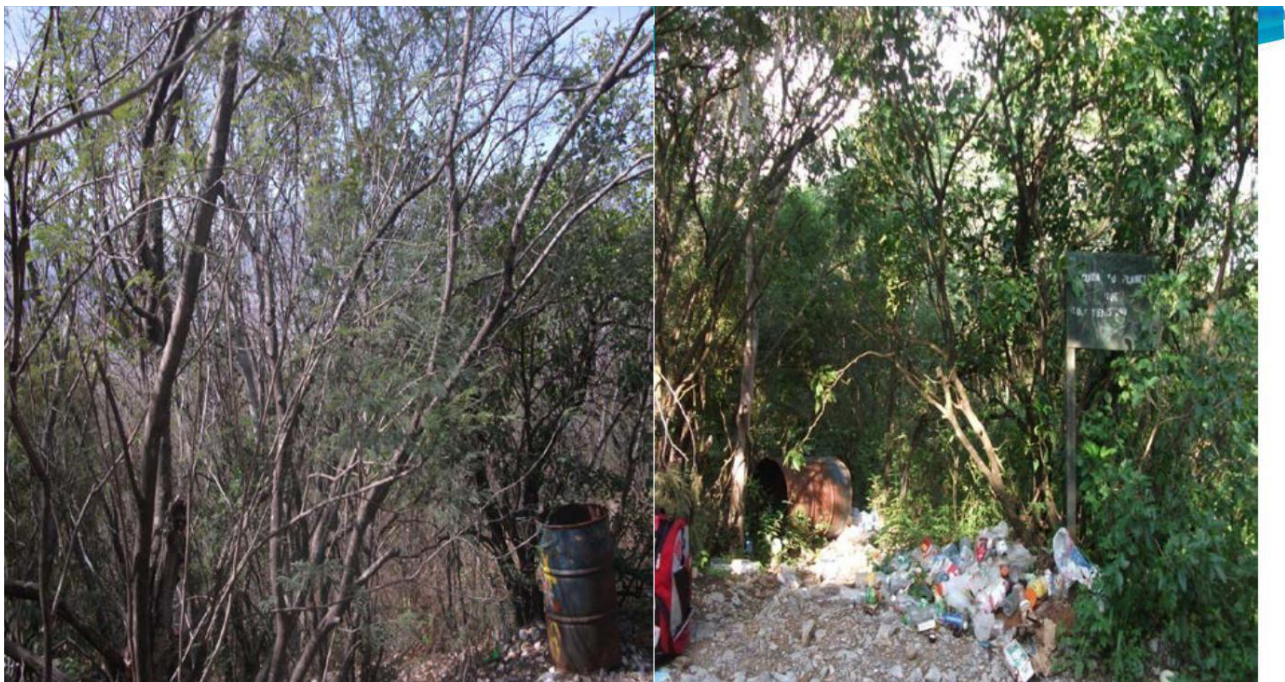


Figura. 12 b). 850 msnm. Estación de muestreo No. 2 “Botes” en el Monumento Nacional Cerro de la Silla, Guadalupe, N.L.

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

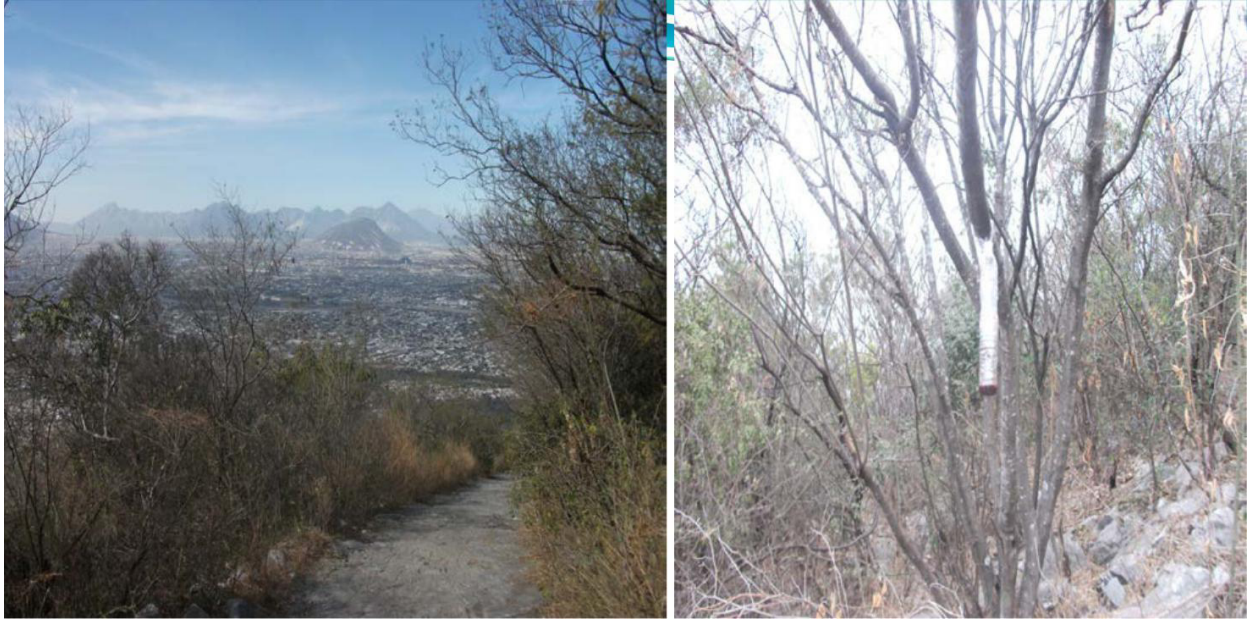


Figura. 12 c). 950 msnm. Estación de muestreo No. 3 “La Curva”. En el Monumento Nacional Cerro de la Silla, Guadalupe, N.L.



Figura. 12 d). 1033 msnm. Estación de muestreo No 4 “Piedra” en el Monumento Nacional Cerro de la Silla, Guadalupe, N.L.

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN



Figura. 12 e). 1124 msnm. Estación de muestreo No. 5 “Teleférico” en el Monumento Nacional Cerro de la Silla, Guadalupe, N.L.



Figura 12 f). 1170 msnm. Estación de muestreo No. 6 “El Cristo” en el Monumento Nacional Cerro de la Silla, Guadalupe, N.L.

6.7 Análisis de Datos.

Los siguientes modelos de ecología cuantitativa fueron aplicados a los datos para obtener la diversidad y riqueza de especies para cada una de las estaciones de muestreo y las diferentes fechas de muestreo (Anexo1):

Índice de diversidad de Simpson (1949). Este índice está basado en una medida de dominancia:

$$D = \sum P_i^2$$

Dónde: P_i = abundancia proporcional de la i -ésima especie: (n_i/N) .

Índice de diversidad de especies Shannon-Wiener (1996). Este índice está basado en la abundancia proporcional de las especies y expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = - \sum P_i \log P_i$$

Dónde: P_i = a la proporción de individuos hallados en la especie i -ésima.

Índice de Riqueza de especies Margalef (1958). Este índice está basado en la abundancia proporcional de las especies:

$$DMg = (S-1) \ln N$$

Dónde: S = Número de especies colectadas

N = Número total de individuos sumando todos los de las especies.

Se analizó la densidad y riqueza de dípteros encontrados mediante tablas de contingencia, asociando las especies presentes y su densidad con las variables del lugar, fecha, condiciones climáticas, temperatura, precipitación, evaporación, viento y altitudinales. Se asociaron de forma independiente la ocurrencia de individuos a nivel especie entre tres niveles (Estado adulto, Estado larvario y total de individuos) con cada

una de las demás variables. Las tablas se evaluaron mediante una prueba de X^2 y se utilizara la prueba de correlación de Pearson para determinar el nivel de asociación de cada par de variables entre sí. Para determinar el grado de asociación entre cada estadio de desarrollo de las especies de dípteros con las condiciones climáticas se utilizará la correlación canónica. Se determinarán los parámetros ecológicos (de riqueza, abundancia, densidad, etc.). Con el propósito de determinar el grado de dependencia de las especies con cada uno de los factores climáticos se realizará el análisis de correspondencia simple.

7. RESULTADOS

7.1 Riqueza y densidad de especies encontradas.

Durante el presente estudio fueron colectadas un total de 9497 insectos, los cuales quedan incluidos en cinco órdenes con 18 familias, 24 géneros y 23 especies identificadas; correspondiendo a 6,511 adultos y 2,986 estadios inmaduros (Tabla 3).

Las familias con mayor cantidad o abundancia fueron las consideradas por diversos autores como las principales de importancia forense, Calliphoridae, Sarcophagidae, Phoridae y Muscidae (Payne, 1965; Wolff, 2001; Byrd y Castner, 2001; Gill, 2005; Yusseff, 2007).

| Orden | Familia | Género/especie | Adultos | Inmaduros | Total |
|--------------|---------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Díptera | Calliphoridae | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 235 | 115 | 350 |
| | | <i>Chrysomya megacephala</i> | 276 | 230 | 506 |
| | | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 346 | 142 | 408 |
| | | <i>Phaenicia sericata</i> | 117 | 129 | 246 |
| | | <i>Calliphora vicina</i> | 471 | 157 | 628 |
| | | <i>Lucilia illustris</i> | 545 | 196 | 741 |
| | | <i>Phaenicia cuprina</i> | 121 | 62 | 183 |
| | | <i>Phormia regina</i> | 129 | 189 | 318 |
| | | Total | 2240 | 1220 | 3460 |
| Díptera | Sarcophagidae | <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> | 609 | 1226 | 1835 |
| Díptera | Phoridae | <i>Megaselia scalaris</i> | 1751 | 119 | 1870 |
| Díptera | Muscidae | <i>Musca domestica</i> | 470 | 150 | 620 |
| | | <i>Fannia scalaris</i> | 555 | 176 | 731 |
| | | <i>Synthesiomyia nudiseta</i> | 24 | | |
| Total | 1049 | 326 | 1375 | | |
| Díptera | Sepsidae | <i>Sepsis sp.</i> | 15 | | 15 |
| Díptera | Tachinidae | <i>Tachina grossa</i> | 13 | | 13 |
| Díptera | Piophilidae | <i>Piophila casei</i> | 240 | 89 | 329 |

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

| | | | | | |
|--------------|----------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Díptera | Chloropidae | <i>Chlorops sp.</i> | 64 | | 64 |
| Díptera | Tephritidae | <i>Rhagoletis cingulata</i> | 99 | | 99 |
| Diptera | Scathophagidae | <i>Scatophaga 57stercoraria</i> | 68 | | 68 |
| Neuróptera | Chryopidae | <i>Chrysoperla carnea</i> | 50 | | 50 |
| Hymenoptera | Formicidae | <i>Camponatus sp.</i> | 235 | | 235 |
| Hymenoptera | Vespidae | <i>Vespula squamosa</i> | 24 | | 24 |
| Coleóptera | Silphidae | <i>Nicrophorus orbicollis</i> | 16 | | 16 |
| Coleóptera | Cleridae | <i>Necrobia rufipes</i> | 1 | | 1 |
| Coleóptera | Dermestidae | <i>Dermestes maculatus</i> | 23 | 6 | 29 |
| Coleóptera | Histeridae | <i>Hisper sp.</i> | 12 | | 12 |
| Hemíptera | Coreidae | <i>Acantocephala femorata</i> | 2 | | 2 |
| Total | | | 6511 | 2986 | 9497 |

Tabla 3. Numero total de organismos para ordenes y familias

Como una familia con mayor abundancia en cuanto a géneros y especies fue Calliphoridae o moscas sopladoras, la cual es cosmopolita, *Chrysomya megacephala* y *Calliphora vicina* fueron las especies encontradas en todas las temporadas del año, y en todas las altitudes, estas junto con las moscas de la carne Sarcophagidae, son las más importantes para obtener información relativa al periodo de colonización de los insectos, son valiosos proveedores de información para la estimación del intervalo post mortem, estas moscas son atraídas por tejido humano en descomposición, carroña, excremento y material en descomposición, y muchas especies de esta familia se dirigen se dirigen a heridas abiertas de los humanos además de las aberturas naturales del cuerpo, llegan a medir de 6 a 14 mm. de largo. El hábitat ideal para estas especies lo constituyen las regiones tropicales o de clima templado, donde haya suelo húmedo y hojarasca que le proporcione condiciones propicias para su desarrollo, los imagos o formas adultas se distinguen por presentar su cuerpo brillantes colores como azul en el género *Calliphora*, verde como *Lucilia* o negro como *Phormia*.

La mayoría de las hembras de esta familia requieren una considerable cantidad de proteínas para poder desarrollar huevos viables, por lo que las teorías actuales señalan

que las hembras acuden a la carroña o a los animales con el doble propósito de acceder a una fuente de proteínas y depositar sus huevos, que presentan una coloración blanca o amarillenta, y los depositan de forma parecida a pequeños granos de arroz, llegando a poner hasta 200 y aproximadamente 2000 en toda su vida, el huevo eclosiona en condiciones favorable 8 horas después de la oviposición, y las larvas pasan por los tres instar o estadios L1, L2 y L3 y se reconocen mediante la revisión de los espiráculos posteriores y anteriores. Por ser poiquiloterms, son muy dependientes de la temperatura ambiente, por lo que a 30⁰C sus huevos se pueden desarrollar en 6 a 10 días, al llegar al estadio III, abandonan su medio de sustento que es carroña o alguna animal, para enterrarse en el suelo y pupar para en 7 y 14 días emerger como adulto. (James y Harwood, 1969; Borror y White, 1970; Bland y Jacques, 1978; Peterson, 1979; Arnett y Jacques, 1981; Liu and Greenberg, 1989; Borror et al., 1989; Hall y Doisy, 1993; Castner et al., 1995).

La mayoría de las larvas de la Familia Calliphoridae son necrófagas, es frecuente hallarlas junto a larvas de las familias Sarcophagidae y Muscidae con las que comparten hábitos alimenticios. Se encontraron 8 géneros de esta familia, con 2240 en estado adulto y 1220 larvas, siendo los géneros *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794), *Chrysomya rufifacies* (Macquart, 1847), *Phaenicia sericata* (Meigen, 1826), *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830), *Lucilia illustris* (Meigen, 1826), *Phaenicia cuprina* (Wiedemann, 1830) y *Phormia regina* (Meigen, 1826). (Fig. 13)



Calliphora vicina (Robineau-Desvoidy)



Cochliomyia macellaria (Fabricius)

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN



Chrysomya megacephala (Fabricius)



Chrysomya rufifacies (Macquart)



Phaenicia sericata (Meigen)



Lucilia illustris (Meigen)



Phaenicia cuprina (Wiedemann)



Phormia regina (Meigen)

Figura 13. Género y especies de la Familia Calliphoridae

Con 1751 adultos y 119 larvas la familia más abundante fue Phoridae, se encontró en todas las estaciones del año y en todas las altitudes con 1,890 en total con la especie *Megaselia scalaris* (Loew) (Fig. 14), ampliamente distribuidas en regiones cálidas del mundo, pueden ser negras, cafés o amarillas, asociadas a material descompuesto de las plantas principalmente, sus pupas son identificadas fácilmente por su dorso ventral aplanado con un par de cuernos saliendo de su interior.

Los miembros de la familia se conocen comúnmente como la "mosca jorobada", la "mosca del ataúd" y la "mosca de balde", debido a se encuentra en ataúdes, es común que se entierren hasta seis pies de profundo, casi 2 metros de profundidad para llegar a cadáveres enterrados por lo que se les facilita también llegar a cuerpos confinados en bolsas o cajones donde otras moscas no pueden llegar. Es una de los más comunes especies encontradas dentro de la familia Phoridae; la temperatura óptima para estas es de 28 grados centígrados, son comunes en muchas áreas pero crecen predominantemente en lugares húmedos, basureros, carne podrida, y carroña, los adultos son conocidos por alimentarse principalmente de azúcares. Las larvas, sin embargo, dependen lugares

húmedos y se alimentan de materia vegetal o animal. (James, 1947; Hall, 1948; Payne et al., 1968; Greenberg, 1971; Hall and Townsend, 1977; Smith, 1986)



Megaselia scalaris (Loew)

Figura 14. Familia Phoridae *Megaselia scalaris*

La tercera familia con 1835 individuos y mayor cantidad de larvas 1226, fue la familia Sarcophagidae con un solo género *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallen) (Fig.15) , se colecto en todas las temporadas del año y en todas las altitudes; se colectaron 609 estados adultos, su distribución es cosmopolita y se considera también de gran importancia para la entomología forense, son llamadas moscas de la carne o panteoneras porque se encuentran en cadáveres a lo largo de todo el proceso de descomposición, son capaces de volar bajo condiciones adversas, y esta es una de las razones por la cual pueden llegar a ser las primeras en presentarse en un cuerpo.(Payne, 1965; James and Harwood, 1969; Greenberg, 1971; Smith, 1956, 1975, 1986; Peterson, 1978; Arnett and Jacques, 1981; Shewell, 1987; Borror et al, 1989; Hall and Doisy, 1993; Hogue, 1993;Castner et al., 1995).



Sarcophaga haemorrhoidalis (Fallen)

Figura 15. Familia Sarcophagidae *Sarcophaga haemorrhoidalis*

La siguiente familia encontrada en gran cantidad fue Muscidae, (Fig. 16) con 1049 adultos y 326 larvas divididos en 3 especies, *Musca domestica* (Linnaeus) con 470 adultos y 150 larvas, esta especie se encontró en todas las temporadas del año igual que *Fannia scalaris* (Fabricius) con 555 adultos y 176 larvas y en menor cantidad y solo en junio, agosto y noviembre *Synthesiomyia nudiseta* (Van Der Wulp), con 24 adultos, de acuerdo a Byrd y Castner (2001), esta familia suele arribar al cuerpo después de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae, por lo que su densidad es menor comparada con ellas. Esta familia se encuentra frecuentemente asociada con los humanos razón por la cual es de gran importancia forense, su medida va en un rango de 3 a 10 mm., se caracterizan por su color gris mate o colores oscuros, son de gran importancia forense por su gran distribución y su asociación con los humanos, suelen llegar a un cadáver luego de la familia Calliphoridae y Sarcophagidae, ponen sus huevos en orificios naturales del cuerpo o lugares donde halla heridas, sus larvas se alimentan de carroña, pero existen las que se alimentan de huevos y de larvas de otras moscas. (James and Harwood, 1969; Borror and White, 1970; Bland and Jacques, 1981; Borror et al., 1989; Hogue, 1993; Castner et al., 1995).



Musca domestica (Linnaeus)



Fannia scalaris (Fabricius)



Synthesiomyia nudiseta (Van Der Wulp)

Figura 16. Familia Muscidae, *Musca domestica*, *Fannia scalaris*, *Synthesiomyia nudiseta*

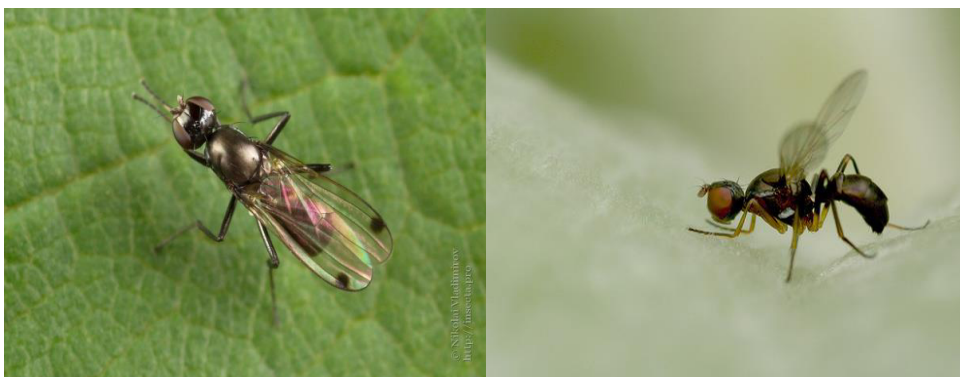
La familia Phiophilidae o moscas saltadoras, con una especie *Piophilidae casei* (Linnaeus) (Fig. 17), 240 adultos y 89 larvas dando un total de 329 organismos colectados, se colecto de marzo a octubre, su nombre o apodo es debido al comportamiento de las larvas, las cuales “saltan” como mecanismo de escape ante sus depredadores, los adultos se caracterizan por ser de color azul o negro metálico y miden de 2.5 a 4.5 milímetros, tanto larvas como adultos se alimentan de carroña y se les encuentra frecuentemente alimentándose de comida en descomposición. Las hembras suelen ovipositar sobre queso o embutidos, lo que suele provocar miasis intestinal en humanos. Se pueden encontrar en una gran variedad de hábitats como desperdicios orgánicos, huesos, piel, y en animales en descomposición y en general, se asocian a comida rica en proteínas. *Piophilidae casei* es la especie que se reporta en la mayoría de casos forenses, la cual está asociada con las últimas etapas de descomposición. (Borror and White, 1970; Bland and Jacques, 1978; Peterson, 1979; McAlpine; 1987; Borror et al., 1989; Hogue, 1993; Castner et al., 1995).



Piophilidae casei (Linnaeus)
Figura 17. Familia Phiophilidae *Piophilidae casei*

Se colectaron en menor cantidad pero calificadas como insectos necrófagos de importancia forense a otras familias las cuales tampoco se encontraron larvas, probablemente por su baja densidad, como Sepsidae, *Sepsis* sp (Stephens, 1836), (Fig. 18) o llamada también mosca negra carroñera, las cuales en estado adulto se caracterizan por su tamaño, ya que no llegan a medir más de 3.5 cm., tienen un color brillante que va de negro a morado o rojo y se identifican por la manera en que agitan sus alas al exterior mientras caminan, aparecen en material en descomposición, en carroña o excremento.

(James and Harwood, 1969; Borror and White, 1970; Bland and Jacques, 1978; Peterson, 1979; McAlpine; 1987; Borror *et al.*, 1989; Hogue, 1993; Castner *et al.*, 1995).



Sepsis sp
Figura 18. Familia Sepsidae *Sepsis* sp

La familia Formicidae, genero *Camponatus* sp. (Fig. 19), fue encontrada en cantidad numerosa con 235 organismos, se le considera un insecto carroñero ya que se alimentan del tejido del cadáver, pero no lo colonizan, esto quiere decir que tomaran fragmentos del cadáver y se desaparecerán del lugar y podrían causar una mala interpretación para los investigadores sobre heridas del cadáver, estos también se alimentaran de huevos y larvas de dípteros, acción con la que se retrasa el tiempo de colonización aquí se pueden encontrar también a las avispas, las cucarachas y las cochinillas, se encontraron las hormigas en mayor cantidad en el mes de septiembre, a una altitud de 1170 msnm.



Camponatus sp.
Figura. 19. Familia Formicidae *Camponatus* sp.

De manera ocasional se encontraron las familias de coleópteros (Fig. 20) Silphidae o escarabajos carroñeros, con 16 organismos en estado adulto *Nicrophorus orbicollis* (Say,1825), se caracterizan por ser enterradores, ya que hacen un hundimiento

en la carne que se encuentre en descomposición para depositar sus larvas que posteriormente alimentaran y protegerán, otra familia encontrada fue Dermestidae o escarabajos de la piel, cuerpo, o despensas con la especie *Dermestes maculatus*, (De Geer, 1774) con 23 adultos y 6 larvas, son pequeños y especialistas en alimentarse del cuerpo humano hasta dejarlo en solo 24 días esquelético, suelen utilizarlos en los museos para quitar la piel o los tejidos de huesos, las larvas suelen encontrarse en los últimos estadios de descomposición, cuando el cuerpo está en estado esquelético o seco, y los adultos además son caníbales y pueden llegar a comerse pupas y larvas de la misma especie, la presencia de estos quiere decir que un tiempo considerable ha pasado desde el fallecimiento de la persona y a mayor presencia de estos más se han alimentado del cuerpo, Histeridae (Gyllenhal, 1808), con *Hister sp.*, Cleridae, con *Necrobia rufipes* (Fabricius, 1781) se encontraron también en mínimas cantidades, también se encontraron organismos de la Familia Tachinidae con 13 adultos de *Tachinia grossa*, (Linnaeus, 1758), Familia Chloropidae con 64 generos de *Chlorops sp* (Meigen, 1803), Familia Thephritidae con 99 adultos de *Rhagoletis cingulata* (Stephens, 1836), la Familia Chryopidae con 50 adultos *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), la Familia Vespidae con 24 adultos de *Vespula squamosa* (Drury, 1773) y 2 adultos de la Familia Coreidae con *A cantocephala femorata* (Fabricius, 1775). (Tabla 4)



Nicrophorus orbicollis (Say)



Dermestes maculatus (De Geer)



Hister sp.

Necrobia rufipes (Fabricius)

Figura 20. Orden Coleóptera

Dentro de las especies que se encontraron, *C. macellaria*, *C. megacephala*, *C. rufufacies*, *P. sericata*, *S. haemorrhoidalis*, *M. domestica*, *S. nudiseta*, *C. vicinia*, *L. illustris*, *P. cuprina* y *M. scalaris* cuentan con registros en diversos estudios de entomología forense, algunos adultos de la familia Chloropidae, Formicidae, y Thephritidae se encontraron como especies accidentales u oportunistas, por lo que no se explica su aparición como insectos necrofagos. En la gráfica 1 se muestra la cantidad en porciento de las familias colectadas.

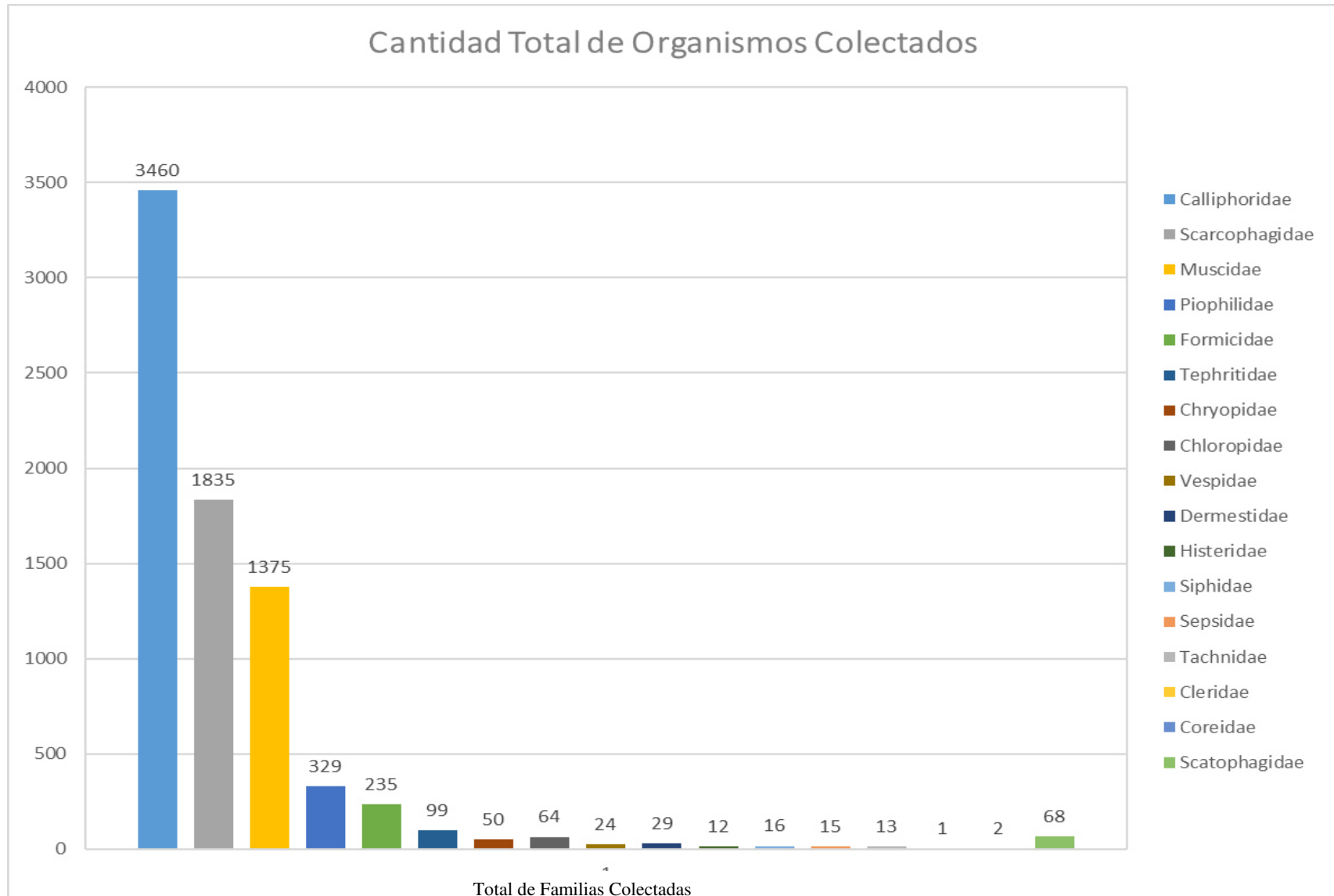
DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

Tabla 4. Numero de especies para la Familia colecatadas de Diciembre del 2009 a Diciembre del 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadapue, Nuevo León.

| Orden | Familia | Adultos | Larvas | Total |
|--------------------|----------------------|----------------|---------------|--------------|
| Díptera | Calliphoridae | 2240 | 1220 | 3460 |
| | Sarcophagidae | 609 | 1226 | 1835 |
| | Phoridae | 1751 | 119 | 1870 |
| | Muscidae | 1049 | 326 | 1375 |
| | Sepsidae | 15 | | 15 |
| | Tachinidae | 13 | | 13 |
| | Piophilidae | 240 | 89 | 329 |
| | Tephritidae | 99 | | 99 |
| | Scatophagidae | 235 | | 235 |
| | Chloropidae | 64 | | 64 |
| Hymenoptera | Formicidae | 68 | | 68 |
| | Vespidae | 24 | | 24 |
| Neuróptera | Chryopidae | 50 | | 50 |
| Hemíptera | Coreidae | 2 | | 2 |
| Coleóptera | Silphidae | 16 | | 16 |
| | Cleridae | 1 | | 1 |
| | Histeridae | 12 | | 12 |
| TOTAL | | 6511 | 2986 | 9497 |

Dentro de las especies que se encontraron, *C. macellaria*, *C. megacephala*, *C. rufufacies*, *P. sericata*, *S. haemorrhoidalis*, *M. domestica*, *S. nudiseta*, *C. vicinia*, *L. illustris*, *P. cuprina* y *M. scalaris* cuentan con registros en diversos estudios de entomología forense,

algunos adultos de la familia Chloropidae, Formicidae, y Thephritidae se encontraron como especies accidentales u oportunistas, por lo que no se explica su aparición como insectos necrofagos. En la gráfica 1. se muestra la cantidad total de las Familias Colectadas en las Diferentes Altitudes.



Grafica 1. Cantidad Total de Organismos para las Familias Colectadas

En la Tabla 5 se muestra como *Sarcophaga haemorrhoidalis* presento una gran cantidad de larvas comparada con las demás especies.

La diversidad y distribución de insectos atrapados en las trampas de botella por altitud son presentadas en la Tabla 5 se encuentra el listado de especies por altitud de los estadios inmaduros y adultos como se puede apreciar la cantidad de taxa identificados en la Grafica 2 y 3, las familias Calliphoridae, con 34.77%, Phoridae con 27.18%, Muscidae con 16-28% de abundancia Sarcophagidae con 9.45%, mientras en los estadios larvales de Calliphoridae se presento con el porcentaje más abundante de dominancia igual que Sarcophagidae con 41%, mientras Muscidae presento 11% y Phoridae 4%. (Grafica 3)

| 650 msnm N 25° 39.212” W 100° 15.251” | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|----------|-----------------------------------|
| Adultos (20 géneros y 18 especies) | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |
| 37 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 68 | <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> |
| 18 | <i>Phaenicia sericata</i> | 70 | <i>Calliphora vicina</i> |
| 90 | <i>Fannia scalaris</i> | 104 | <i>Musca domestica</i> |
| 548 | <i>Megaselia scalaris</i> | 15 | <i>Chrysoperla carnea</i> |
| 18 | <i>Rhagoletis cingulatus</i> | 110 | <i>Piophilina casei</i> |
| 138 | <i>Lucilia illustis</i> | 52 | <i>Cochliomyia macellaria</i> |
| 44 | <i>Chrysomya megacephala</i> | 7 | <i>Tachinia grossa</i> |
| 35 | <i>Phaenicia cuprina</i> | 13 | <i>Scatophaga stercoraria</i> |
| 3 | <i>Vespula squamosa</i> | 22 | <i>Camponotus sp</i> |
| 19 | <i>Phormia regina</i> | 12 | <i>Chlorops sp</i> |
| 1423 organismos | | | |
| Inmaduros | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL

“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

| | | | |
|----------------|-------------------------------|-----|-----------------------------------|
| 10 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 189 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
| 10 | <i>Phaenicia sericata</i> | 62 | <i>Calliphora vicina</i> |
| | | 40 | <i>Musca domestica</i> |
| 79 | <i>Fannia scalaris</i> | 18 | <i>Lucilia Illustris</i> |
| 30 | <i>Megaselia scalaris</i> | 37 | <i>Chrysomya megacephala</i> |
| 41 | <i>Cochliomyia macellaria</i> | | |
| 19 | <i>Phormia regina</i> | | |
| 535 organismos | | | |

850 msnm N 25^a 39.447” W 100^a 15.044”

Adultos (21 géneros y 19 especies)

| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |
|------------------|-------------------------------|----------|-----------------------------------|
| 147 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 54 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
| 12 | <i>Phaenicia sericata</i> | 173 | <i>Calliphora vicina</i> |
| 64 | <i>Musca domestica</i> | 30 | <i>Rhagoletis cingulatus</i> |
| 2 | <i>Nicrophorus orbicollis</i> | 18 | <i>Phaenicia cuprina</i> |
| 42 | <i>Piophilina casei</i> | 6 | <i>Tachinia grossa</i> |
| 231 | <i>Fannia scalaris</i> | 34 | <i>Chrysomya megacephala</i> |
| 67 | <i>Lucilia illustris</i> | 22 | <i>Chrysoperla carnea</i> |
| 569 | <i>Megaselia scalaris</i> | 52 | <i>Scatophaga stercoraria</i> |
| 32 | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 7 | <i>Dermestes maculatus</i> |
| 15 | <i>Phormia regina</i> | 6 | <i>Sepsis sp</i> |
| 13 | <i>Chlorops sp</i> | | |
| 1596 organismos | | | |
| Inmaduros | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |
| 28 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 20 | <i>Calliphora vicina</i> |

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL

“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

| | | | |
|----------------|-------------------------------|----|------------------------------|
| 12 | <i>Phaenicia sericata</i> | 20 | <i>Phaenicia cuprina</i> |
| 72 | <i>Musca domestica</i> | 6 | <i>Tachinia grossa</i> |
| 62 | <i>Piophilha casei</i> | 38 | <i>Chrysomya megacephala</i> |
| 18 | <i>Fannia scalaris</i> | 46 | <i>Megaselia scalaris</i> |
| 38 | <i>Lucilia illustris</i> | 4 | <i>Dermestes maculatus</i> |
| 12 | <i>Cochliomyia macellaria</i> | | |
| 15 | <i>Phormia regina</i> | | |
| 608 organismos | | | |

| 950 msnm N 25 ^a 38.466” W 100 ^a 14.551” | | | |
|---|-------------------------------|----------|-----------------------------------|
| Adultos | | | |
| <u>(21 géneros y 19 especies)</u> | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |
| 110 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 301 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
| 36 | <i>Phaenicia sericata</i> | 84 | <i>Calliphora vicina</i> |
| 138 | <i>Fannia scalaris</i> | 90 | <i>Musca domestica</i> |
| 45 | <i>Rhagoletis cingulatus</i> | 5 | <i>Nicrophorus orbicollis</i> |
| 47 | <i>Phaenicia cuprina</i> | 22 | <i>Piophilha casei</i> |
| 9 | <i>Sepsis</i> sp | 96 | <i>Chrysomya megacephala</i> |
| 184 | <i>Lucilia illustris</i> | 8 | <i>Chrysoperla carnea</i> |
| 365 | <i>Megaselia scalaris</i> | 3 | <i>Scatophaga stercoraria</i> |
| 66 | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 8 | <i>Dermestes maculatus</i> |
| 4 | <i>Sinthesomya nudiseta</i> | 16 | <i>Phormia regina</i> |
| 2 | <i>Hister</i> sp | | |
| <u>1639 organismos</u> | | | |
| Inmaduros | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL

“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----|-----------------------------------|
| 30 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 481 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
| 12 | <i>Phaenicia cuprina</i> | 36 | <i>Chrysomya megacephala</i> |
| 63 | <i>Phaenicia sericata</i> | 42 | <i>Lucilia illustris</i> |
| 33 | <i>Calliphora vicina</i> | 20 | <i>Cochliomyia macellaria</i> |
| 34 | <i>Fannia scalaris</i> | 53 | <i>Phormia regina</i> |
| 9 | <i>Musca domestica</i> | | |
| 813 organismos | | | |

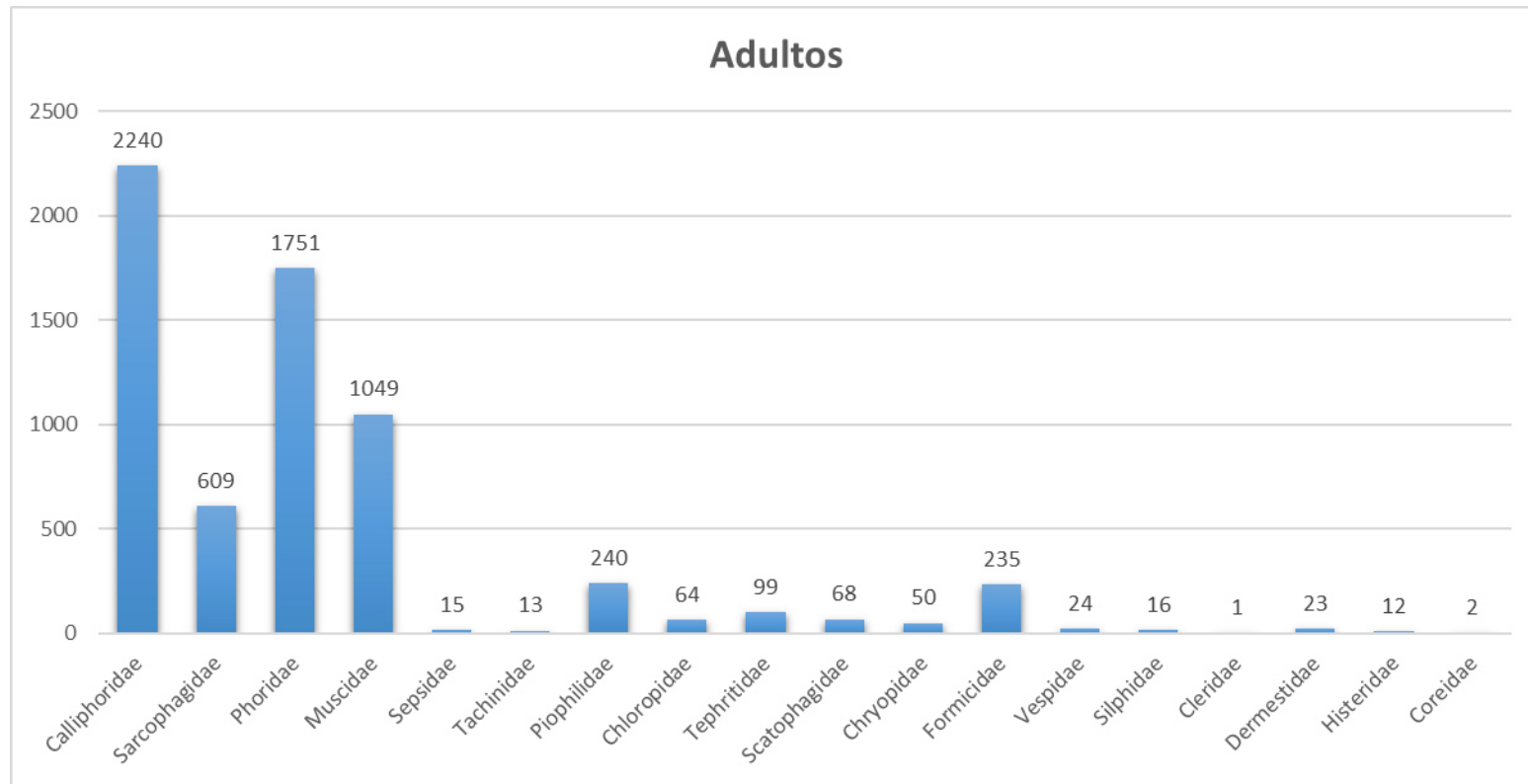
| 1033 msnm N 25 ^a 38.399” W 100 ^a 14.505” | | | |
|--|-------------------------------|----------|-----------------------------------|
| Adultos (18 géneros y 17 especies) | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |
| 18 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 78 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
| 44 | <i>Phaenicia sericata</i> | 83 | <i>Calliphora vicina</i> |
| 73 | <i>Megaselia scalaris</i> | 50 | <i>Fannia scalaris</i> |
| 65 | <i>Musca domestica</i> | 82 | <i>Lucilia illustris</i> |
| 2 | <i>Acantocephala femorata</i> | 16 | <i>Cochliomyia macellaria</i> |
| 12 | <i>Chrysomya megacephala</i> | 36 | <i>Phormia regina</i> |
| 5 | <i>Chrysomya megacephala</i> | 10 | <i>Sinthesomya nudiseta</i> |
| 28 | <i>Phaenicia cuprina</i> | 8 | <i>Dermestes maculatus</i> |
| 6 | <i>Piophilina casei</i> | 4 | <i>Hister sp</i> |
| | <i>Vespula squamosa</i> | | |
| 626 organismos | | | |
| Inmaduros | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |

| 52 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 213 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
|---|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| 15 | <i>Fannia scalaris</i> | 6 | <i>Musca domestica</i> |
| 28 | <i>Phaenicia sericata</i> | 26 | <i>Lucilia illustris</i> |
| 24 | <i>Calliphora vicina</i> | 32 | <i>Cochliomyia macellaria</i> |
| 82 | <i>Phormia regina</i> | 53 | <i>Chrysomya megacephala</i> |
| | | 10 | <i>Phaenicia cuprina</i> |
| 541 organismos | | | |
| 1124 msnm N 25^a 38.348” W 100^a 14.428” | | | |
| Adultos (18 géneros y 15 especies) | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantid ad | Género/especie |
| 22 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 55 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
| 7 | <i>Phaenicia sericata</i> | 32 | <i>Calliphora vicina</i> |
| 102 | <i>Megaselia scalaris</i> | 26 | <i>Fannia scalaris</i> |
| 23 | <i>Phormia regina</i> | 12 | <i>Lucilia illustris</i> |
| 57 | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 1 | <i>Necrobia rufipes</i> |
| 89 | <i>Musca domestica</i> | 35 | <i>Camponotus sp</i> |
| 63 | <i>Chrysomya megacephala</i> | 8 | <i>Sinthesomya nudiseta</i> |
| 8 | <i>Nicroporus orbicollis</i> | 1 | <i>Vespula squamosa</i> |
| 21 | <i>Chlorops sp</i> | 6 | <i>Hister sp</i> |
| 568 organismos | | | |
| Inmaduros | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantid ad | Género/especie |
| 22 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 72 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
| 16 | <i>Fannia scalaris</i> | 56 | <i>Chrysomya megacephala</i> |
| 16 | <i>Phaenicia sericata</i> | 32 | <i>Lucilia illustris</i> |
| 18 | <i>Calliphora vicina</i> | 43 | <i>Megaselia scalaris</i> |
| 11 | <i>Musca domestica</i> | 10 | <i>Cochliomyia macellaria</i> |

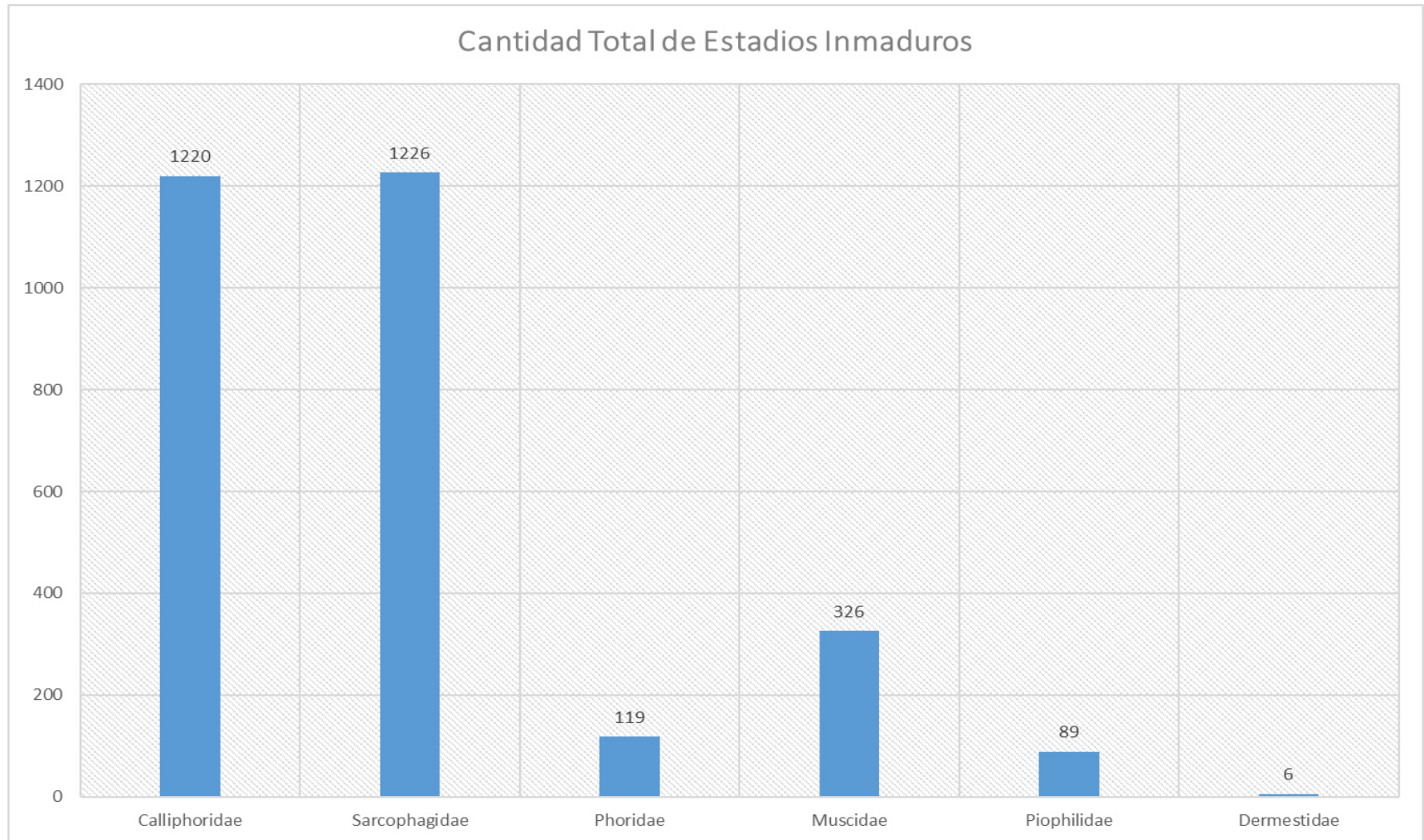
DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

| | | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 20 | <i>Phaenicia cuprina</i> | 20 | <i>Phormia regina</i> |
| 1170 msnm N 25 ^a 38.334” W 100 ^a 14.374” | | | |
| Adultos (17 géneros y 15 especies) | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |
| 12 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 55 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
| 58 | <i>Musca domestica</i> | 32 | <i>Calliphora vicina</i> |
| 27 | <i>Chrysomya megacephala</i> | 26 | <i>Fannia scalaris</i> |
| 53 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> | 12 | <i>Lucilia illustris</i> |
| 178 | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 1 | <i>Necrobia rufipes</i> |
| 38 | <i>Musca domestica</i> | 35 | <i>Camponotus</i> sp |
| 14 | <i>Chrysomya megacephala</i> | 8 | <i>Sinthesomya nudiseta</i> |
| 2 | <i>Nicroporus orbicollis</i> | 1 | <i>Vespula squamosa</i> |
| 18 | <i>Chlorops</i> sp | 6 | <i>Hister</i> sp |
| 659 organismos | | Total 6511 organismos | |
| Inmaduros | | | |
| Cantidad | Género/especie | Cantidad | Género/especie |
| 14 | <i>Fannia scalaris</i> | 54 | <i>Sarcophaga heamorrhoidalis</i> |
| 12 | <i>Musca domestica</i> | 30 | <i>Lucilia illustris</i> |
| 43 | <i>Megaselia scalaris</i> | | |
| 153 organismos | | Total 2986 organismos | |
| 336 organismos | | | |

Tabla No. 5 Cantidad total de estadios adultos e inmaduros colectados por altitud y posición en el Monumento Nacional Cerro de la Silla, Guadalupe, N.L.



Grafica. 2. Cantidad Total de Adultos por Familia en las diferentes Altitudes



Grafica. 3. Cantidad Total de Estadios Inmaduros

En las altitudes se encontró con una mayor cobertura de organismos en 950 msnm, N25^a 38.348”, W100^a 14.551” con 1639 organismos y 21 géneros y 19 especies, mientras en 850 msnm, N25^a 39.47”, W100^a 15.044”, la cantidad de géneros fue igual de 21 y 19 especies, 22 pero la cantidad de organismos fue menor con 1596, y la altitud con menor cantidad de organismos con 18 generos y 15 especies fue en 1124msnm, N25^a 38.348”, W100^a 14.428” con 568 organismos.

Megaselia scalaris fue la especie mas abundante en todas las estaciones y climas del año con un total de 1870 organismos, y después de *Sarcophaga haemorrhoidalis* con 1835 siendo el mes de marzo el más abundante con estas especies, la temperatura media fue de 21° C, la máxima temperatura de 30° C, la humedad relativa fue de 52%y la cobertura vegetal muy optima y abundante en esta altitud, la vegetación predominante fue el Chapara Prieto, La Anacahuita, El Huizache, La Tenza, La Barreta y algunos Quepus junto con pastizales y fue lo que favoreció la presencia de estas especies. En la Tabla 6 se encuentra la presencia de las especies por altitud y en Tabla 7 de contingencia presenta la densidad y riqueza de las especies presentes asociando las variables del mes, condiciones climáticas, vegetación y altitud.

Altitudes msnm

| Especie | 650msnm | 850msnm | 950msnm | 1033msnm | 1124msnm | 1170msnm |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Chrysomya rufifacies</i> | • | • | • | • | • | • |
| <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> | • | • | • | • | • | • |
| <i>Calliphora vicina</i> | • | • | • | • | • | • |
| <i>Musca domestica</i> | • | • | • | • | • | • |
| <i>Phaenicia sericata</i> | • | • | • | • | • | |
| <i>Fannia scalaris</i> | • | • | • | • | • | • |
| <i>Megaselia scalaris</i> | • | • | • | • | • | • |
| <i>Chrysomya megacephala</i> | • | • | • | • | • | • |

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
“CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

| | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| <i>Cochliomyia macellaria</i> | • | • | • | • | • | • |
| <i>Phaenicia cuprina</i> | • | • | • | • | | • |
| <i>Phormia regina</i> | • | • | • | • | • | • |
| <i>Piophilila casei</i> | • | • | • | • | | • |
| <i>Lucilia illustris</i> | • | • | • | • | • | • |
| <i>Scatophaga stercoraria</i> | • | • | • | | | |
| <i>Sinthesomya nudiseta</i> | | | • | • | • | • |
| <i>Tachinia grossa</i> | • | • | | | | |
| <i>Vespula squamosa</i> | • | | | • | • | • |
| <i>Camponotus sp.</i> | • | | | | • | • |
| <i>Rhagoletis cingulatus</i> | • | • | • | | | • |
| <i>Chrysoperla carnea</i> | • | • | • | | | |
| <i>Chlorops sp.</i> | • | • | | | • | • |
| <i>Nicrophorus orbicollis</i> | | • | • | | • | |
| <i>Necrobia rufipes</i> | | | | | • | |
| <i>Acantocephala femorata</i> | | | | • | | |
| <i>Dermestes maculatus</i> | | • | • | • | | |
| <i>Hister sp.</i> | | | | • | • | |
| <i>Sepsis sp.</i> | | • | • | | | |

Tabla 6. Presencia de las especies por altitud en metros sobre nivel del mar en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, Nuevo León.

DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL “CERRO DE LA SILLA”, GUADALUPE, NUEVO LEÓN

| | Especie | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|----|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| 1 | <i>Cochliomyia macellaria</i> | | | 5 | 28 | 86 | 107 | 32 | | 58 | 22 | 12 | | | 350 |
| 2 | <i>Chrysomya megacephala</i> | 3 | 16 | 26 | 111 | 73 | 123 | 54 | | 49 | 23 | 14 | 14 | | 506 |
| 3 | <i>Chrysomya rufifacies</i> | | | 50 | 93 | 76 | 102 | 124 | | 16 | 11 | 9 | 7 | | 488 |
| 4 | <i>Phaenicia sericata</i> | | | 18 | 42 | 13 | 37 | 22 | | 28 | 31 | 28 | 27 | | 246 |
| 5 | <i>Calliphora vicina</i> | | 27 | 41 | 107 | 192 | 92 | 37 | | 80 | 32 | 10 | 8 | 2 | 628 |
| 6 | <i>Lucilia illustris</i> | | 13 | 88 | 104 | 173 | 176 | 35 | | 81 | 27 | 24 | 20 | | 741 |
| 7 | <i>Phaenicia cuprina</i> | | | | 12 | 9 | 13 | | | 45 | 104 | | | | 183 |
| 8 | <i>Phormia Regina</i> | | | 27 | 68 | 39 | 96 | 26 | | 43 | 19 | | | | 318 |
| 9 | <i>Sinthesiomyia nudiseta</i> | | | | | | | 12 | | 8 | | | 4 | | 24 |
| 10 | <i>Fannia scalaris</i> | 27 | 79 | 232 | 72 | 83 | 47 | 52 | | 36 | 41 | 34 | 18 | 10 | 731 |
| 11 | <i>Musca domestica</i> | 28 | 16 | 37 | 118 | 60 | 76 | 50 | | 32 | 101 | 73 | 18 | 11 | 620 |
| 12 | <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> | 26 | 31 | 209 | 343 | 214 | 179 | 292 | | 208 | 132 | 126 | 63 | 12 | 1835 |
| 13 | <i>Sepsis sp.</i> | | | 5 | 7 | | | | | | | | 3 | | 15 |
| 14 | <i>Chrysoperla carnea</i> | 16 | 5 | 11 | 8 | | 10 | | | | | | | | 50 |
| 15 | <i>Phiopila casei</i> | | | | 71 | 60 | 37 | 53 | | 59 | 17 | 32 | | | 329 |
| 16 | <i>Rhagoletis cingulata</i> | 14 | 2 | | | | | | | 22 | 49 | | | 12 | 99 |
| 17 | <i>Tachinia grossa</i> | 2 | 2 | 9 | | | | | | | | | | | 13 |
| 18 | <i>Dermestes maculatus</i> | | | | 10 | | 9 | 8 | | | | | 2 | | 29 |
| 19 | <i>Megaselia scalaris</i> | 26 | 204 | 62 | 504 | 204 | 135 | 223 | | 132 | 211 | 60 | 23 | 86 | 1870 |
| 20 | <i>Camponotus sp.</i> | 20 | | | | 1 | 6 | 2 | | 13 | 117 | 73 | 1 | 2 | 235 |
| 21 | <i>Nicrophorus orbicollis</i> | | | | 5 | 1 | 2 | | | 4 | 4 | | | | 16 |
| 22 | <i>Vespula squamosa</i> | | | | 3 | 1 | 20 | | | | | | | | 24 |
| 23 | <i>Chlorops sp.</i> | | | | 17 | 2 | 23 | 22 | | | | | | | 64 |
| 24 | <i>Stercoraria</i> | 24 | | 36 | | | 8 | | | | | | | | 68 |
| 25 | <i>Hister sp.</i> | | | | 8 | | 2 | | | 2 | | | | | 12 |
| 26 | <i>Acantocephala femorata</i> | | | | | | | 2 | | | | | | | 2 |
| 27 | <i>Necrobia rufipes</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| | | 186 | 395 | 856 | 1731 | 1287 | 1300 | 1046 | | 916 | 941 | 496 | 208 | 135 | 9497 |

Tabla 7. Tabla de contingencia con la densidad y riqueza de las especies presentes asociando con las variables del mes, condiciones climáticas, vegetación y altitudes en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, en Guadalupe, Nuevo León

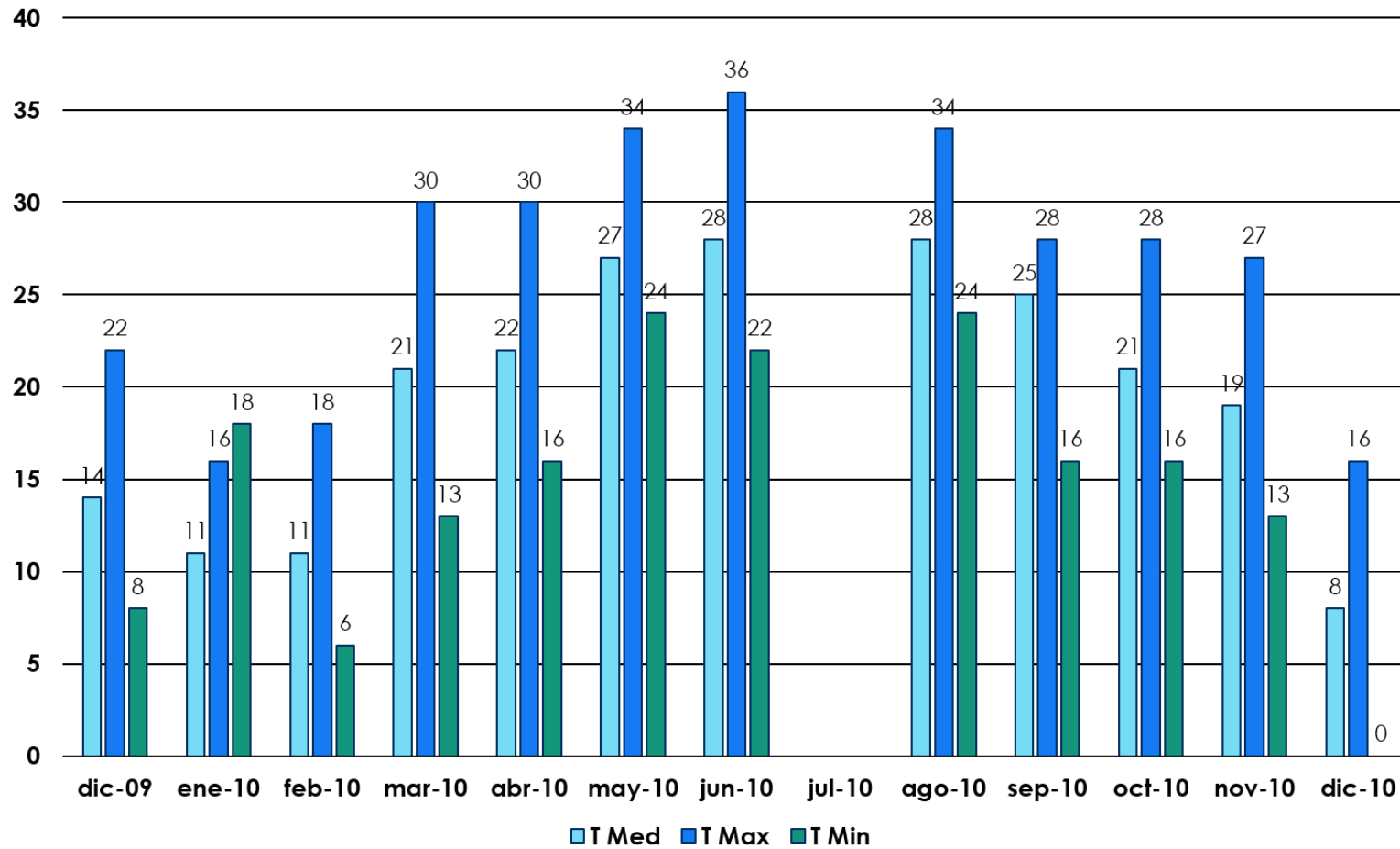
La tabla de contingencia especies y localidad presento la proporción de individuos en cada localidad, e indica una distribución de los individuos y regular a lo largo de las 6 localidades ($X^2=349.35$ par el total de individuos, 222 para adultos y 210.10 para larvas; $p<0.001$ para el total de individuos y $p< 0.5$) para adultos y larvas y una dependencia altamente significativa de los organismos con la localidad. Los coeficientes de correlación menos 0.94, menos 0.76 y menos 0.15 en total, adultos y larvas no fueron significativos ($p> 0.05$).

En la siguiente tabla 8 se presentan los registros de las condiciones ambientales de temperatura que predominaron de Diciembre del 2009 a Diciembre del 2010, y en las graficas 4, 5, 6 y 7 se presentan los registros ambientales.

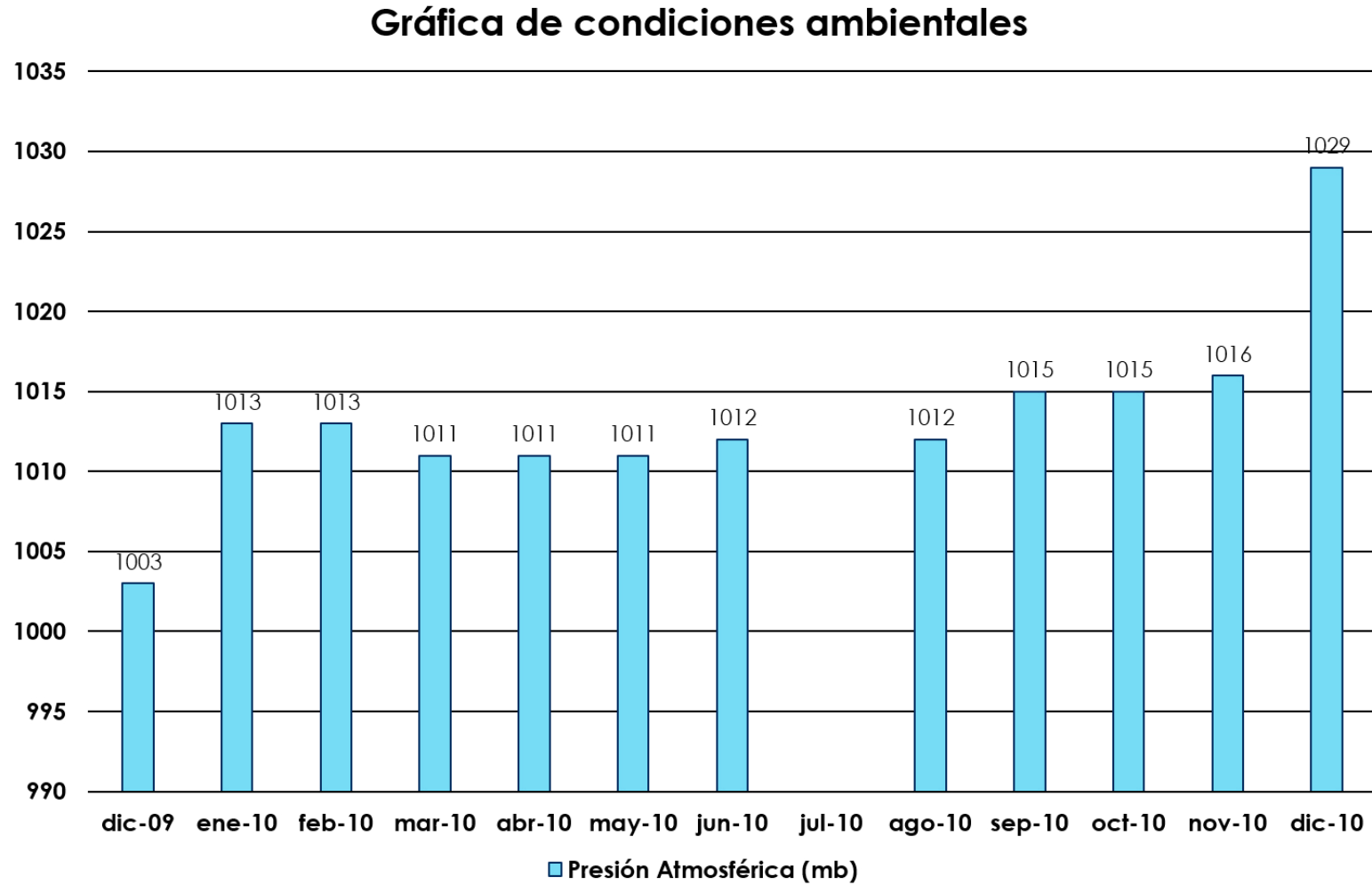
| | DIC 2009 | ENE 2010 | FEB 2010 | MAR 2010 | ABR 2010 | MAY 2010 | JUN 2010 | JUL * 2010 | AGO 2010 | SEP 2010 | OCT 2010 | NOV 2010 | DIC 2010 |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| TEMP MEDIA | 14°C | 11°C | 11°C | 21°C | 22°C | 27°C | 28°C | | 28°C | 25°C | 21°C | 19°C | 8°C |
| TEMP MAX | 22°C | 16°C | 18°C | 30°C | 30°C | 34°C | 36°C | | 34°C | 28°C | 28°C | 27°C | 16°C |
| TEMP MIN | 8°C | 18°C | 6°C | 13°C | 16°C | 24°C | 22°C | | 24°C | 16°C | 16°C | 13°C | 0°C |
| P. ATM (mb) | 1003 | 1013 | 1013 | 1011 | 1011 | 1011 | 1012 | | 1012 | 1015 | 1015 | 1016 | 1029 |
| HUM. REL. | 75% | 64% | 66% | 52% | 55% | 68% | 62% | | 67% | 70% | 65% | 47% | 38% |
| VEL. VIENTO | 22 km/hr | 20 km/hr | 14 km/hr | 15 km/hr | 15 km/hr | 19 km/hr | 14 km/hr | | 14 km/hr | 8 km/hr | 8 km/hr | 13 km/hr | 12 km/hr |

Tabla 8. Registro de las Condiciones Ambientales en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León

Gráfica de temperaturas ambientales

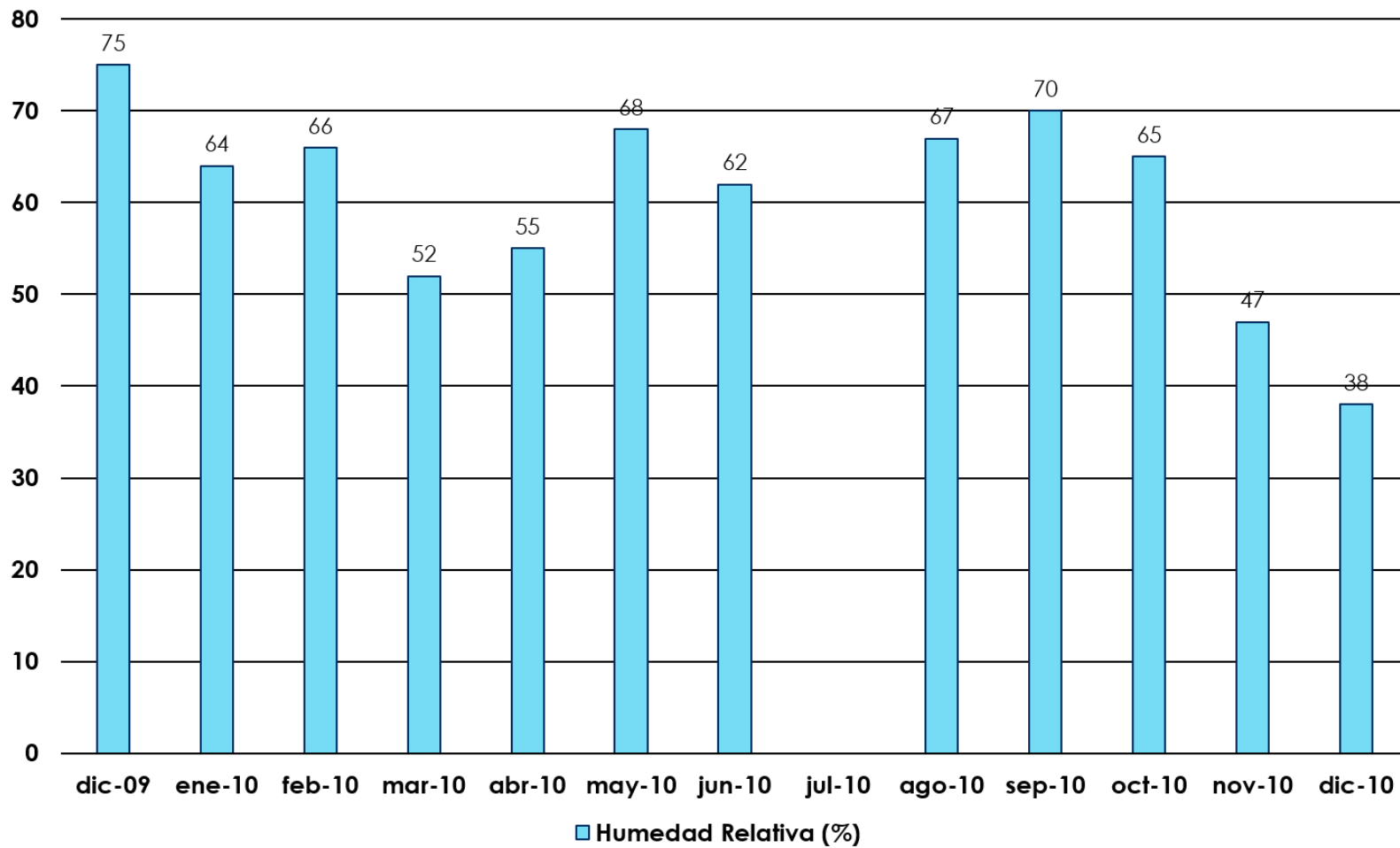


Gráfica 4. Temperaturas predominantes de Diciembre del 2009 al 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla, Guadalupe, Nuevo León

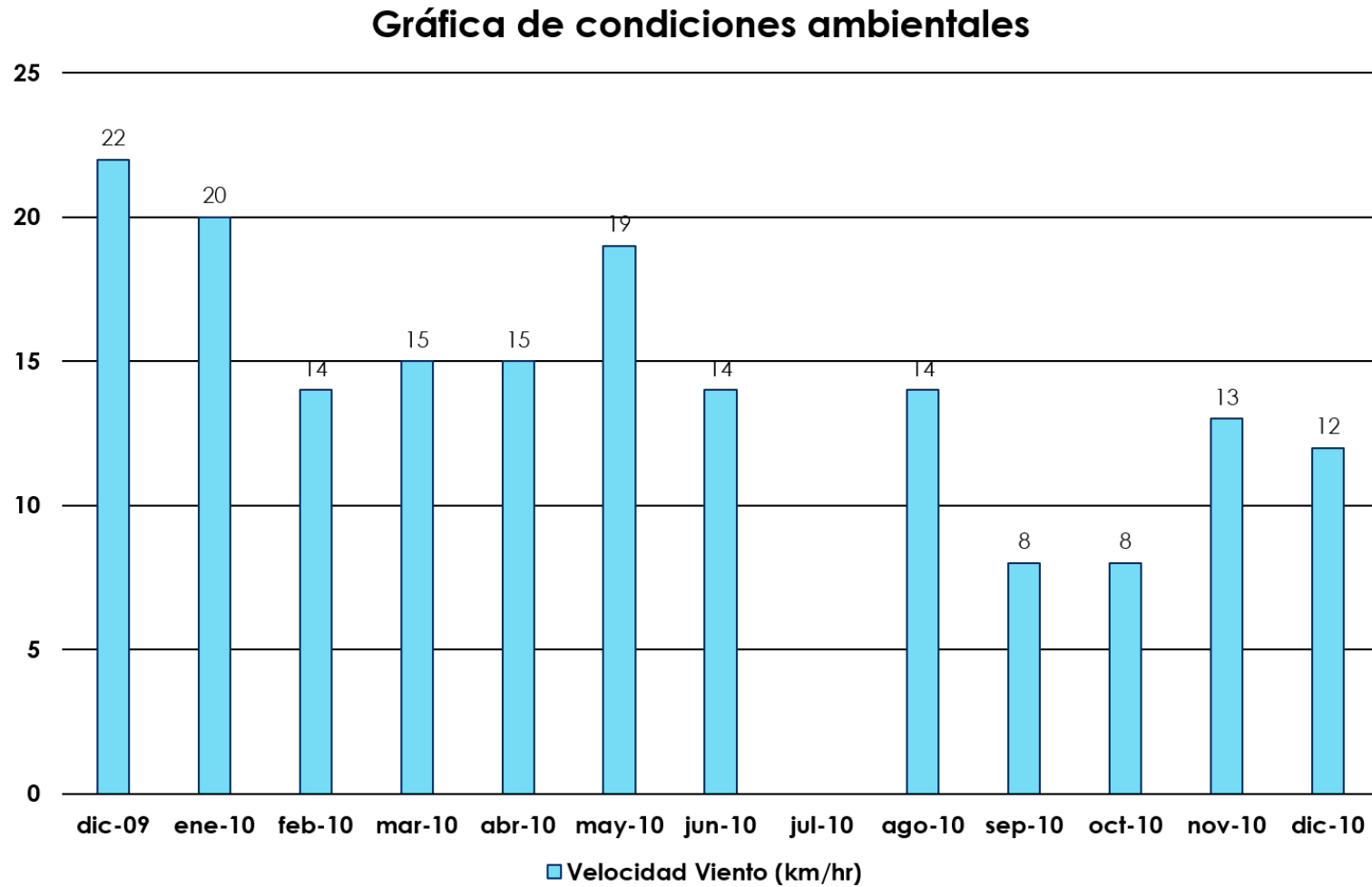


Grafica 5. Presiones ambientales (mb) presentes de Diciembre del 2009 al 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla, Guadalupe, Nuevo León

Gráfica de condiciones ambientales



Gráfica 6. Humedad relativa en % de Diciembre del 2009 al 2010 en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla, Guadalupe, Nuevo León



Gráfica 7. Velocidad del Viento en km/hr de Diciembre del 2009 al 2010 en el Monumento Nacional "Cerro de la Silla, Guadalupe, Nuevo León

7.2 Índice de los resultados obtenidos

Para los resultados de los modelos de ecología cuantitativa donde se obtuvo la diversidad y riqueza de las especies en cada una de las estaciones de muestreo lo siguiente:

En los resultados obtenidos durante los 22 muestreos realizados las familias que presentaron más abundancia fueron Calliphoridae con un 34.77%, Phoridae con 27.18%, Muscidae con 16.28%, Sarcophagidae con 9.45% y Piophilidae con 3.72%.

Los estados larvales presentes la familia con mayor porcentaje fueron Calliphoridae y Sarcophagidae ambas con un 41%, mientras Muscidae presentó 11% y Phoridae 4% y Piophilidae con 3%.

En el Índice de diversidad de Simpson que se basa en una medida de dominancia las principales especies encontradas fueron *Megaselia scalaris* $D= 0.8912$, *Sarcophaga haemorrhoidalis* $D=0.9167$, *Lucilia illustris* $D=0.9268$ y *Musca domestica* $D= 0.9356$. Esto muestra una abundancia relativa de las cuatro especies.

En el Índice de diversidad de especies de Shannon-Wiener los dípteros que presentaron una abundancia proporcional fueron *M. scalaris* $H=2.5323$, *S. haemorrhoidalis* $H= 2.7551$, *Lucilia illustris* $H= 2.7636$ y *M. domestica* $H= 2.8691$.

El Índice de riqueza de especies de Margalef los resultados en la abundancia proporcional fueron *M. scalaris* $Dmg= 1.9665$, *S. haemorrhoidalis* $Dmg= 1.2042$, *L. illustris* $Dmg= 0.5653$ y para *M. domestica* $Dmg= 1.1118$.

En prueba de correlación de Pearson las especies no presentaron alta diferencia significativa, se comprobó que hay un alto grado de dependencia con la altitud siendo los valores de $x^2 = 349.35$, 222.61 y 210.24 para el total de los organismos presentes, los adultos y las larvas respectivamente en todas las épocas del año sobre la densidad que presentaron, aunque el análisis de la correlación resultó no significativo para las especies ($p > 0.05$).

Por lo tanto, la diversidad, densidad y riqueza si se vio afectada por la altitud, ya que la vegetación y las condiciones climatológicas son determinantes en la distribución de la fauna de insectos, esto hace que no exista un patrón diario de las especies de insectos necrofagos, principalmente la temperatura es el factor determinante.

8. DISCUSIÓN

En el presente estudio se colectaron dípteros de importancia forense a lo largo de un gradiente altitudinal en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, en Guadalupe, N.L. En los seis puntos muestreados se observó que la variación en cuanto a presencia del Orden Diptera fue la mas numerosa con 10 Familias, la que presento mayor cantidad de organismos fue la familia Calliphoridae con una abundancia de 3460 organismos, se encuentro en mayor cantidad a una altitud de 950 msnm con 21 géneros y 19 especies, pero con 1639 organismos, a 850 msnm presento la misma cantidad de géneros y especies pero el numero de dípteros fue de 1596, mientras que la familia Phoridae con *Megaselia scalaris* presento un total de 1870 individuos, siendo la altitud de 850 msnm la que presento (569) la mayor cantidad de organismos, Sarcophagidae se presento en mayor cantidad en 950 msnm con 301 organismos. Finalmente, se muestra que en 1124 msnm la presencia de dípteros fue menor que en las demás altitudes esto puede ser por factores como: tolerancia térmica, disponibilidad de nichos, competencia, depredación, presencia o ausencia de micro hábitats, temperatura, humedad, precipitación, entre otros (Hodkinson, 2005).

9. CONCLUSIÓN

En el presente estudio se colectaron 9, 497 Artrópodos de la Clase Insecta en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, Nuevo León.

De los ejemplares obtenidos a lo largo de un año se clasificaron en 5 Ordenes los cuales fueron Diptera, Neuroptera, Hymenoptera, Hemiptera y Coleptera con 18 familias con 27 géneros y 23 especies dentro de los cuales los más abundantes como especies necrofagas fueron las Orden Diptera, por su pronto arribo y por su riqueza, frecuencia y abundancia en todas las temporadas del año y en los 6 gradientes altitudinales fueron las Familias Calliphoridae, Phoridae, Muscidae y Sarcophagidae.

Con este estudio se presenta el primer listado de dípteros de importancia forense para el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, N.L., utilizando trampas tipo botella con cebos de hígado de cerdo en altitudes de 650, 850, 950, 1033, 1124 y 1170 msnm, de estas altitudes la que presento mayor cantidad de insectos necrófagos fue la de 950 msnm.

Los factores que influyeron altamente en la distribución de las especies necrófagas fueron principalmente la época del año, la precipitación, la humedad relativa, la vegetación y principalmente la temperatura que restringió la presencia y abundancia de algunas de las especies.

Las variables ambientales principales en las diferentes altitudes como la temperatura y la humedad fueron las más tomadas en cuenta para observar los cambios en la composición y estructura de especies de moscas necrófagas en un gradiente altitudinal ya que a mayor altitud la temperatura tiende a bajar mientras que a menor altitud la temperatura se incrementa, en cuanto a la humedad fue un factor que vario

dependiendo del sitio de muestreo. Es recomendable incrementar estas investigaciones, generando una metodología o protocolo en base a estudios ya realizados y trabajar en lugares que no estén antropizados, ya que esto influye también en la distribución y riqueza de las especies, para tener resultados claros de la composición existente en los lugares donde se lleven a cabo estas investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abell, D.H., S.S. Wasti and G.C. Hartmann. 1982. Sarcophagous arthropod fauna associated with turtle carrion. *Appl. Entomol. Zool.* 17: 301-307.
- Aldrich, J. M. 1916. *Sarcophaga and Allies*. Thomas Say Found. Lafayette, IN. 301 pp.
- Almeida, J. R. "Application of deterministic model of isothermals for population dynamics of *Synthesiomyia nudiseta* (Diptera, Muscidae)." *Brazilian Journal of Biology* 61 (2001): 141-45. 22 March 2009.
- Almeida-Silva, J.O., Carvalho-Filho, F.S., Esposito, M.C. and Reis, G.A. 2012, First record of *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) from Brazil. *Revista Brasileira de Entomología*. 56(1):115-118.
- Amendt, J., Campobasso, C.P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H.N. y Hall, M. 2007. Best practice in forensic entomology standards and guidelines. *Int J Legal Med* 121: 90– 104
- Amendt, J.; R. Zehner and F. Reckel. 2007. The nocturnal oviposition behavior of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Central Europe and its forensic implications. *Forensic Sciences International*. 175:61-64.
- Anderson, G. S. 1995. The use of insects in death investigations: an analysis of forensic entomology cases in British Columbia over a five-year period. *Canadian Society of Forensic Sciences Journal* 28(4):277-292.
- Anderson, G. S. 1998. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black cubs. *J. Forensic Sci.* 44: 856-859.
- Anderson, G. S. 2000a. Minimum and maximum development rates of some forensically important Calliphoridae (Diptera). *Journal of Forensic Sciences* 45:824-832.
- Anderson, G. S. 2000b. Insects succession on carrion and its relationship to determining time of death. In: Byrd and Castner (Eds.). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Boca Raton, CRS Press. *Annual Review of Entomology* 37: 253-272.

- Anderson, G. S. 2001. Insects succession on carrion and its relationship to determining time of death. In: Forensic Entomology. The utility of 18 arthropods in legal investigations. Byrd J. H., Castner J. L. (eds.) CRC Press- pp 143-175.
- Anderson, G. S. 2001. Forensic entomology in British Columbia: a brief history. Journal of the Entomological Society of British Columbia 98:127-135.
- Anderson, G. S. 2001. Insects succession on carrion and its relationship to determining time of death. In: Forensic Entomology. The utility of 18 arthropods in legal investigations. Byrd J. H., Castner J. L. (eds.) CRC Press- pp 143-175.
- Anderson, G. S. and V. J. Cervenka. 2001. Insects associated with the body: their use and analyses. In Haglund and Sorg (Eds.) Forensic Taxonomy: The Postmortem Fate of Human Remains. Boca Raton, CRC Press.
- Anderson, G. S., and S. L. VanLaerhoven. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. Journal of Forensic Sciences. 41: 617-625.
- Arnaldos, M.J. 2000. Estudio de la fauna sarcosaprófaga de la región de Murcia. Su aplicación a la medicina legal. Tesis doctoral. Departamento de Biología Animal. Universidad de Murcia. 260 pp.
- Arnaldos, M. I., García, M., Romera, Presa, J. J. y Luna, L. 2005. Estimation of the postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. Forensic Science International. 149: 57-65.
- Arnaldos, M.J., Prado E., Castro, C., Presa J.J., Lopez-Gallegos E. y Garcia, MD. 2006. Importancia de los estudios regionales de la fauna sarcosaprófaga. Aplicación a la ciencia forense. Ciencia Forense. No. 8. 63-82.
- Aspoas, B.R. 1994. Afrotropical Sarcophagidae in a carrion fly community. Medical and Veterinary Entomology 8:292-294.

- Baldrige, R.; S. Wallace and R. Kirkpatrick. 2006. Investigation of nocturnal oviposition by necrophilous flies in Central Texas. *Journal of Forensic Sciences* 51:125-126.
- Baumgartner, D. L. & Greenberg, B. (1985). Distribution and Medical Ecology of the Blow Flies (Diptera: Calliphoridae) of Peru. *Annals of the entomological society of America*, 78: 565-587.
- Benecke, M. 2001. A Brief History of Forensic Entomology. *Forensic Science International* Vol. 120, p. 2-14.
- Benecke, M. and R. Lessig. 2001. Child neglect and forensic entomology. *Journal of Forensic Sciences* 120(1-2):155-159.
- Benecke, M. 2004. Forensic Entomology: Arthropods and Corpses. En: Tsokos M (ed.) *Forensic Path Rev Vol II*, Humana Press, Totowa (NJ, USA), p. 207-240.
- Bergeret, M. 1855. Infanticide, momification du cadaver. Decouverte du cadaver d'un enfant nouveau-ne dans une dheminee ou il setait momifie. Determination de l'époque de la naissance par la presence de nymphes et de larves d'insectes dans le cadavre et par l'etude de leurs metamorphoses, *Ann. Hyg. Legal Med.*, 4 :442-452.
- Biavati, G.M.; F.H. de Asis-Santana and 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., and R. M. Blackith. 1989. Insect infestations of small corpses. *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. *Australian Journal of Zoololy*. 5: 1-12.
- Bourel, B., L. Martin-Bouyer, V. Hedouin, J.-C. Cailliez, D. Derout, and D. Gosset. 1999. Necrophilous insect succession on rabbit carrion in sand dune habitats in northern France. *Journal of Medical Entomology* 36: 420-425.

- Borror, D. J.; C. A. Triplehorn and N. F. Johnson. 1989. An Introduction to the study of Insects. Sixth Edition. Brooks/Cole Thomson Learning USA 875.
- Braack, L. E. O. 1981. Visitation patterns of principal species of the insect-complex at carcasses in the Kruger National Park. *Koedoe*, 24: 33-39.
- Brown. B. V. Borkent, A. Cumming, J. M. Wood, D. M. Woodley, N. E & Zumbado, M. A. (2010). *Manual of Central American Diptera: Volume 2*. Canada. NRC Research Press, Ottawa, Ontario.
- Bucheli, S. R., J. A. Bytheway, S. M. Pustilnik. and J. Florence. 2009. Insect Successional Pattern of a Corpse in Cooler Months of Subtropical Southeastern Texas. *Journal of Forensic Science* 54:452-455.
- Byrd, J. H. 1998. Temperature 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. and J. F. Butler. 1996. Effects of temperature on *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) development. *Journal of Medical Entomology* 33:901-905. Byrd, J. H.; and J. L. Castner. 2001. *FORENSIC ENTOMOLOGY: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press. 1a. Ed. EUA pp. 418.
- Byrd J. H., Castner, J. L. 2001. Insects of forensic importance. In: *Forensic Entomology. The utility of arthropods in legal investigations*. Byrd J. H., Castner J. L. (eds.) CRC Press- pp 43-79.
- Calderon-Arguedas, Olger, et al. Larval forms *Synthesiomyia nudiseta* as a post-mortem interval. *Parasitologia Latinoamericana* 60 (2005): 3/4, 138-143. 22 March 2009
- Castillo, M. 2002. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). *Monografías Sociedad Entomológica Aragonesa*. 6:1-94.
- Camacho, G. 2005. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphoravicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora,

- utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*) en Bogotá. Revista Colombiana de Entomología. 31(2):189-197.
- Campobasso, C. P., G. Di Vella, and F. Introna. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. Forensic Science International 120: 18-27.
- Campobasso, C.P., R.H. Disney, and F. Introna. 2004. A Case of *Megaselia scalaris* (Loew) (Dipt., Phoridae) breeding in a human corpse. Aggrawal's Internal Journal of Forensic Medicine and Toxicology 5(1) 3-5.
- Catts, E. P. and N. H. Haskell.1990. Forensic entomology in criminal investigations. Annals Review of Entomology 37:253-272.
- Catts, E. P. 1992. Problem in estimating the postmortem interval in death investigations. Journal of Agricultural Entomology 9:245-255.
- Centeno, N. 2000. La Entomología forense: aplicaciones, fundamentos y algunos datos sobre la Argentina. Boletín Sociedad Entomológica Argentina, 16(2):9-11.
- Centeno, N. D.,2002. Experimentos de campo sobre sucesión de Fauna Cadavérica. Simposio de Entomología Forense. Resúmenes del V Congreso Argentino de Entomología. Buenos Aires, Argentina, Marzo 2002. Pp.67-69.
- Chittaro, Y., A. Baylon, D. Cherix and 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.
- Coronado, R y A. Marquez D. 1998. Introducción a la entomología. Distrito Federal. 21-26 pp.

- Davies, L. and G. G. Ratcliffe. 1994. Development rates of some pre-adult stages in blowflies with reference to low temperatures. *Medical and Veterinary Entomology*. 8: 245-254.
- Davis, J. B., and 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., P. J. Thyssen, A. X. Linhares, and F. A. B. Palhares. 1999. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. *Memórias Del Instituto Oswaldo Cruz*. 95: 135-138.
- DeCarvalho, L. M. L. and A. X. Linhares. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. *Journal of Forensic Sciences*. 46: 604-608.
- Denno, R. F., and 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.
- De Souza, A. M. and A. X. Linhares. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. *Medical and Veterinary Entomology* 11: 8-12.
- Early, M. and Goff M. L. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the Island of O'ahu, Hawaiian Islands, USA. *Journal of Medical Entomology* 23(5): 520-531.
- Easton, A. M., and K.G.V. Smith. 1970. The entomology of the cadaver. *Medical Sciences of. Law*. 10: 208-219.

- Eldridge, B.F. (Editor); Edman, J.D. (Editor) (2003). Medical Entomology: A Textbook on Public Health and Veterinary Problems Caused by Arthropods (2nd revised ed.). New York: Springer Publishing Company. pp. 672 p. ISBN 1-4020-1794-4.
- Faucherre, J.D., Cherix D. 1998. Contribution a la connaissance des Dipteres nécrophages du Jorat (Vaud, Suisse). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 71:211-217.
- Faucherre, J.; D. Cherix and C. Wyss. 1999. Behavior of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) under extreme conditions. Journal of Insect Behavior 12:687-690.
- Fernández, P. R. 1975. Elementos Básicos de Medicina Forense. Secretaría de Gobernación. México.
- Flores-Pérez, L.R.; H. Sánchez-Arroyo, S. Ibañez and 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.
- Gill, G. J. 2005. Decomposition and Arthropod succession on above ground pig carrion in rural Manitoba. Canadian Police Research Center. Technical Report TR-06-2005. p 180.
- Goddard, J. 1988. Blow fly bait preferences and seasonal activity in Bexar County, Texas. The Southwestern Entomologist. 13: 131-135.
- Goff, M. L., A. I. Omori and Guanatilake. 1988. Estimation of postmortem interval by arthropod succession. Three case studies from the Hawaiian Islands. American Journal Forensic, Medical and Pathology. 9: 220-225.
- Goff M. L. 1991. Comparison of insect species associated with decomposing remain a recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. Journal of Forensic Sciences 36(3): 748-753.
- Goff, M. L. 1992. Problems in estimation of postmortem interval resulting from wrapping of the corpse: a case study from Hawaii. Journal of Agriculture Entomology., 9(4):237-243.

- Goff, M. L. 1993. Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Sciences Review* 5:81-94.
- Goff, M. L. 2000. *A fly for the prosecution. How insect evidence helps solve crimes.* Harvard University Press, Cambridge Massachusetts. 225pp.
- Goff ML. 2003. Forensic Entomology. In: *Encyclopedia of Insect*, Resh VH and Cardé RT. Academic Press. California, pp. 437- 442
- Greenberg, Bernard (1971). *Flies and Disease, Volume I: Ecology, Classification, and Biotic Associations.* Princeton, N.J.: Princeton University Press. pp. xii + 856 p.
- Greenberg, B. 1991. Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology*, 28: 565-577.
- Greenberg, Bernard, and John C. Kunich. *Entomology and the Law.* University of Cambridge. 2002.
- Gregor, F.; Rozkosny, R.; Bartak, M.; Vanhara, J. (2002). The Muscidae (Diptera) of Central Europe. *Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis.* 107. Masaryk.: Masaryk University. pp. 280pp.
- Grundy, John Hull (1981). Burgess, N.R.H, ed. *Arthropods of Medical Importance.* Noble Books. pp. 223 p. ISBN 0-902068-11-3.
- Gruner, S.V.; D.S. Slone and J.L. Capinera. 2007. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with pig carrion in rural north-central Florida. *Journal of Medical Entomology* 44:509-515.
- Hall D. G. 1948. *Blowflies of North America. Vol IV A* Thomas Say Foundation Publ., USDA Bureau of Entomology and Plant Quarantine, Monumental Printing Co. Baltimore, MD 477 pp.
- Hall, D. G. 1990. Medicocriminal entomology. pp. 1-8 En: P.E. Catts y N. H. Haskell (Eds.) *Entomology and Death: A Procedural Guide.* Joyce's Print Shop, Clemson, SC.

- Hall, R. D., and 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 medico legal importance in Missouri. *Annals of Entomological Society of America*. 86: 589-593.
- Hall, R.D. 2008. Forensic Entomology. In: *Encyclopedia of Entomology*. Capinera, J.L. 2da edición. Springer: Florida, pp. 1518-1519
- Hall, R.D. 2010. Introduction: Perceptions and Status of Forensic Entomology. In: *Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations*. Byrd, H., Castner, J.L., 2da edición. CRC: Florida, pp. 1-17
- 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.
- Hewadikaram, K. A. and M. L. Goff. 1991. Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 12(3): 235-240.
- Jiron L.F. and 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: 79-90.
- Joy, J.E.; M.L. Herrell and 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.
- Kocarek, P. 2001. Diurnal patterns of postfeeding larval dispersal in carrion blowflies (Diptera: Calliphoridae). *European Journal of Entomology* 98:117-119.
- Kruger, R. F., et al. Survival and reproduction of *Synthesiomyia nudiseta* (Diptera, Muscidae). *Iheringia. Serie Zoologia*. 98 (2008): 1, 45-49. 22 March 2009

- Lane, R.P. 1975. An investigation into blowfly (Diptera: Calliphoridae) succession on corpses. *Journal of Natural History* 9:581-598.
- Leclercq M. 1997. On the entomofauna of a wild boar's cadaver. *Bulletin et Annales de la Societé Royale Belge d'Entomologie* 132(4) :417-422.
- Lee, H.L., Marzuki, T., (1993). Preliminary observation of arthropods on carrion and its application to forensic entomology in Malaysia. *Tropical Biomedicine*. 10. 5-8.
- Linhares, A. X. 1981. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in the city of Campinas, Sao Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 25: 189-215.
- McCoy, E. D. (1990). The distribution of insect associations along elevational gradients. *Oikos*, 58(3), 313–322. <http://doi.org/10.2307/3545222>
- Magaña, C. 2001. La Entomología Forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. *Aracnet Boletín de la S.E.A.* 7:28:49-57. Zaragoza, España.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systematic*. 3:36-71. Mégnin, J. P. 1894. La faune de cadavres. Application de l'entomologie a la médecine légale. *Encyclopedie Scientifique des Aides. Mémoire*. G. Masson et Gauthier-Villars, Paris. 214.
- Molina-Chávez H.; M. Nava-Hernández, J. Luy-Quijada, S. Gutiérrez-Rodríguez y N. Galindo-Miranda. 2010. Dípteros de interés forense asociados con la putrefacción cadavérica en la ciudad de México. *Entomología Mexicana* 9:761-765.
- Nava-Hernández, M., Molina-Chávez, H. A., Luy-Quijada, J. A., Galindo-Miranda, N. A. 2007. Retrospectiva y expectativas de la Entomología Forense en México. La experiencia en el Distrito Federal. *Laboratorio de Antropología Forense, Coordinación General de Servicios Periciales de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal. Folia Entomológica, Memorias del 1er. Symposium Latinoamericano de Entomología Forense, Acapulco, Gro., México*. Pp. 48-59.
- Nicholls, A.G., 1924. Two cases of infestation of the intestine with larvae of species of *Fannia*. *Canadian Medical Association Journal*. 14. 42-43.

- Norris, K. R. 1965. The bionomics of the blow flies. *Annual Review of Entomology*. 10: 47-48.
- Oldroyd, Harold (1964). The natural history of flies. World naturalist series. London: Weidenfeld & Nicolson. pp. 324 p.
- Oliva, A.1997. Insectos de interés forense de Buenos Aires (Argentina). Primera lista ilustrada y datos bionómicos. *Revista del museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, Entomología, 7(2): 13-59.
- Ordoñez, A.; M. D. García and G. Fagua. 2009. Evaluation of efficiency of Schoenly trap for collecting adult sarcosaprophagous dipterans. *Journal of Medical Entomology* 45(3):522-532.
- Payne, J. A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* 46(5): 592-602.
- Payne, J. A.; E. W. King, and G. Beinhart. 1968a. Arthropod succession and decomposition of buried pigs. *Nature* 219(5159): 1180-1181.
- Peters, S.L. 2003. Temperature variations of dipteran larval masses analyzed on Florida black bear carcasses. Unpublished Thesis, Department of Entomology and Nematology, University of Florida, Gainesville pp 93.
- Piera, J. A. 2007. Introducción a la entomología forense. *Criminalistica.com.mx*. http://criminalistic.org/index.php?option=com_content&task=view&id=133&Itemid=9 (acceso 29-agosto-2009).
- 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. Alcantara, G. Juárez-Vega y 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. A. Rodríguez-Castro, A. Escalera-Arredondo. 2002. Entomología Forense, Casos y Cosas de Nuevo León y Coahuila. Laboratorio de Entomología, UANL. VI Simposio de Medicina Forense, Reynosa, Tamps. México. 128:20-25.

Quiroz-Martínez, H. A. Rodríguez-Castro, A. Escalera-Arredondo, 2003. Entomología Forense, Sucesión de Insectos Necrófagos. Laboratorio de Entomología. UANL. VII Simposio de Medicina Forense. Saltillo, Coahuila. México. 138:15-21.

Quiroz-Martínez, H. y 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-Martínez, H., Rodríguez-Castro, V. A. 2007. Entomología Forense en Nuevo León. Laboratorio de Entomología, U.A.N.L. Folia Entomológica, Memorias del 1er. Simposio Latinoamericano de Entomología Forense. Acapulco, Gro., México pp. 60-71.

Quiroz-Rocha, G. A. 2007. Importancia de los estudios de diversidad en la Entomología Forense. Folia Entomológica, Memorias del 1er. Simposium Latinoamericano de Entomología Forense. Acapulco, Gro., México. Pp. 42-47.

Rabinovich, Jorge E. Vital Statistics of *Synthesiomyia nudiseta* (Diptera: Muscidae). *Annals of the Entomological Society of America* 63 (1970): 3, 749-752(4). 22 March 2009.

Richards, E. N. and 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.

Rivers, D. B. & Dahlem, G. A. (2014) *the Science of the Forensic Entomology*. Wiley Blackwell. West Sussex, UK.

- Robinson, William H (2005). Urban Insects and Arachnids: A Handbook of Urban Entomology. Cambridge, UK: Cambridge University Press. pp. 480 p. ISBN 0-521-81253-4.
- Rodriguez, W. C. and W. M. Bass. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee, Journal of Forensic Science 28: 423-432. Service, Mike (2008). Medical Entomology for Students (4th ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. p. 148. ISBN 0-521-70928-8.
- Shahid, S. A.; R. D. Hall, N. H. Haskell, and R.W. Merritt. 1999. *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) established in the vicinity of Knoxville, Tennessee, USA. Journal of Forensic Science 45: 896-897.
- Shiao, S-F. and T-C. Yeh. 2008. larval competition of *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae): behavior and ecological studies of two blow fly of forensic significance. Journal of Medical Entomology 45(4):785-799.
- Shannon, C. E and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communications, University of Illinois Press, Urbana. 117pp.
- Simpson, E. H. 1949. Measure meant of diversity. Nature. 163:688.
- Smith, K. G. V. 1973. Insect and other arthropods of medical importance. British Museum. London. 530 pp.
- Smith, K. G. V. 1986. A Manual of Forensic Entomology. Trustees of the British Museum (Natural History), London.
- Smith, Kenneth G. V. (1986). Manual of Forensic Entomology (Hardcover) (2nd ed.). Cornell University Press. pp. 205 p. ISBN 0-8014-1927-1.
- Smith, K. E. and R. Wall. 1997. Asymetric competition between larvae of the blowflies *Calliphora vicina* and *Lucilia sericaria* in carrion. Ecology Entomology 22:467-474.

- Snodgrass, R.E. 1935. Principles of insects morphology. 2^a. Ed. New York: McGraw-Hill.667 pp.
- Stephano, V. D. I.; R. Vázquez S., H. Quiroz-Martínez, V. A. Rodríguez-Castro, A. Flores-Mellado y C. Hernández M. 2006. Entomología Forense y su relación con la criminalística en un estudio de sucesión de insectos necrófagos en el área metropolitana de Monterrey. *Entomología Mexicana*. 5(1): 381-386.
- Tenorio, F. M.; J. K. Olson and C. 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.
- Tomberlin, J.K., and P.H. Adler. 1998. Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land in an open field in South Carolina. *J. Med. Entomol.* 35: 704-709.
- VanLaerhoven, S. L. and G. S. Anderson. 1999. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia, *Journal of Forensic Science* 44:31-41.
- Watson, E. J., and C. E. Carlton. 2003. Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. *Journal of Medical Entomology* 4:338-347.
- Williams, K. A. 2002. Spatial and temporal occurrence of forensically important South African blowflies (Diptera: Calliphoridae. MSc thesis Rhodes University, Grahamstown, South Africa.
- Wolf, M.; A. Uribe., A. Ortiz and P. Duque. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellin Colombia. *Journal of Forensic. Sciences* 120(1-2):53-59.
- Yeates, D. K. Wiegmann, B. M. Courtney, G. W. Meier, R. Lambkin, C. & Pape, T. (2007). Phylogeny and systematics of Diptera: Two decades of progress and prospects. *Zootaxa*.

Zurawski, K. N.; M. E. Benbow, J. R. Miller and R. W. Merritt. 2009. Examination of nocturnal blow fly (Diptera: Calliphoridae) oviposition on pig carcasses in Mid-Michigan. *Journal of Medical Entomology* 46(3):671-679.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Teresa Imelda Esquivel Alfaro

Candidata para el grado de

Doctor en Ciencias con Acentuación en Entomología Médica

Tesis: DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL ““CERRO DE LA SILLA””, GUADALUPE, N.L.

Campo de Estudio: Entomología Médica.

Datos personales: Nacida en Salinas de Hidalgo, S.L.P, el 26 de septiembre de 1961, hija de Agapito Esquivel Franco y Ma Teresa Alfaro de la Rosa.

Educación: Egresada de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Biólogo. Egresada de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Maestría en Enseñanza de las Ciencias con Especialidad en Biología. Egresada de la Escuela Normal Superior del Estado de Nuevo León, grado obtenido Lic. en Educación Superior con especialidad en Físico Química.

Experiencia Personal: Docente desde agosto de 1996 y Docente de Tiempo Completo Asociado “A en la Preparatoria No. 8 de la Universidad Autónoma de Nuevo León, desde 2014, Auditor Interno de 2005 a la fecha e Integrante del Cuerpo Académico Disciplinar de Biología y del equipo guía en la Dirección del Sistema de Estudios del Nivel Medio Superior de la Universidad Autónoma de Nuevo León desde agosto de 2017 a la fecha.

ANEXOS

Anexo 1

Tablas de Condiciones Ambientales en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla” en Guadalupe, Nuevo León, Diciembre 2009-Diciembre 2010.

Con las abreviaturas que indican lo siguiente: T (Temperatura Media), TM (Temperatura Máxima), Tm (temperatura media), SLP (Presión atmosférica a nivel del mar en MM.), H (Humedad relativa media en %), PP (Precipitación total de lluvia y/o nieve derretida en mm), VV (visibilidad media en km.), V (velocidad media del viento km/hrs), VM (velocidad máxima sostenida del viento km/hr), Vg (Velocidad de ráfagas máximas de viento (Km/hr.)), SN (indica si nevó en la media mensual, total de días que nevó) , RA (indica si hubo lluvia o llovizna en la media mensual, total de días que llovió).

| | T SN | TM TS | Tm FG | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | RA |
|----|---------|----------|----------|--------|----|----|------|------|------|------|----|
| 1 | 10.6 | 15 | 8 | 1012.4 | 94 | - | 11.1 | 12.4 | 37 | - | 0 |
| 2 | 13.8 | 25 | 10 | 1009.6 | 82 | 0 | 7.7 | 8.5 | 25.9 | - | 0 |
| 3 | 10.9 | 15 | 8 | 1019.4 | 78 | 0 | 15.4 | 13.5 | 25.9 | - | |
| 4 | 6.7 | 9 | 5 | 1024.2 | 88 | - | 12.4 | 17.8 | 37 | 40.7 | 0 |
| 5 | 5.9 | 10 | 4 | 1025.4 | 76 | 0 | 15.8 | 9.6 | 22.2 | - | |
| 6 | 11.8 | 23 | 5 | 1014.4 | 70 | 0 | 22.7 | 7.4 | 18.3 | - | |
| 7 | 17.2 | 24 | 11 | 1013.5 | 71 | 0 | 15 | 8.3 | 29.4 | - | |
| 8 | 19.3 | 30 | 14 | 1007.8 | 77 | 0 | 14.8 | 7.6 | 18.3 | - | 0 |
| 9 | 19.7 | 24 | 16 | 1009.6 | 71 | 0 | 16.7 | 16.1 | 29.4 | - | 0 |
| 10 | 12.9 | 18 | 10 | 1017.4 | 78 | - | 17.4 | 11.1 | 18.3 | - | 0 |
| 11 | 10.8 | 14 | 9 | 1020.5 | 97 | 0 | 2.7 | 4.8 | 13 | - | 0 |
| 12 | 12.5 | 17 | 10 | 1017.7 | 94 | - | 3.5 | 4.8 | 18.3 | - | 0 |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|----|----|--------|----|----|------|------|------|------|----|
| 13 | 13.6 | 19 | 10 | 1018.2 | 91 | 0 | 5.5 | 5.6 | 18.3 | - | 0 |
| 14 | 17.8 | 25 | 15 | 1013 | 88 | - | 4 | 7.2 | 18.3 | - | 0 |
| 15 | 16.6 | 19 | 15 | 1017.1 | 91 | - | 8.9 | 14.6 | 33.5 | - | 0 |
| 16 | 10.6 | 14 | 9 | 1026.4 | 87 | - | 16.1 | 29.1 | 44.3 | - | 0 |
| 17 | 13.9 | 22 | 10 | 1020.5 | 73 | 0 | 20.6 | 13.5 | 25.9 | - | |
| 18 | 16.1 | 25 | 10 | 1016.1 | 73 | 0 | 21.4 | 12.2 | 27.8 | - | |
| 19 | 11.4 | 16 | 8 | 1020.5 | 94 | - | 10.5 | 7.8 | 18.3 | - | 0 |
| 20 | 13 | 18 | 11 | 1025.3 | 78 | 0 | 12.2 | 7.6 | 18.3 | - | 0 |
| 21 | 12.3 | 21 | 6 | 1023.4 | 80 | 0 | 18.7 | 8.9 | 22.2 | - | |
| 22 | 16.7 | 23 | 12 | 1012.7 | 81 | 0 | 15.1 | 7.2 | 18.3 | - | |
| 23 | 18.8 | 29 | 12 | 1005.2 | 75 | 0 | 16.3 | 7 | 22.2 | - | |
| 24 | 18.4 | 24 | 14 | 1006.3 | 62 | 0 | 24.1 | 22.2 | 44.3 | 55.4 | 0 |
| 25 | 10.5 | 16 | 5 | 1019 | 67 | 0 | 24.1 | 14.3 | 25.9 | - | |
| 26 | 10.2 | 18 | 6 | 1016 | 62 | 0 | 23.3 | 10.2 | 18.3 | - | |
| 27 | 12.2 | 17 | 8 | 1021.6 | 77 | 0 | 17.1 | 7 | 18.3 | - | |
| 28 | 11.8 | 15 | 9 | 1027.9 | 82 | - | 16.9 | 11.7 | 22.2 | - | 0 |
| 29 | 8.1 | 10 | 6 | 1026.6 | 88 | - | 8.7 | 7.4 | 18.3 | - | o |
| 30 | 12.4 | 22 | 9 | 1020.9 | 84 | - | 13 | 5.2 | 18.3 | - | o |
| 31 | 16.9 | 30 | 9 | 1017.8 | 70 | 0 | 16.4 | 11.5 | 22.2 | - | |
| | | | | | | | | | | | |
| ENERO 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | RA |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |
| 1 | 13.9 | 22 | 7 | 1028.7 | 56 | 0 | 24.1 | 26.3 | 44.3 | - | |
| 2 | 8.9 | 14 | 5 | 1026.3 | 80 | 0 | 22.7 | 7.4 | 14.8 | - | |
| 3 | 13.1 | 20 | 8 | 1020.2 | 75 | 0 | 18 | 8.3 | 14.8 | - | |
| 4 | 12.3 | 17 | 9 | 1027.2 | 88 | - | 10.6 | 8.5 | 18.3 | - | o |
| 5 | 8.4 | 10 | 6 | 1030.1 | 91 | - | 9.5 | 9.1 | 18.3 | - | o |
| 6 | 9.7 | 15 | 7 | 1023.2 | 89 | - | 6.9 | 3 | 11.1 | - | o |
| 7 | 10.4 | 13 | 7 | 1019.4 | 87 | 0 | 11.7 | 21.1 | 55.4 | 74.1 | |
| 8 | 3.8 | 6 | 2 | 1032.5 | 70 | 0 | 16.9 | 28 | 44.3 | - | |
| 9 | 3.8 | 10 | -3 | 1034.8 | 63 | 0 | 24.1 | 11.1 | 18.3 | - | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|-----|--------|------|----|------|------|------|------|----|
| 10 | 4.7 | 12 | -1 | 1035.1 | 59 | 0 | 24 | 10.4 | 27.8 | - | |
| 11 | 8.3 | 14 | 4 | 1030.6 | 73 | 0 | 23.8 | 6.9 | 25.9 | - | |
| 12 | 10.2 | 13 | 9 | 1030 | 94 | - | 6.8 | 9.8 | 18.3 | - | |
| 13 | 11.3 | 15 | 10 | 1027.4 | 97 | - | 6.9 | 6.1 | 18.3 | - | o |
| 14 | 13.4 | 16 | 12 | 1016.9 | 97 | - | 4.2 | 2.6 | 9.4 | - | o |
| 15 | 15.2 | 20 | 13 | 1012.7 | 82 | - | 19.8 | 22.2 | 37 | 63 | o |
| 16 | 14.4 | 22 | 10 | 1018.6 | 73 | 0 | 24.1 | 28.9 | 37 | 55.4 | |
| 17 | 15.4 | 24 | 9 | 1016.9 | 70 | 0 | 24.1 | 8.7 | 14.8 | - | |
| 18 | 17.8 | 29 | 11 | 1015.1 | 67 | 0 | 21.4 | 10 | 18.3 | - | |
| 19 | 19.7 | 28 | 13 | 1011.7 | 68 | 0 | 18.7 | 10.7 | 24.1 | | |
| 20 | 22.6 | 33 | 15 | 1005.4 | 58 | 0 | 18.7 | 11.9 | 31.3 | | |
| 21 | 21.6 | 28 | 17 | 1005.2 | 64 | 0 | 19.6 | 12.8 | 29.4 | | |
| 22 | 20.6 | 30 | 13 | 1008.1 | 67 | 0 | 17.4 | 10 | 27.8 | | |
| 23 | 22.1 | 31 | 14 | 1000.6 | 58 | 0 | 22.2 | 11.9 | 22.2 | | |
| 24 | 19.2 | 24 | 14 | 1008.9 | 58 | 0 | 24.1 | 12.8 | 29.4 | | |
| 25 | 16.4 | 23 | 9 | 1015.6 | 52 | 0 | 23.5 | 8.7 | 25.9 | | |
| 26 | 15.8 | 20 | 11 | 1018.1 | 66 | 0 | 21.7 | 14.1 | 27.8 | | |
| 27 | 18 | 22 | 15 | 1015.6 | 83 | - | 16.9 | 12.8 | 25.9 | | 0 |
| 28 | 19.4 | 24 | 17 | 1013.4 | 80 | 0 | 11.4 | 12.8 | 25.9 | | |
| 29 | 16.7 | 22 | 13 | 1012.6 | 73 | 0 | 19.3 | 21.3 | 46.5 | 55.4 | |
| 30 | 12.9 | 17 | 9 | 1020.7 | 59 | 0 | 23 | 14.1 | 22.2 | | |
| 31 | 9.8 | 14 | 5 | 1021.8 | 69 | 0 | 23.7 | 13.7 | 22.2 | | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 13.9 | 19.6 | 9.4 | 1019.5 | 73.1 | 0 | 18.1 | 12.8 | 26 | | 8 |
| Febrero 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | RA |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |
| 1 | 10.9 | 19 | 6 | 1018.5 | 80 | - | 15.6 | 7.8 | 18.3 | | 0 |
| 2 | 11.5 | 15 | 9 | 1017.3 | 91 | - | 8.9 | 5.2 | 14.8 | | 0 |
| 3 | 12.6 | 15 | 11 | 1012.6 | 98 | - | 4.5 | 8.5 | 18.3 | | 0 |
| 4 | 14.8 | 20 | 13 | 1009.1 | 88 | 0 | 13 | 14.3 | 25.9 | | |
| 5 | 16.8 | 27 | 10 | 1014.2 | 69 | 0 | 16.3 | 11.3 | 37 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|-----|--------|------|----|------|------|------|------|----|
| 6 | 17.8 | 26 | 10 | 1014.8 | 65 | 0 | 23.3 | 11.7 | 25.9 | | |
| 7 | 16.5 | 22 | 12 | 1012.8 | 77 | 0 | 20.6 | 8.3 | 18.3 | | |
| 8 | 20.1 | 29 | 16 | 1006.6 | 72 | 0 | 21.7 | 8.7 | 27.8 | | |
| 9 | 15.3 | 23 | 10 | 1018 | 66 | 0 | 21.6 | 23.2 | 40.7 | 44.3 | |
| 10 | 9.3 | 13 | 7 | 1023.9 | 74 | 0 | 20 | 13.7 | 22.2 | | |
| 11 | 10.4 | 18 | 7 | 1014.3 | 84 | - | 8.5 | 9.4 | 37 | | |
| 12 | 11.8 | 19 | 4 | 1017.6 | 75 | - | 14.6 | 18 | 44.3 | | 0 |
| 13 | 10 | 14 | 6 | 1019.4 | 86 | 0 | 10.6 | 7.8 | 18.3 | | |
| 14 | 14.7 | 26 | 7 | 1014.9 | 71 | 0 | 12.7 | 5.9 | 14.8 | | |
| 15 | 12.2 | 21 | 8 | 1023.8 | 63 | 0 | 21.4 | 24.6 | 55.4 | 74.1 | |
| 16 | 10.1 | 17 | 5 | 1025.2 | 60 | 0 | 24.1 | 7.8 | 18.3 | | |
| 17 | 10.8 | 18 | 6 | 1025.5 | 55 | 0 | 22.7 | 10.6 | 25.9 | | |
| 18 | 11.1 | 15 | 10 | 1021.3 | 82 | - | 14.5 | 7.6 | 18.3 | | 0 |
| 19 | 13.7 | 19 | 10 | 1016.9 | 89 | - | 12.1 | 10 | 29.4 | | 0 |
| 20 | 15.7 | 21 | 12 | 1015 | 87 | 0 | 9 | 7 | 18.3 | | |
| 21 | 20.6 | 29 | 14 | 1009 | 68 | 0 | 18 | 15.4 | 37 | | |
| 22 | 19.7 | 28 | 14 | 1009 | 69 | 0 | 21.7 | 10.2 | 25.9 | | |
| 23 | 14.7 | 25 | 7 | 1010.9 | 86 | - | 14.2 | 22.8 | 46.5 | 55.4 | 0 |
| 24 | 9.9 | 19 | 5 | 1025.6 | 60 | 0 | 24.1 | 28 | 40.7 | 44.3 | |
| 25 | 12.9 | 23 | 6 | 1018.2 | 62 | 0 | 21.2 | 8.9 | 22.2 | | |
| 26 | 17.1 | 25 | 9 | 1012.7 | 38 | 0 | 24.1 | 15.4 | 33.5 | | |
| 27 | 14.8 | 21 | 8 | 1021.1 | 33 | 0 | 24 | 10.6 | 18.3 | | |
| 28 | 12.5 | 23 | 5 | 1013 | 58 | 0 | 23.2 | 13.1 | 33.5 | | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 13.9 | 21.1 | 8.8 | 1016.5 | 71.6 | 0 | 17.4 | 12.4 | 28.1 | | |
| Marzo 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | RA |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |
| 1 | 19.7 | 29 | 11 | 1008.4 | 36 | 0 | 23 | 23 | 48.2 | 74.1 | |
| 2 | 13.9 | 22 | 8 | 1021.2 | 37 | 0 | 24.1 | 27.8 | 44.3 | 70.2 | |
| 3 | 12.2 | 22 | 5 | 1018.7 | 46 | 0 | 24.1 | 11.5 | 18.3 | | |
| 4 | 14.3 | 21 | 8 | 1017.6 | 64 | 0 | 20.1 | 11.7 | 27.8 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|--------|------|----|------|------|------|------|----|
| 5 | 16.2 | 20 | 14 | 1016.5 | 80 | - | 13 | 16.7 | 29.4 | | 0 |
| 6 | 16.8 | 20 | 15 | 1018 | 95 | - | 7.4 | 16.3 | 33.5 | | 0 |
| 7 | 18.4 | 23 | 16 | 1016.7 | 91 | - | 6.3 | 9.3 | 22.2 | | 0 |
| 8 | 20.7 | 26 | 18 | 1009.2 | 80 | - | 10.9 | 5.9 | 16.5 | | |
| 9 | 20 | 28 | 14 | 1006.9 | 78 | 0 | 8.5 | 10.6 | 20.6 | | |
| 10 | 23 | 33 | 14 | 1002.7 | 38 | 0 | 19.3 | 13.7 | 38.9 | | |
| 11 | 22.1 | 28 | 16 | 1002.7 | 28 | 0 | 21.1 | 15.7 | 27.8 | | |
| 12 | 20.4 | 28 | 11 | 1013.1 | 17 | 0 | 23.5 | 19.8 | 40.7 | 55.4 | |
| 13 | 18.6 | 27 | 9 | 1013.5 | 22 | 0 | 24.1 | 12.8 | 25.9 | | |
| 14 | 18.3 | 25 | 10 | 1008.7 | 39 | 0 | 22.4 | 10.7 | 25.9 | | |
| 15 | 18.8 | 25 | 13 | 1012.5 | 68 | 0 | 18.7 | 10 | 27.8 | | |
| 16 | 16.4 | 23 | 11 | 1022.1 | 61 | - | 21.9 | 26.1 | 51.9 | | |
| 17 | 16.5 | 26 | 9 | 1024.6 | 42 | 0 | 21.9 | 13.9 | 22.2 | | |
| 18 | 17.8 | 27 | 9 | 1018.2 | 40 | 0 | 24.1 | 12.2 | 27.8 | | |
| 19 | 18.6 | 27 | 12 | 1010.2 | 51 | 0 | 19.5 | 11.1 | 25.9 | | |
| 20 | 19.3 | 25 | 15 | 1010.6 | 60 | 0 | 18.3 | 21.3 | 51.9 | 63 | |
| 21 | 14.4 | 25 | 5 | 1023.2 | 22 | 0 | 23.2 | 20.9 | 37 | | |
| 22 | 16.5 | 26 | 7 | 1019.6 | 21 | 0 | 24 | 11.7 | 25.9 | | |
| 23 | 17.3 | 27 | 10 | 1011.8 | 41 | 0 | 23.3 | 9.8 | 22.2 | | |
| 24 | 20.3 | 29 | 13 | 1008 | 65 | 0 | 16.1 | 10.7 | 22.2 | | |
| 25 | 20.9 | 26 | 17 | 1015.3 | 40 | 0 | 18.3 | 17 | 37 | | |
| 26 | 18.6 | 27 | 10 | 1015.5 | 37 | 0 | 23.8 | 12.6 | 31.3 | | |
| 27 | 22.6 | 35 | 12 | 1009.9 | 42 | 0 | 19.6 | 15.2 | 27.8 | | |
| 28 | 21.6 | 28 | 18 | 1016.9 | 29 | 0 | 24.8 | 21.9 | 51.9 | 63 | |
| 29 | 18.7 | 27 | 9 | 1019.7 | 25 | 0 | 24.1 | 11.3 | 24.1 | | |
| 30 | 19.6 | 30 | 10 | 1015.1 | 29 | 0 | 23.7 | 8.9 | 24.1 | | |
| 31 | 21.8 | 32 | 12 | 1012.4 | 51 | 0 | 23 | 10.9 | 22.2 | | |
| Medidas y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 18.5 | 26.4 | 11.6 | 1014.2 | 47.6 | 0 | 19.9 | 14.5 | 30.7 | | |
| Abril 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | RA |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|------|------|--------|------|---|------|------|------|------|---|
| 1 | 22.7 | 31 | 17 | 1009.3 | 64 | 0 | 14.3 | 15.6 | 37 | | |
| 2 | 25.4 | 36 | 17 | 1005.4 | 48 | 0 | 17.7 | 14.6 | 27.8 | | |
| 3 | 24.8 | 31 | 18 | 1010.7 | 56 | 0 | 16.4 | 12.8 | 27.8 | | |
| 4 | 24.8 | 33 | 20 | 1010.5 | 67 | 0 | 12.4 | 17.6 | 29.4 | | |
| 5 | 25.7 | 33 | 20 | 1011.4 | 64 | 0 | 9 | 17 | 29.4 | | |
| 6 | 24.3 | 31 | 19 | 1008.9 | 67 | 0 | 13 | 17.8 | 37 | 55.4 | |
| 7 | 26.1 | 34 | 18 | 1005.1 | 54 | 0 | 13.5 | 12 | 27.8 | 46.5 | |
| 8 | 22.2 | 28 | 17 | 1017 | 36 | 0 | 20.1 | 15 | 25.9 | | |
| 9 | 16.9 | 22 | 12 | 1018.1 | 48 | - | 20.3 | 11.9 | 22.2 | | 0 |
| 10 | 21.1 | 31 | 14 | 1016 | 63 | - | 18.2 | 11.7 | 25.9 | | |
| 11 | 23.1 | 30 | 19 | 1015.5 | 68 | 0 | 14.6 | 14.8 | 25.9 | | |
| 12 | 20.6 | 26 | 17 | 1014.8 | 86 | - | 10.3 | 18.1 | 37 | | 0 |
| 13 | 19.8 | 24 | 18 | 1013.8 | 89 | - | 13 | 13.7 | 18.3 | | 0 |
| 14 | 20.5 | 25 | 19 | 1014.7 | 92 | - | 9.2 | 18 | 25.9 | | 0 |
| 15 | 20.7 | 25 | 17 | 1014.5 | 88 | - | 8.7 | 20.7 | 37 | | 0 |
| 16 | 21.8 | 26 | 19 | 1016.2 | 83 | 0 | 15.1 | 9.8 | 18.3 | | |
| 17 | 22.4 | 27 | 20 | 1012.7 | 83 | 0 | 15.9 | 9.6 | 24.1 | | |
| 18 | 20.2 | 25 | 16 | 1014.9 | 75 | 0 | 17.9 | 12.8 | 22.2 | | |
| 19 | 20.5 | 25 | 16 | 1016 | 72 | 0 | 23.7 | 8 | 20.6 | | |
| 20 | 19.9 | 25 | 17 | 1015.5 | 86 | - | 11.3 | 10.6 | 22.2 | | 0 |
| 21 | 20.7 | 23 | 18 | 1011 | 84 | 0 | 19.6 | 11.7 | 18.3 | | |
| 22 | 22.7 | 29 | 20 | 1005.2 | 84 | - | 6.6 | 14.1 | 25.9 | | |
| 23 | 24.7 | 33 | 17 | 1000.5 | 71 | 0 | 11.1 | 8.3 | 22.2 | | |
| 24 | 24.1 | 28 | 18 | 1005.9 | 48 | 0 | 20.4 | 18.3 | 37 | | |
| 25 | 22.9 | 32 | 15 | 1009.2 | 48 | 0 | 24 | 11.7 | 16.5 | | |
| 26 | 23.7 | 31 | 17 | 1009.7 | 45 | 0 | 24.1 | 11.3 | 24.1 | | |
| 27 | 20.4 | 27 | 15 | 1011.1 | 54 | 0 | 24.1 | 14.1 | 29.4 | - | |
| 28 | 19.7 | 25 | 16 | 1013.9 | 74 | - | 11.9 | 8.3 | 24.1 | - | 0 |
| 29 | 21.3 | 31 | 15 | 1006 | 77 | 0 | 15 | 8.1 | 18.3 | - | |
| 30 | 27.4 | 37 | 18 | 998.3 | 44 | 0 | 19.6 | 12.4 | 22.2 | - | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 22.4 | 28.8 | 17.3 | 1011.1 | 67.3 | 0 | 15.7 | 13.3 | 26 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| Mayo 2010 | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|----|----|--------|----|----|------|------|------|----|--------|
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | R A |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |
| 1 | 26.2 | 31 | 19 | 997.2 | 48 | 0 | 21.9 | 14.6 | 33.5 | - | |
| 2 | 24.7 | 29 | 19 | 1006.8 | 33 | 0 | 21.2 | 17.4 | 33.5 | - | |
| 3 | 23.2 | 34 | 15 | 1011.6 | 47 | 0 | 24.1 | 11.7 | 20.6 | - | |
| 4 | 24.3 | 31 | 17 | 1015.9 | 33 | 0 | 24.1 | 10.2 | 25.9 | - | |
| 5 | 24.8 | 34 | 16 | 1011.1 | 39 | 0 | 23.3 | 10.4 | 14.8 | - | |
| 6 | 25.7 | 33 | 18 | 1009.5 | 54 | 0 | 16.6 | 10.4 | 18.3 | - | |
| 7 | 26.8 | 35 | 20 | 1007.7 | 63 | 0 | 13.7 | 10 | 25.9 | - | |
| 8 | 27.3 | 33 | 20 | 1013.7 | 65 | 0 | 13.2 | 10.4 | 27.8 | - | |
| 9 | 26.9 | 33 | 22 | 1014.3 | 68 | - | 13.7 | 16.7 | 33.5 | - | |
| 10 | 26.9 | 33 | 23 | 1009.8 | 66 | 0 | 12.1 | 14.8 | 33.5 | - | |
| 11 | 26.6 | 33 | 20 | 1007.4 | 68 | 0 | 17.1 | 11.9 | 25.9 | - | |
| 12 | 27.4 | 32 | 22 | 1006.7 | 65 | 0 | 11.4 | 13.5 | 22.2 | - | |
| 13 | 26.7 | 31 | 23 | 1008 | 66 | 0 | 11.7 | 15.4 | 27.8 | - | |
| 14 | 26 | 30 | 22 | 1011.9 | 76 | - | 10.3 | 16.9 | 29.4 | - | 0 |
| 15 | 25.8 | 30 | 23 | 1011.4 | 74 | 0 | 10.9 | 13.5 | 25.9 | - | |
| 16 | 24.4 | 29 | 20 | 1012.9 | 71 | 0 | 14.3 | 10 | 27.8 | - | |
| 17 | 25 | 31 | 20 | 1013.7 | 74 | 0 | 15.3 | 9.1 | 29.4 | - | |
| 18 | 24.9 | 31 | 20 | 1013.1 | 64 | - | 19.2 | 15.4 | 33.5 | - | 0 |
| 19 | 24.9 | 34 | 19 | 1007.3 | 70 | 0 | 16.3 | 10.9 | 22.2 | - | |
| 20 | 26.7 | 32 | 22 | 1006.9 | 71 | 0 | 11.6 | 11.7 | 25.9 | - | |
| 21 | 27 | 31 | 24 | 1009.2 | 71 | 0 | 11.4 | 13.7 | 29.4 | | |
| 22 | 27.6 | 34 | 24 | 1009.4 | 67 | 0 | 11.3 | 20.2 | 37 | | |
| 23 | 27.4 | 34 | 24 | 1006.9 | 67 | 0 | 15.4 | 23.2 | 48.2 | | |
| 24 | 27 | 32 | 24 | 1007.4 | 72 | - | 13.2 | 20.6 | 37 | | 0 |
| 25 | 24.9 | 29 | 23 | 1007.7 | 85 | - | 11.9 | 19.4 | 27.8 | | 0 |
| 26 | 25.3 | 32 | 22 | 1011.8 | 78 | - | 11.6 | 13.9 | 29.4 | | 0 |
| 27 | 24.6 | 30 | 21 | 1013.2 | 77 | 0 | 13.5 | 10.2 | 24.1 | - | |
| 28 | 25.4 | 32 | 21 | 1012.5 | 72 | - | 14.5 | 9.8 | 22.2 | | 0 |
| 29 | 26.7 | 32 | 21 | 1008.2 | 64 | 0 | 20.8 | 11.1 | 24.1 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|--------|------|----|------|------|------|------|----|
| 30 | 25.5 | 32 | 21 | 1008.6 | 72 | - | 13.5 | 10.2 | 37 | | 0 |
| 31 | 22.9 | 31 | 19 | 1011.9 | 84 | 0 | 15.6 | 9.8 | 22.2 | | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 25.8 | 31.9 | 20.8 | 1009.8 | 65.3 | 0 | 15.3 | 13.5 | 28.2 | | 8 |
| Junio 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | RA |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |
| 1 | 26.4 | 32 | 23 | 1011.7 | 76 | 0 | 10.9 | 10.2 | 27.8 | | |
| 2 | 26.4 | 32 | 22 | 1007.4 | 74 | - | 12.2 | 10.4 | 20.6 | | 0 |
| 3 | 26.7 | 36 | 20 | 1006.3 | 59 | - | 13.8 | 7.6 | 18.3 | 51.9 | 0 |
| 4 | 24.3 | 32 | 20 | 1007.5 | 72 | 0 | 18.5 | 10.7 | 27.8 | | |
| 5 | 29.4 | 37 | 24 | 1006.8 | 64 | 0 | 12.4 | 6.7 | 18.3 | | |
| 6 | 29.8 | 36 | 24 | 1007 | 65 | 0 | 10.8 | 9.6 | 22.2 | | |
| 7 | 28.8 | 34 | 26 | 1010.7 | 71 | - | 8.5 | 14.4 | 25.9 | | 0 |
| 8 | 25.1 | 33 | 20 | 1011.9 | 75 | - | 12.9 | 13.3 | 33.5 | | 0 |
| 9 | 28.7 | 34 | 24 | 1009.5 | 71 | 0 | 10.6 | 9.3 | 37 | | |
| 10 | 29.1 | 35 | 24 | 1007.8 | 70 | 0 | 10.5 | 13.3 | 27.8 | | |
| 11 | 28.3 | 35 | 24 | 1007 | 67 | 0 | 9.5 | 13.9 | 29.4 | | |
| 12 | 29.6 | 35 | 26 | 1008.8 | 64 | 0 | 13.5 | 21.5 | 40.7 | | |
| 13 | 29.7 | 36 | 25 | 1010.2 | 62 | 0 | 15.4 | 18 | 29.4 | | |
| 14 | 29.2 | 36 | 24 | 1008.3 | 59 | 0 | 20.1 | 20.2 | 37 | | |
| 15 | 28.7 | 35 | 23 | 1009.7 | 57 | 0 | 17.1 | 16.1 | 25.9 | | |
| 16 | 28.1 | 34 | 22 | 1012.7 | 58 | 0 | 22.5 | 21.7 | 33.5 | | |
| 17 | 27.6 | 35 | 22 | 1013.1 | 62 | 0 | 18.5 | 18.5 | 37 | | |
| 18 | 28.9 | 36 | 22 | 1012.2 | 56 | 0 | 23.5 | 21.7 | 37 | | |
| 19 | 29.6 | 36 | 25 | 1010.6 | 59 | 0 | 18.5 | 20.9 | 37 | | |
| 20 | 28.9 | 36 | 24 | 1012.7 | 58 | 0 | 17.9 | 17.8 | 29.4 | | |
| 21 | 29.5 | 38 | 24 | 1011 | 54 | 0 | 18.8 | 19.1 | 37 | | |
| 22 | 29.1 | 36 | 22 | 1012.2 | 53 | 0 | 20.6 | 14.3 | 37 | | |
| 23 | 28.8 | 35 | 24 | 1013.5 | 58 | 0 | 18.8 | 16.3 | 33.5 | | |
| 24 | 29.2 | 36 | 25 | 1013.7 | 56 | 0 | 20.3 | 15.6 | 27.8 | | |
| 25 | 30 | 36 | 24 | 1012.9 | 51 | 0 | 22.5 | 18.5 | 29.4 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|--------|------|----|------|------|------|----|--------|
| 26 | 29.7 | 36 | 25 | 1010.6 | 56 | 0 | 24.1 | 20.2 | 37 | | |
| 27 | 29.7 | 37 | 23 | 1007.8 | 53 | 0 | 22.2 | 17 | 33.5 | | |
| 28 | 29.9 | 35 | 24 | 1006.7 | 57 | 0 | 20.9 | 13.9 | 29.4 | | |
| 29 | 26.2 | 33 | 22 | 1009.1 | 77 | - | 19.2 | 14.1 | 31.3 | | 0 |
| 30 | 23.9 | 28 | 22 | 1008.6 | 91 | - | 13.7 | 20.6 | 31.3 | | 0 |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 28.3 | 34.8 | 23.3 | 1009.9 | 63.5 | 0 | 16.6 | 15.5 | 30.8 | | 6 |
| Julio 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | R A |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |
| 1 | 23.7 | 26 | 22 | 1007.2 | 95 | - | 5.3 | 21.3 | 44.3 | | 0 |
| 2 | 25.4 | 29 | 24 | 1008.7 | 90 | - | 6.8 | 21.9 | 37 | | 0 |
| 3 | 25.8 | 30 | 24 | 1008.6 | 88 | - | 7.7 | 16.3 | 25.9 | | 0 |
| 4 | 27.2 | 32 | 24 | 1007.6 | 80 | 0 | 13.2 | 16.7 | 33.5 | | |
| 5 | 26.2 | 31 | 23 | 1007.4 | 81 | - | 10.5 | 11.7 | 24.1 | | 0 |
| 6 | 23.9 | 28 | 22 | 1008.5 | 94 | - | 9.2 | 9.4 | 22.2 | | 0 |
| 7 | 25.4 | 32 | 22 | 1010.1 | 83 | - | 10.5 | 6.9 | 25.9 | | 0 |
| 8 | 25.9 | 30 | 23 | 1010.1 | 80 | - | 21.7 | 15.7 | 37 | - | o |
| 9 | 25.3 | 30 | 22 | 1010.9 | 85 | - | 19.2 | 17 | 33.5 | - | o |
| 10 | 26.5 | 31 | 23 | 1014 | 77 | 0 | 18.5 | 16.3 | 27.8 | - | |
| 11 | 26.9 | 32 | 23 | 1012.6 | 75 | 0 | 17.4 | 12.6 | 18.3 | - | |
| 12 | 27.1 | 33 | 23 | 1009.1 | 74 | 0 | 18.2 | 10 | 24.1 | - | |
| 13 | 27.9 | 33 | 25 | 1009.2 | 74 | 0 | 13.4 | 11.9 | 25.9 | - | |
| 14 | 28.1 | 33 | 24 | 1012 | 72 | 0 | 14.8 | 17.6 | 27.8 | - | |
| 15 | 27.6 | 32 | 23 | 1013.9 | 75 | 0 | 13.8 | 14.4 | 25.9 | - | |
| 16 | 27.6 | 32 | 24 | 1014.2 | 77 | 0 | 11.9 | 12.8 | 25.9 | - | |
| 17 | 27.3 | 32 | 24 | 1014.8 | 73 | 0 | 13 | 10.7 | 18.3 | - | |
| 18 | 27.2 | 32 | 23 | 1013.6 | 71 | 0 | 16.6 | 7 | 18.3 | - | |
| 19 | 27.4 | 32 | 24 | 1013 | 74 | 0 | 18.7 | 13.5 | 24.1 | - | |
| 20 | 27.5 | 33 | 23 | 1012.5 | 73 | 0 | 17.4 | 15.2 | 24.1 | - | |
| 21 | 27.2 | 32 | 23 | 1014.1 | 73 | 0 | 20.3 | 15 | 25.9 | - | |
| 22 | 26.1 | 31 | 23 | 1013.5 | 83 | - | 16.6 | 10.9 | 33.5 | - | 0 |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|----|--------|------|----|------|------|------|------|----|
| 23 | 24.1 | 28 | 23 | 1014.2 | 94 | - | 13.5 | 4.3 | 16.5 | - | o |
| 24 | 25.3 | 30 | 23 | 1014.8 | 88 | - | 12.7 | 14.3 | 27.8 | 40.7 | o |
| 25 | 24.6 | 30 | 21 | 1016 | 83 | 0 | 16.4 | 10.9 | 22.2 | - | |
| 26 | 24.8 | 28 | 22 | 1014.1 | 82 | - | 17.4 | 7.6 | 22.2 | - | o |
| 27 | 25.2 | 31 | 22 | 1013.3 | 82 | 0 | 14.6 | 8.7 | 18.3 | - | |
| 28 | 25.8 | 29 | 23 | 1014.8 | 83 | 0 | 16.4 | 13 | 37 | - | |
| 29 | 25.5 | 31 | 23 | 1017.7 | 77 | 0 | 14.3 | 18.3 | 29.4 | - | |
| 30 | 26.2 | 32 | 22 | 1015.7 | 75 | 0 | 14.2 | 9.4 | 24.1 | - | |
| 31 | 26.8 | 33 | 23 | 1012.9 | 74 | 0 | 15 | 11.9 | 25.9 | - | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 26.2 | 30.9 | 23 | 1012.2 | 80.2 | 0 | 14.5 | 13 | 26.7 | | 12 |
| Agosto 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TS | | SLP | H | PP | VV | V | VM | | |
| | SN | FG | | | | | | | | | |
| 1 | 26.9 | 33 | 21 | 1011.3 | 70 | 0 | 16.4 | 8.9 | 14.8 | | |
| 2 | 27.3 | 33 | 23 | 1013 | 71 | 0 | 15.1 | 7.4 | 22.2 | | |
| 3 | 27.1 | 33 | 22 | 1014.6 | 72 | 0 | 16.3 | 8.3 | 16.5 | | |
| 4 | 27.8 | 32 | 24 | 1013.9 | 72 | 0 | 16.6 | 11.1 | 18.3 | | |
| 5 | 27.3 | 33 | 23 | 1011.6 | 72 | 0 | 16.9 | 8.1 | 22.2 | | |
| 6 | 27.2 | 33 | 23 | 1011.7 | 71 | 0 | 17.2 | 10.7 | 22.2 | | |
| 7 | 27.8 | 33 | 24 | 1010 | 73 | 0 | 16.9 | 11.5 | 22.2 | | |
| 8 | 27.4 | 32 | 24 | 1010.5 | 76 | 0 | 13.5 | 11.1 | 22.2 | | |
| 9 | 27.7 | 33 | 24 | 1010.6 | 74 | 0 | 15.3 | 12.6 | 22.2 | | |
| 10 | 28 | 33 | 23 | 1011.7 | 72 | 0 | 14.3 | 9.6 | 18.3 | | |
| 11 | 27.7 | 34 | 23 | 1010.8 | 73 | 0 | 15.3 | 8.3 | 18.3 | | |
| 12 | 28.1 | 34 | 24 | 1010.3 | 71 | 0 | 17.4 | 9.6 | 20.6 | | |
| 13 | 27.6 | 34 | 23 | 1008.4 | 71 | 0 | 16.1 | 11.1 | 27.8 | | |
| 14 | 28.2 | 34 | 24 | 1009.2 | 70 | 0 | 17.7 | 15.6 | 24.1 | | |
| 15 | 28.7 | 34 | 25 | 1011.6 | 69 | 0 | 15.1 | 16.3 | 29.4 | | |
| 16 | 28.5 | 34 | 23 | 1012.7 | 66 | 0 | 15.4 | 10.4 | 18.3 | | |
| 17 | 29 | 35 | 24 | 1011.2 | 65 | 0 | 19.8 | 7.2 | 16.5 | | |
| 18 | 28.7 | 34 | 25 | 1011.8 | 66 | 0 | 19 | 12 | 24.1 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|--------|------|-------|------|------|------|------|----|
| 19 | 28.2 | 34 | 24 | 1010.8 | 68 | 0 | 17.9 | 14.6 | 25.9 | | |
| 20 | 28.4 | 36 | 24 | 1009.3 | 62 | 0 | 16.4 | 13.9 | 22.2 | | |
| 21 | 28.1 | 34 | 22 | 1010.7 | 62 | 0 | 22.9 | 20 | 31.3 | | |
| 22 | 28.3 | 35 | 23 | 1014.1 | 62 | 0 | 18.8 | 15.6 | 27.8 | | |
| 23 | 28.3 | 36 | 22 | 1012.1 | 56 | 0 | 17.5 | 11.3 | 24.1 | | |
| 24 | 28.2 | 37 | 21 | 1010 | 46 | 0 | 22 | 11.3 | 22.2 | | |
| 25 | 27 | 32 | 24 | 1012.8 | 63 | 0 | 18.7 | 16.9 | 44.3 | | |
| 26 | 25.7 | 31 | 23 | 1016.5 | 70 | - | 12.1 | 13.7 | 25.9 | 33.5 | |
| 27 | 26.4 | 33 | 22 | 1014.4 | 66 | 0 | 10.5 | 10 | 22.2 | | |
| 28 | 27.2 | 33 | 21 | 1010.9 | 58 | 0 | 14.5 | 11.5 | 22.2 | | |
| 29 | 27.7 | 34 | 23 | 1009 | 65 | 0 | 14 | 10.2 | 20.6 | | |
| 30 | 28.3 | 35 | 22 | 1011.6 | 60 | 0 | 15.4 | 16.7 | 38.9 | | |
| 31 | 28.9 | 34 | 24 | 1012.1 | 63 | 0 | 19 | 16.3 | 27.8 | | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 27.8 | 33.7 | 23.1 | 1011.6 | 66.9 | 0 | 16.6 | 12 | 23.7 | | |
| Septiembre 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | RA |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |
| 1 | 28.6 | 35 | 23 | 1010.5 | 60 | 0 | 18 | 10.4 | 18.3 | | |
| 2 | 28.8 | 35 | 23 | 1009.2 | 62 | 0 | 21.4 | 10.9 | 22.2 | | |
| 3 | 26.3 | 32 | 22 | 1012.8 | 77 | - | 18 | 11.1 | 37 | 55.4 | 0 |
| 4 | 24.1 | 27 | 22 | 1015.6 | 87 | - | 13 | 5.9 | 14.8 | | 0 |
| 5 | 25.1 | 32 | 20 | 1012.9 | 72 | 0 | 18.3 | 7 | 14.8 | | |
| 6 | 26.8 | 33 | 22 | 1008.7 | 70 | 0 | 17.9 | 7.2 | 25.9 | | |
| 7 | 26.9 | 32 | 23 | 1009 | 74 | 0 | 18.8 | 9.8 | 24.1 | | |
| 8 | 27.1 | 31 | 24 | 1009.7 | 79 | 20.07 | 12.9 | 12.6 | 20.6 | | |
| 9 | 27.1 | 32 | 19 | 1009 | 78 | 0 | 12.6 | 11.1 | 22.2 | | |
| 10 | 27.6 | 32 | 25 | 1008.4 | 77 | 0 | 9.5 | 10.7 | 20.6 | | |
| 11 | 27.9 | 33 | 23 | 1010.4 | 75 | 0 | 11.3 | 10 | 22.2 | | |
| 12 | 27.4 | 33 | 24 | 1013.8 | 73 | - | 10.1 | 12 | 37 | | 0 |
| 13 | 27.4 | 34 | 23 | 1014.1 | 70 | 0 | 17.1 | 11.7 | 20.6 | | |
| 14 | 27.7 | 34 | 23 | 1013.2 | 67 | 0 | 18.7 | 10 | 18.3 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|--------|------|-------|------|------|------|----|----|
| 15 | 27.6 | 33 | 23 | 1012.4 | 68 | 0 | 19.8 | 11.5 | 25.9 | | |
| 16 | 27.1 | 33 | 23 | 1011.7 | 70 | 0 | 17.7 | 12.2 | 22.2 | | |
| 17 | 27.1 | 33 | 23 | 1011.7 | 70 | 0 | 17.2 | 9.3 | 25.9 | | |
| 18 | 24.9 | 30 | 22 | 1011.8 | 83 | - | 19.2 | 10.7 | 29.4 | | 0 |
| 19 | 23.6 | 27 | 22 | 1012.8 | 90 | - | 10.6 | 4.6 | 14.8 | | |
| 20 | 23.9 | 28 | 22 | 1011.9 | 93 | - | 5.8 | 15.4 | 33.5 | | 0 |
| 21 | 23.6 | 28 | 22 | 1010.3 | 90 | - | 11.7 | 11.1 | 31.3 | | 0 |
| 22 | 24.1 | 30 | 22 | 1010.5 | 89 | - | 11.7 | 14.3 | 25.9 | | 0 |
| 23 | 25.2 | 30 | 22 | 1011.5 | 81 | 0 | 11.9 | 15.2 | 27.8 | | |
| 24 | 24.9 | 30 | 22 | 1014.1 | 82 | - | 13.4 | 9.6 | 22.2 | | 0 |
| 25 | 24.1 | 30 | 21 | 1015 | 84 | - | 12.4 | 5.2 | 18.3 | | 0 |
| 26 | 23.9 | 29 | 21 | 1012.6 | 84 | - | 15.1 | 6.3 | 14.8 | | 0 |
| 27 | 22 | 24 | 20 | 1014.4 | 83 | - | 15.3 | 10.9 | 24.1 | | 0 |
| 28 | 21.8 | 30 | 15 | 1013.7 | 60 | 0 | 24.1 | 10 | 13 | | |
| 29 | 22.3 | 31 | 15 | 1010.1 | 57 | 0 | 21.6 | 9.3 | 18.3 | | |
| 30 | 22.8 | 31 | 17 | 1011.4 | 63 | 0 | 23.2 | 8.3 | 16.5 | | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 25.6 | 31.1 | 21.6 | 1011.8 | 75.6 | 20.07 | 15.6 | 10.1 | 22.7 | | 13 |
| Octubre 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | R |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | A |
| 1 | 23.9 | 31 | 18 | 1016.7 | 59 | 0 | 22.5 | 10.6 | 18.3 | | |
| 2 | 23.6 | 31 | 17 | 1016.3 | 63 | 0 | 22.4 | 10 | 16.5 | | |
| 3 | 23.1 | 28 | 17 | 1019.1 | 61 | 0 | 21.7 | 8.7 | 16.5 | | |
| 4 | 20.4 | 27 | 14 | 1021.3 | 66 | 0 | 21.6 | 5.7 | 18.3 | | |
| 5 | 20.1 | 25 | 17 | 1022.9 | 76 | 0 | 18.7 | 9.8 | 20.6 | | |
| 6 | 20.8 | 26 | 18 | 1023.4 | 70 | 0 | 22.4 | 7.4 | 18.3 | | |
| 7 | 20.1 | 26 | 15 | 1023.1 | 70 | 0 | 22 | 8.1 | 16.5 | | |
| 8 | 19.6 | 26 | 13 | 1020.3 | 67 | 0 | 22.4 | 5.6 | 16.5 | | |
| 9 | 20.4 | 28 | 13 | 1019 | 68 | 0 | 19.2 | 6.9 | 13 | | |
| 10 | 21.9 | 28 | 17 | 1013.9 | 74 | 0 | 12.6 | 4.8 | 16.5 | | |
| 11 | 22.6 | 30 | 17 | 1011.4 | 72 | 0 | 11.7 | 8.5 | 20.6 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|----|--------|------|----|------|------|------|------|----|
| 12 | 23.2 | 31 | 18 | 1013.5 | 72 | 0 | 15.3 | 10.4 | 74.1 | | |
| 13 | 22.5 | 30 | 18 | 1020.1 | 75 | - | 14 | 7.6 | 22.2 | | 0 |
| 14 | 21.2 | 28 | 15 | 1023.9 | 66 | 0 | 23.8 | 10.4 | 14.8 | | |
| 15 | 20.3 | 28 | 13 | 1021.2 | 58 | 0 | 20.4 | 8 | 22.2 | | |
| 16 | 19.5 | 27 | 13 | 1018.7 | 59 | 0 | 22.2 | 8 | 27.8 | | |
| 17 | 20.1 | 27 | 14 | 1017.4 | 68 | 0 | 17.2 | 9.4 | 20.6 | | |
| 18 | 20.8 | 28 | 16 | 1013.9 | 73 | 0 | 12.2 | 6.5 | 18.3 | | |
| 19 | 21.9 | 28 | 17 | 1013 | 76 | 0 | 13.4 | 8.7 | 25.9 | | |
| 20 | 22.5 | 26 | 20 | 1014.5 | 84 | 0 | 9.7 | 9.1 | 18.3 | | |
| 21 | 22.4 | 27 | 19 | 1013.6 | 81 | 0 | 9.3 | 11.1 | 18.3 | | |
| 22 | 22.7 | 28 | 20 | 1010.8 | 80 | 0 | 9.8 | 7.8 | 16.5 | | |
| 23 | 23.5 | 29 | 20 | 1011.7 | 73 | 0 | 13.2 | 11.9 | 18.3 | | |
| 24 | 23.3 | 30 | 18 | 1012.1 | 77 | 0 | 8.5 | 6.1 | 16.5 | | |
| 25 | 24 | 33 | 16 | 1007.8 | 63 | 0 | 10.9 | 8 | 18.3 | | |
| 26 | 24.2 | 32 | 17 | 1004.5 | 54 | 0 | 14.5 | 11.9 | 29.4 | | |
| 27 | 23.4 | 32 | 15 | 1009.6 | 54 | 0 | 15.4 | 9.3 | 18.3 | | |
| 28 | 21.4 | 26 | 19 | 1021.2 | 58 | 0 | 17.1 | 12.2 | 37 | | |
| 29 | 18.2 | 25 | 11 | 1027.6 | 38 | 0 | 22.2 | 10 | 18.3 | | |
| 30 | 16.7 | 26 | 9 | 1020.8 | 48 | 0 | 19.3 | 8.5 | 18.3 | | |
| 31 | 20.4 | 32 | 11 | 1014.8 | 53 | 0 | 23.7 | 10.7 | 18.3 | | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 21.6 | 28.4 | 16 | 1016.7 | 66.3 | 0 | 17.1 | 8.8 | 21.4 | | 1 |
| Noviembre 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | RA |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |
| 1 | 22.7 | 33 | 14 | 1013.3 | 52 | 0 | 19.6 | 8.5 | 20.6 | | |
| 2 | 21.8 | 26 | 17 | 1017 | 45 | 0 | 22.4 | 18.5 | 37 | 50 | |
| 3 | 19.1 | 26 | 12 | 1018.3 | 35 | 0 | 21.2 | 17.4 | 37 | 55.4 | |
| 4 | 19.5 | 24 | 12 | 1022.9 | 27 | 0 | 23.3 | 21.9 | 37 | 40.7 | |
| 5 | 15.1 | 23 | 7 | 1024.7 | 31 | 0 | 22.2 | 10.4 | 22.2 | | |
| 6 | 13.4 | 23 | 5 | 1025.7 | 39 | 0 | 24.1 | 10.9 | 18.3 | | |
| 7 | 13.8 | 23 | 5 | 1026 | 48 | 0 | 24.1 | 9.8 | 22.2 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|--------|------|----|------|------|------|------|----|
| 8 | 16.2 | 24 | 8 | 1019.7 | 64 | 0 | 18.3 | 7.8 | 20.6 | | |
| 9 | 16.4 | 25 | 10 | 1012.8 | 71 | 0 | 19 | 5.9 | 14.8 | | |
| 10 | 17.4 | 25 | 10 | 1011.3 | 70 | 0 | 14.6 | 8 | 14.8 | | |
| 11 | 18.5 | 26 | 15 | 1015.1 | 81 | 0 | 11.4 | 8 | 20.6 | | |
| 12 | 18.9 | 26 | 13 | 1018.9 | 78 | 0 | 11.1 | 5.7 | 13 | | |
| 13 | 18.8 | 22 | 16 | 1022 | 52 | 0 | 20.9 | 15.9 | 29.4 | | |
| 14 | 15 | 22 | 8 | 1016.8 | 58 | 0 | 20.9 | 6.5 | 11.1 | | |
| 15 | 17.7 | 30 | 10 | 1008.6 | 58 | 0 | 18 | 8.3 | 20.6 | | |
| 16 | 20.2 | 28 | 13 | 1011.6 | 34 | 0 | 19.3 | 13 | 22.2 | | |
| 17 | 17 | 28 | 9 | 1015.3 | 50 | 0 | 19.8 | 8.1 | 16.5 | | |
| 18 | 18.1 | 23 | 13 | 1023.9 | 34 | 0 | 20.8 | 10.9 | 18.3 | | |
| 19 | 13.2 | 22 | 5 | 1023.3 | 53 | 0 | 21.9 | 8.3 | 16.5 | | |
| 20 | 16.9 | 26 | 11 | 1017.9 | 67 | 0 | 14 | 7.2 | 13 | | |
| 21 | 20.3 | 28 | 16 | 1014.8 | 75 | 0 | 11.9 | 6.5 | 16.5 | | |
| 22 | 22.3 | 31 | 18 | 1012.8 | 72 | 0 | 9.5 | 7.8 | 16.5 | | |
| 23 | 21.2 | 28 | 16 | 1012.7 | 77 | - | 10.6 | 6.1 | 14.8 | | 0 |
| 24 | 22.5 | 29 | 19 | 1009.7 | 75 | 0 | 10.1 | 10.4 | 18.3 | | |
| 25 | 22.6 | 32 | 16 | 1005.5 | 63 | 0 | 10.8 | 8.7 | 18.3 | | |
| 26 | 16.9 | 25 | 11 | 1017 | 39 | 0 | 21.4 | 26.9 | 46.5 | 74.1 | |
| 27 | 10.5 | 18 | 3 | 1024.8 | 36 | 0 | 24.1 | 10.7 | 22.2 | | |
| 28 | 12.6 | 23 | 4 | 1014.8 | 46 | 0 | 24.1 | 10 | 27.8 | | |
| 29 | 19.3 | 35 | 8 | 1006.9 | 45 | 0 | 20.4 | 8 | 24.1 | | |
| 30 | 16.1 | 19 | 12 | 1020.6 | 25 | 0 | 18.5 | 26.3 | 55.4 | 74.1 | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 17.8 | 25.8 | 11.2 | 1016.8 | 53.3 | 0 | 18.3 | 11.1 | 22.9 | | 1 |
| Diciembre 2010 | | | | | | | | | | | |
| | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | Vg | RA |
| | SN | TS | FG | | | | | | | | |
| 1 | 9.1 | 19 | 1 | 1028.9 | 38 | 0 | 19.8 | 11.7 | 22.2 | | |
| 2 | 12.3 | 23 | 4 | 1022.7 | 44 | 0 | 21.1 | 9.8 | 18.3 | | |
| 3 | 14.7 | 25 | 7 | 1021 | 49 | 0 | 20 | 10.4 | 18.3 | | |
| 4 | 17.1 | 29 | 7 | 1016.8 | 47 | 0 | 17.5 | 9.8 | 14.8 | | |

**DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS BAJO UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL MONUMENTO NACIONAL
"CERRO DE LA SILLA", GUADALUPE, NUEVO LEÓN**

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|-----|--------|------|---|------|------|------|----|---|
| 5 | 16.4 | 20 | 13 | 1022.5 | 47 | 0 | 22.9 | 18.3 | 40.7 | | |
| 6 | 13.3 | 16 | 11 | 1028.9 | 52 | 0 | 20.8 | 7.2 | 20.6 | | |
| 7 | 12.4 | 19 | 8 | 1022.1 | 62 | 0 | 20.3 | 6.5 | 14.8 | | |
| 8 | 15.4 | 20 | 12 | 1023.9 | 50 | 0 | 20.1 | 20.6 | 33.5 | | |
| 9 | 10.8 | 22 | 2 | 1025.6 | 50 | 0 | 23.3 | 10.7 | 24.1 | | |
| 10 | 15.1 | 28 | 6 | 1016.5 | 38 | 0 | 16.7 | 11.7 | 25.9 | | |
| 11 | 19.2 | 35 | 10 | 1013.5 | 27 | 0 | 20.1 | 12.2 | 22.2 | | |
| 12 | 15.7 | 23 | 10 | 1027.6 | 23 | 0 | 24.1 | 15.4 | 25.9 | | |
| 13 | 9.7 | 18 | 2 | 1026.8 | 32 | 0 | 24.1 | 10.4 | 14.8 | | |
| 14 | 12.1 | 23 | 4 | 1020.1 | 39 | 0 | 22.4 | 11.5 | 24.1 | | |
| 15 | 15.9 | 28 | 6 | 1009.7 | 48 | 0 | 21.6 | 8.7 | 14.8 | | |
| 16 | 19.1 | 33 | 9 | 1008.5 | 31 | 0 | 23.3 | 13.9 | 24.1 | | |
| 17 | 15.4 | 23 | 8 | 1013.7 | 49 | 0 | 18.5 | 12.8 | 22.2 | | |
| 18 | 11.3 | 18 | 5 | 1020.2 | 52 | 0 | 17.7 | 11.1 | 22.2 | | |
| 19 | 11.9 | 24 | 4 | 1016.3 | 52 | 0 | 17.5 | 10.4 | 18.3 | | |
| 20 | 16.8 | 30 | 8 | 1014.1 | 46 | 0 | 19.5 | 11.7 | 22.2 | | |
| 21 | 18.7 | 29 | 10 | 1014.1 | 54 | 0 | 18 | 11.1 | 18.3 | | |
| 22 | 17.1 | 25 | 11 | 1017.6 | 77 | 0 | 10.3 | 8.9 | 16.5 | | |
| 23 | 18.4 | 23 | 15 | 1019.1 | 82 | - | 7.4 | 10.7 | 22.2 | | |
| 24 | 18.8 | 25 | 15 | 1015.4 | 77 | 0 | 11.4 | 9.3 | 16.5 | | |
| 25 | 15.4 | 21 | 9 | 1023.6 | 43 | 0 | 20.9 | 27 | 40.7 | 63 | |
| 26 | 7.5 | 13 | 1 | 1029.3 | 50 | 0 | 20.3 | 11.1 | 22.2 | | |
| 27 | 7.7 | 18 | 0 | 1023.8 | 55 | 0 | 21.6 | 8.3 | 24.1 | | |
| 28 | 13.1 | 22 | 7 | 1018.4 | 68 | 0 | 13.4 | 9.8 | 14.8 | | |
| 29 | 18 | 26 | 13 | 1010.4 | 62 | 0 | 13.4 | 8.7 | 18.3 | | |
| 30 | 18.9 | 31 | 11 | 1004.3 | 31 | 0 | 19.2 | 11.3 | 22.2 | | |
| 31 | 19.5 | 29 | 10 | 1004.4 | 23 | 0 | 20.1 | 12.2 | 33.5 | | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | |
| | 14.7 | 23.8 | 7.7 | 1018.7 | 48.3 | 0 | 18.9 | 11.7 | 22.4 | | 1 |

ANEXO 2

Tabla de índices obtenidos en las especies colectadas en el Monumento Nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, N.L

| | | |
|----------------------------------|----------------------|-------------|
| 1. <i>Cochliomyia macellaria</i> | Riqueza específica | S= 1 |
| | Índice de Margalef | Dmg= 0.0000 |
| | Índice de Shannon | H= 2.6230 |
| | Varianza H= | 0.0001 |
| | Equitatividad e= | |
| | Índice de Simpson D= | 0.9003 |
| | Equitatividad e= | |
| 2. <i>Chrysomya megacephala</i> | Riqueza Especifica | S= 2 |
| Índice de Margalef | Dmg= | 0.1117 |
| | Índice de Shannon | H= 2.6252 |
| | Varianza H= | 0.0001 |
| | Equitatividad e= | 3.7873 |
| | Índice de Simpson D= | 0.8991 |
| 3. <i>Chrysomya rufifacies</i> | Riqueza Especifica | S=3 |
| Índice de Margalef | Dmg= | 0.2229 |
| | Índice de Shannon H= | 2.6305 |
| | Varianza H = | 0.0001 |
| | Equitatividad e= | 2.3944 |
| | Índice de Simpson D= | 0.9007 |
| 4. <i>Phaenicia sericata</i> | Riqueza específica | S= 4 |
| Índice de Margalef | Dmg= | 0.3355 |
| | Índice de Shannon | H= 2.6166 |
| | Equitatividad e= | 1.8875 |
| | Índice de Simpson D= | 0.8974 |
| 5 <i>Calliphora vicina</i> | Riqueza Específica | S=5 |

| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| | Índice de Margalef Dmg= 0.4449 |
| | Índice de Shannon H= 2.6310 |
| | Varianza H= 0.0001 |
| | Equitatividad e=1.6348 |
| | Índice de Simpson D= 0.9017 |
| 6 <i>Lucilia illustris</i> | Riqueza específica e= 6 |
| | Índice de Margalef Dmg = 0.5653 |
| | Índice de Shannon H= 2.7636 |
| | Varianza H= 0.0001 |
| | Equitatividad e= 1.5424 |
| | Índice de Simpson D= 0.9268 |
| 7 <i>Phaenicia cuprina</i> | Riqueza específica S= 7 |
| Índice de Margalef Dmg = | 0.6771 |
| | Índice de Shannon H= 2.7847 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 1.4311 |
| | Índice de Simpson D= 0.9286 |
| 8 <i>Phormia regina</i> | Riqueza específica S= 8 |
| | Índice de Margalef Dmg = 0.7864 |
| | Índice de Shannon H= 2.8297 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 1.3608 |
| | Índice de Simpson D= 0.9324 |
| 9 <i>Sinthesiomyia nudiseta</i> | Riqueza Especifica S= 9 |
| | Índice de Margalef Dmg= 0.9073 |
| | Índice de Shannon H= 2.7882 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 1.2690 |
| | Índice de Simpson D= 0.9283 |
| 10 <i>Fannia scalaris</i> | Riqueza específica S= 10 |

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| | Índice de Margalef Dmg= 1.0093 |
| | Índice de Shannon H= 2.8232 |
| | Varianza H= 0.0001 |
| | Equitatividad e= 1.2261 |
| | Índice de Simpson D= 0.9317 |
| 11 <i>Musca domestica</i> | Riqueza específica S= 11 |
| | Índice de Margalef Dmg= 1.1118 |
| | Índice de Shannon H= 2.8691 |
| | Varianza H = 0.0000 |
| | Equitatividad e= 1.1965 |
| | Índice de Simpson D= 0.9356 |
| 12 <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> | Riqueza específica S= 12 |
| | Índice de Margalef Dmg= 1.2042 |
| | Índice de Shannon H= 2.7551 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 1.1087 |
| | Índice de Simpson D= 0.9167 |
| 13 <i>Sepsis sp.</i> | Riqueza específica S= 13 |
| | Índice de Margalef Dmg= 1.3256 |
| | Índice de Shannon H= 2.6998 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 1.0526 |
| | Índice de Simpson D= 0.9095 |
| 14 <i>Chrysoperla carnea</i> | Riqueza específica S= 14 |
| | Índice de Margalef Dmg = 1.4448 |
| | Índice de Shannon H= 2.6521 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 1.0049 |
| | Índice de Simpson D= 0.9028 |
| 15 <i>Phiopila casei</i> | Riqueza específica S= 15 |

| | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| | Índice de Margalef Dmg= 1.5528 |
| | Índice de Shannon H= 2.6667 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 0.9847 |
| | Índice de Simpson D= 0.9051 |
| 16 <i>Rhagoletis cingulata</i> | Riqueza específica S= 16 |
| | Índice de Margalef Dmg= 1.6687 |
| | Índice de Shannon H= 2.6381 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 0.9515 |
| | Índice de Simpson D= 0.9013 |
| 17 <i>Tachinia grossa</i> | Riqueza específica S= 17 |
| | Índice de Margalef Dmg= 1.7809 |
| | Índice de Shannon H= 2.6244 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 0.9263 |
| | Índice de Simpson D= 0.9004 |
| 18 <i>Dermestes maculatus</i> | Riqueza específica S= 18 |
| | Índice de Margalef Dmg= 1.8941 |
| | Índice de Shannon H= 2.6044 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 0.9011 |
| | Índice de Simpson D= 0.8988 |
| 19 <i>Megaselia scalaris</i> | Riqueza específica S= 19 |
| | Índice de Margalef Dmg = 1.9665 |
| | Índice de Shannon H= 2.5323 |
| | Varianza H = 0.0001 |
| | Equitatividad e= 0.8600 |
| | Índice de Simpson D= 0.8912 |
| 20 <i>Camponotus sp.</i> | Riqueza específica S= 20 |

Índice de Margalef Dmg= 2.0705

Índice de Shannon H= 2.5783

Varianza H = 0.0001

Equitatividad e= 0.8607

Índice de Simpson D= 0.8955

21 *Nicrophorus orbicollis* Riqueza específica S= 21

Índice de Margalef Dmg= 2.1791

Índice de Shannon H= 2.5855

Varianza H = 0.0001

Equitatividad e= 0.8492

Índice de Simpson D= 0.8958

22 *Vespula squamosa* Riqueza específica S= 22

Índice de Margalef Dmg= 2.2878

Equitatividad e= 0.8374

Índice de Simpson D= 0.8960

23 *Chlorops sp*

Riqueza específica S= 23

Índice de Margalef Dmg= 2.3958

Índice de Shannon H= 2.5985

Varianza H = 0.0001

Equitatividad e= 0.8287

Índice de Simpson D= 0.8967

24 *Scatophaga stercora* Riqueza específica S= 24

Índice de Margalef Dmg= 2.5046

Índice de Shannon H= 2.5995

Índice de Simpson D= 0.8968

25 *Hister sp.* Riqueza específica S= 25

Índice de Margalef Dmg= 2.6201

Índice de Shannon H= 2.5537

Índice de Simpson D= 0.8925

26 *Acantocephala femorata* Riqueza específica S= 26

Índice de Margalef Dmg= 2.7296

Índice de Shannon H= 2.5487

Varianza H = 0.0001

Equitatividad e= 0.7823

Índice de Simpson D= 0.8923

27 Necrobia rufipes

Riqueza específica S= 27

Índice de Margalef Dmg= 2.8388

Índice de Shannon H= 2.5480

Varianza H = 0.0001

Equitatividad e= 0.7731

Índice de Simpson D= 0.8923

ANEXO 3

Artículos Publicados

LA ENTOMOLOGIA PARA LA INVESTIGACION EN CRIMINALISTICA

Humberto Quiroz-Martínez, Violeta Ariadna Rodríguez Castro, Elton Solís-Esquivel, Teresa Imelda Esquivel Alfaro, Irma Guadalupe Zepeda-Cavazos, Ilse Alejandra Siller-Aguilón

En México la investigación en criminalística ha estado incorporando otras ciencias y disciplinas que han mejorado el proceso para esclarecer un hecho delictivo. Una de las áreas de mayor interés en los últimos años es la Entomología Forense, aun y cuando con estas palabras se nos viene a la mente aquellas especies de insectos que podemos encontrar en un cadáver, la realidad es que involucra plaga de productos almacenados y urbanos. Entomología Medico Legal o Medico Criminal es el término adecuado para hacer referencia de los insectos de un cuerpo en estado de descomposición y que puede ser usado como una evidencia o indicio en una investigación en criminalística.

Un área de oportunidad para los perfiles profesionales tales como Ingeniero Agrónomo, Biólogo, Químico Bacteriólogo Parasitólogo y Medico Veterinario por mencionar algunos, quienes tienen un gran interés por la Entomología. Abriéndose mayores posibilidades debido a que los mapas curriculares tienen asignaturas donde se realizan prácticas de Biología Molecular y Bioquímicas que les permiten conocer con más profundidad el material genético y proteínico de los organismos.

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 donde 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, 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 Determinables, aquellos cuya naturaleza física no requiere de un análisis de su composición y estructuración, sino solo de un examen cuidadoso a simple vista o con auxilio de lentes de aumento (escrituras, armas de fuego, balas, etcétera). No determinables, los que requieren de un análisis completo (manchas de sangre, semen, etcétera). Asociativos, los relacionados con el hecho que se investiga. 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 insectos, muestras de sangre, 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 debida técnica a fin de evitar su alteración. Por lo cual se sugieren las siguientes recomendaciones: deben manipularse lo menos posible, se debe coleccionar una cantidad numerosa, parte de ellas se consume en el análisis de laboratorio; evitar contaminarla con instrumentos que se utilicen para su levantamiento; levantarla por separado, preservarla de acuerdo al fin de su utilización.

Colecta de insectos en el cadáver

Nada debe ser tomado o movido del cadáver sin la autorización de la persona responsable de la investigación. Evitar el 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 realizaran 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 diferente manera dependiendo el uso que se les dará, si son para identificación deberá provocárseles la muerte en agua caliente y después preservadas en alcohol etílico al 70%; la alta temperatura provoca que el cuerpo se extienda y quedaran visibles todas las regiones del cuerpo requeridas para su identificación.

En ocasiones en estudios taxonómicos se requiere la fase adulta para la identificación o corroboración de la especie, si esto es necesario, lo recomendable es cargar en contenedores de plástico de un litro con trozos de hígado para que las larvas

tengan alimento, transportarlas al laboratorio para mantenerlas a condiciones ambientales favorables para que alcance la etapa adulta.

Recientes estudios 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 el preservados, ya que este material dificulta la obtención del ADN (Di Luise, 2007; Guerra-Serrato, 2010). Lo recomendable es portar una deposito donde se puedan mantener a bajas temperaturas las larvas, si esto no es posible, dejarla el solamente el tiempo necesario desde el lugar de los hechos hasta el laboratorio.

Una de las principales aportaciones de la Entomología a la investigación en criminalística es la colecta, preservación, identificación y proceso curatorial adecuados de los insectos presentes en un cadáver; por lo que queda al Entomólogo generar la información, recayendo en el personal de las instancias de la procuraduría de justicia la utilización en las investigaciones legales.

El entomólogo es capaz de generar información relacionada con la sucesión de insectos en el proceso de descomposición de un cuerpo; de mapear la distribución de las especies de insectos de importancia forense; elaborar curvas de crecimiento y determinar las unidades calor en términos de horas calor acumuladas; coleccionar y preservar insectos para determinar la presencia de sustancias toxicas o drogas en el cuerpo del insecto (entomotoxicología); 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.

Sucesión de insectos en el proceso de descomposición de un cuerpo

Diferentes medios han sido utilizados 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, con registros detallados de las especies encontradas. Autores han recopilado numerosos estudios de caso donde 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 se han obtenido por primera vez registros de especies de insectos de importancia forense, como es el caso de *Chrysomya rufifacies* Macquart que fue reportada en Tailandia en un cuerpo sin vida de un varón de 40 años de edad, cuando no existían registros previos de este califorido para la región del hallazgo (Sukontason *et al.* 2001).

De forma similar, *Megaselia scalaris* 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 sarcosaprofagos. Los estudios más comunes 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 y 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; razón por la cual 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 y VanLaerhoven 1996).

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 y Goff, 1987; Haskell 1989; Anderson

y VanLaerhoven 1996; Tessmer y Meek 1996; Richards y Goff 1997; Byrd 1998; De Carvalho *et al.* 1999; Shaid *et al.* 1999; Davis y Goff 2000; de Carvalho y Linhares 2001; Wolff *et al.* 2001; Tenorio *et al.* 2003; Watson y Carton 2003; Centeno 2007; Gruner *et al.* 2007; Quiroz-Martínez y Rodríguez-Castro 2007; Flores-Pérez *et al.* 2007; Biavati *et al.* 2010; Molina-Chávez *et al.* 2010; Sabauoglu y Sert 2010; Simmons *et al.* 2010; Mulieri *et al.* 2012), zorros (Easton y Smith 1970; Smith 1975), lagartijas y sapos (Cornaby 1974), conejos (Denno y Cothran 1975; Tantawi *et al.* 1996; Bourel *et al.* 1999; Calderon-Arguedas *et al.* 2007; Simmons *et al.* 2010; Bachman y Simmons 2010).

El listado continua con ardillas (Johnson 1975), ratones de campo (Lane 1975) elefantes (Coe 1978), ratones (Putnam 1978; Blackith y Blackith 1989), impala (Braack 1981), perros (Jiron y Cartin 1981; Early y Goff 1986; Richards y Goff 1997), tortugas (Abell *et al.* 1982), focas (Lord y Burger 1984b), gaviotas (Lord y Burger 1984^a), gatos (Early y Goff 1986), ratas (Greenberg 1990; Tomberlin y Adler 1998; Faucherre *et al.* 1999; Kocarek 2001; Simmons *et al.* 2010), aves de corral (Hall y Doisy 1993; Quintero-Martínez *et al.* 2007), osos negros (Anderson 1998; Peters 2003; Watson y Carlton 2003; Vannin *et al.* 2007), mapaches (Joy *et al.* 2002), lagartos (Watson y Carlton 2003), venados (Watson y 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 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 variara de acuerdo al tipo de cebo utilizado. Muchos métodos de trampeo han sido utilizados para muestrear moscas (Hall y Doisy 1993). El hígado de res o cerdo son los medios más utilizados como carnada en trampas para dípteros (Byrd y Castner 2000). Se han realizado diversos estudios para determinar la atracción que diferentes cebos ejercen sobre los insectos sarcosaprofagos. Se encontró que el hígado con o sin sulfuro de sodio fue muy atractivo para varias especies del genero *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 tipo 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 ultimo atrayente, los miembros de la familia Calliphoridae lo fueron hacia el hígado, Sarcophagidae arriba 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); consisten en la cámara superior colectora y la cámara inferior donde se coloca el cebo. La cámara colectora se forma con las partes superiores de dos botellas (Cortando la parte inferior), una embonada dentro de la otra, la botella superior se perfora formando pequeños agujeros de 1 mm de diámetro para su ventilación. La cámara del cebo se elabora con la parte inferior de una de las botellas, a ella se le realizaron aberturas con un corte en forma de X, presionadas hacia el interior, 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 puedes ser adaptadas a condiciones especiales que requieran los estudios, por ejemplo, dejándolas en la superficie de la tierra, colgándolas en arboles, con cualquier tipo de cebo que se desee evaluar, tiempo de exposición (Ferreira 1978, 1983; Linhares 1981;

Faucherre y Cherix 1998; 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 valia en la reconstrucción de los eventos que rodean a la muerte de un ser humano; los entomólogos pueden estimarlo usando las larvas mas viejas que puedan encontrarse en los restos (Gallagher *et al.* 2010). Un grafico que demuestre el crecimiento de las larvas por horas es de mucho apoyo para estimar el tiempo, pero aun seguirá siendo importante aplicar la metodología para determinar las unidades calor acumuladas expresadas en términos de horas para definir un tiempo mas 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 esquema de localidad debido a las adaptaciones que las poblaciones de las mismas especies han realizado a través del tiempo en su lugar de origen.

Toxicas o drogas en el cuerpo del insecto (entomotoxicologia)

En una investigación criminal conocer si una persona fue expuesta a toxicos antes de su muerte representa una información invaluable al contribuir en el 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 toxico o algún metabolito de su degradación presente en las larvas de mosca que se alimentan del cadáver ayudaría a reconsiderar una estimación del tiempo postmortem o causa de muerte ya que los toxicos pueden influir en el crecimiento, la rapidez de desarrollo y talla de los insectos necrófagos (Byrd y

Castner, 2001). Un método analítico para la detección de paration en larvas de *Ch. rufifacies* con resultados positivos fue desarrollado a través de un cromatografo de gases acoplado a un espectrofotometro de masas (Solís-Esquivel *et al.* 2010),

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., *Piophilha casei* L.; además 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 fuer 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 los 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. Obteniéndose que el uso de tarjetas FTA se obtuvo mejor rendimiento obteniéndose mejor preservación del material genético de forma prolongada (Nava-Hernández *et al.* 2008). Amplificación de PCR con ADN mitocondrial y nuclear fueron las técnicas para la detección de ADN humano en *Musca domestica*, con resultados positivos (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 y Gardner, 2002; Striman *et al.* 2011).

Cuando una persona fallece por un trauma tal que este 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 solo pueden manchar superficies inmediatas, pueden generarlas en diferentes sitios no relacionados directamente con la muerte (Brown *et al.*, 2001; Benecke y Barksdale, 2003;).

Manchas de regurgitación son brillosas en color rojo y café, de apariencia abultada, redonda y liza 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 (Benecke y 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.

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 lagrима”. (Benecke y 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

(*Lcolal Lcuerpo*). 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 cuando 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).

BIBLIOGRAFIA

- Abel, D.H.; S.S. Wasti and G.C. Hartmann. 1982. Saprothagous arthropod fauna associated with turtle carrion. *App Entomol Zool* 17:301-307.
- Aguilar-Morales, M.; B. Coutiño y 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 guidenlines. *Int J Legal Med* 121:90-104.
- Anderson, G.S. 1998. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bears cubs. *J Forensic Sci* 44:856-859.
- Anderson, G.S. and S.L. VanLaerhjovent. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *J. Forensic Sci* 41:617-625.
- Bachmann, J. and T. Simmons. 2010. The influence of preburial insect access on the decomposition rate. *J Forensic Sci* 55:893-900
- Benecke, M. and L. Barksdale. 2003. Distinction of bloodstain patterns from fly artifacts. *Forensic Sci Inter* 137: 152-159.
- Benecke, M. 2004. Forensic entomology: arthropods and corpses. En Tsokos M /ed.) *Forensic Path Rev Vol II* Human Press Totowa (NJ USA) p 207-240.
- Bevel, T. and 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 cheklist of Calliphoridae blowflies (Insecta: Diptera) associated with a pig carrion in Central Brazil. *J Forensic Sci* 55:1603-1606

- Blackith, R.E. and R.M Blackith. 1989. Insect infestations of small corpses. *J Nat Hist* 24:699-709.
- Bornemissza, G.F. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *J Zool.* 5:5-12.
- Bourel, B.; L. Martin-Bouyer, V. Hedouin, J. C. Cailliez, D. Derout and D. Gosset. 1999. Necrophilus insect succession on rabbit carrion in sand dune habitats in northern France. *J Med Entomol* 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 and 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. and 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 y 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 and F. Introna. 2001. Factors affecting decomposition and diptera colonization. *Forensic Sci Int* 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 and F. Introna. 2004. Drug analysis in blowfly larvae and in human tissues: a comparative study. *Int J Legal Med* 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 and 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. *J. Arid Environ* 1:71-86.
- Cornaby, B.W. 1974. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. *Biotropica* 6:51-63.
- Davis, J.B. and M.L. Goff. 2000. Decomposition patterns in terrestrial and intertidal habitats on Oahu Island and Coconut Island, Hawaii. *J Forensic Sci* 45:836-842.
- deCarvalho, L.M.L. and A.X. Linhares. 2001. Seasonality in insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. *J Forensic Sci* 46:604-608.
- deCarvalho, L.M.L.; P.J. Thyssen, A.X. Linhares and F.A.B. Palhares. 1999. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 95:135-138.
- Denno, R.F. and W.R. Cothran. 1975. Competitive interactions and ecological strategies of sarcophagid and calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. *Ann Entomol Soc Am* 69:109-113.

- Deonier, C.C. 1940. Carcass temperatures and their relation to winter blowfly populations and activity in the southwest. *J Econ Entomol* 33:166-170
- Di Luise, E. 2007. Genotyping of human nuclear DNA recover from the gut of fly larvae. *J Forensic Sci* 53: 591-592.
- Early, M. and M.L. Goff. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'hau, Hawaiian Island, USA. *J Med Entomol* 23:520-531.
- Easton, A.M. and K.G.V. Smith. 1970. The entomology of the cadaver. *Med Sci Law* 10:208-219.
- Faucherre, J. and D. Cherix. 1998. Contribution a la connaissance des Dipteres necrophages du Jorat (Vaud, Suisse). *Mitgt Schweiz Ent Ges* 71:211-217. Faucherre, J.; D. Cherix and C. Wyss. 1999. Behavior of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) under extreme conditions. *J Insect Behav* 12:687-690.
- Ferreira, M.J.M. 1978. Sinatropia de dípteros muscoideos de Curitiba, Parana I, Calliphoridae. *Rev Bras Biol* 38:445-454.
- Ferreira, M.J.M. 1983. Sinatropia de Calliphoridae (Diptera) em Goiania, Goias. *Rev Bras Biol* 43:193-210.
- Figueroa-Roa y 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 y 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 and D. O. Carter. 2009. The activity of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) can alter the morphology and presumptive chemistry of high impact bloodstains. *Forensic Sci Inter* 59:502-512.

- Gallagher, M.B.; S. Sandhu and R. Kimsey. 2010. Variation in developmental time for geographically distinct populations on common green bottle fly, *Lucilia sericata* (Meigen). *J Forensic Sci* 55:438-442.
- Garza-Rodríguez, M. I.; M. I. Trujillo-González, A. Rocha, M. A. Alvarado, F. Iruegas y H. Quiroz-Martínez. 2010. Análisis preliminar de la relación polen-insectos de importancia forense. *Entomologia Mexicana* 8:71-74. Greenberg, B. 1990. Nocturnal oviposition behavior of blowflies (Diptera: Calliphoridae). *J Med Entomol* 27:807-810.
- Gruner, S.V.; D.S. Slone and J.L. Capinera. 2007. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with pig carrion in rural north-central Florida. *J Med Entomol* 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. and 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. *Ann Entomol Soc 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. and D. Turner. 2005. Spatial and temporal variability of necrophagous Diptera from urban to rural areas. *Med & Vet Entomol* 19:379-391.

- Jiron L.F. and V.M Cartin. 1981. Insect succession in the decomposition of mammal in Costa Rica. *J New York Entomol Soc* 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). *J Med Entomol* 39:392-397.
- Kester, K.M.; M.H. Toothman, B.L. Brown, W.S. Street and T.D. Cruz. 2010. Recovery of environmental human DNA by insects. *J Forensic Sci* 55: 1543-1551
- Kocarek, P. 2001. Diurnal patterns of postfeeding larval dispersal in carrion blowflies (Diptera: Calliphoridae). *Eur J Entomol* 98:117-119.
- Lane, R.P. 1975. An investigation into blowfly (Diptera: Calliphoridae) succession on corpses. *J Nat Hist* 9:581-598.
- Linhares, A.X. 1981. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in the city of Campinas, Sao Pablo, Brazil. *Rev Bras Entomol* 25:189-215.
- Lord, W.D. and 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. *Environ Entomol* 13:1261-1268.
- Lord, W.D. and J.F. Burger. 1984^b. Arthropods associated with harbor seal (*Phoca vitulina*) carcasses stranded on islands along the New England coast. *Int J Entomol* 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* Mexico pp23-58.

- Mulieri, P.R.; J.C. Mireles and F.H. Aballay. 2012. Two species of *Microcerella* (Diptera: Sarcophagidae) found in highland arid landscapes of Argentina, during forensic studies. *J Med Entomol* 49:183-191
- Nava-Hernández, M.; H. Molina-Chávez, J.A. Luy-Quijada y 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. *Ann Rev Entomol* 10:47-48
- Ordoñez, A.; M.D. García and G. Fagua. 2008. Evaluation of efficiency of Scoenly trapfor collecting adult sarcosaprophagous Dipterans. *J Med Entomol* 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. *Eco Entomol* 3:133-139.
- Quintero-Martínez, M.T.; A.E. Villa, S. Gutiérrez-Rodríguez, F.G. Alcantara, G. Juárez-Vega y V. Cisneros-Flores. 2007. Observaciones sobre la sucesión de diferentes insectos en cadáveres en granjas de gallinas y de cerdos en Tepatitlan, 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. y 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. and M.L. Goff. 1997. Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii Island, Hawaii. *J Med Entomol* 34:328-338.

Sabanoglu, B. and O. Sert. 2010. Determination of Calliphoridae (Diptera: fauna and seasonal distribution on carrion in Ankara Province. *J. Forensic Sci* 2010: 1003-1007.

Shahid, S.A.; R.D. Hall, N.H. Haskell and R.W. Merritt. 1999. *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) established in the vicinity of Knoxville, Tennessee, USA. *J Forensic Sci* 45:896-897.

Simmons, T.; R.E. Adlam and C. Moffatt. 2010a. debugging decomposition data- Comparative taphonomic studies and influence of insects and carcass size on decomposition rate. *J Forensic Sci* 55: 8-13.

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

Smith, K.G.V. 1975. The faunal succession of insects and other invertebrates on a dead fox. *Entomol Gaz* 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

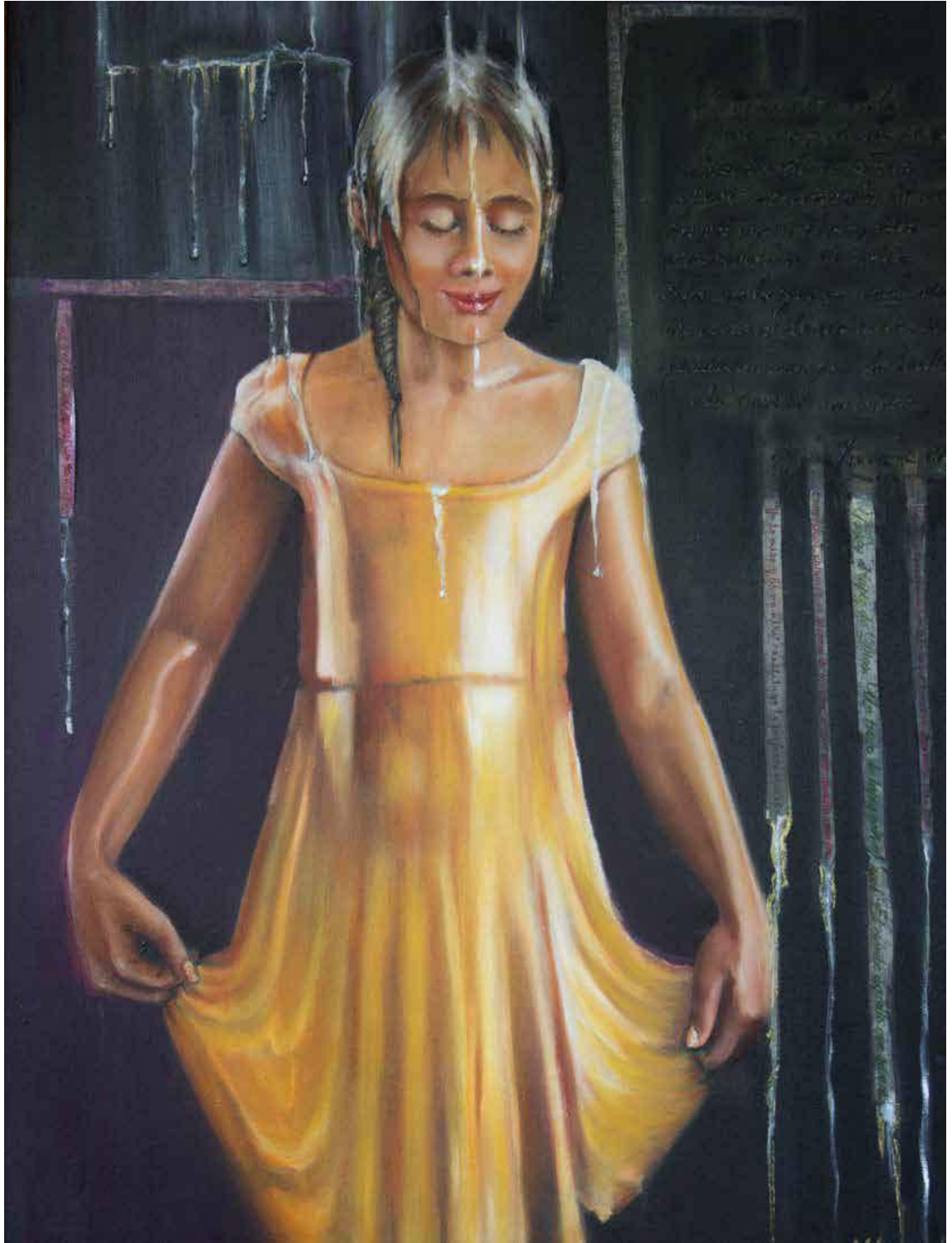
Chrysomya rufifacies (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) y su aplicación en las Ciencias Forenses. Encuentro Estatal de Investigación en Salud.

- Solís-Esquivel, E.; A. Caballero-Quintero y 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.
- Striman, B.; A. Fujikawa, L. Barksdale, D.O. Carter. 2011. Alteration of expired booldstain patterns by *Calliphora vicina* and *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) through ingestion and deposition artifacts. *J Forensic Sci* 56: s123-s127
- Sukontason, K.L.; K. Sukontason, P. Narongchai, S. Lerthamnongham, S. Piangjai and J.K. Olson. 2001. *Chrysomya rufifacies* (Macquart) as a forensically-important fly species in Thailand: a case report. *J Vec Ecol* 26:162-164.
- Tantawi, T.I.; E.M. El-Kady, B. Greenberg, and H.A. El-Ghaffar. 1996. Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *J Med Entomol* 33:566-580
- Tenorio, F.M; J.K. Olson and J. Coates. 2003. Decomposition studies, with a catalog and description of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) in Central Texas. *Southw Entomol* 28:37-45.
- Tessmer, J.W; C.L. Meek and V.L. Wright. 1995. Circadian patterns of oviposition by necrophilous flies (Diptera: Calliphoridae) in southern Louisiana. *Southw Entomol* 20:439-445.
- Tomberlin, J.K. and P.H. Adler. 1998. Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land and open field in South Carolina. *J Med Entomol* 35:704-709.
- Tullis, K. and M.L. Goff. 1987. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on Oáhu Island, Hawaii. *J Med Entomol* 24:332-339.

- Vanin, S.; A. Lafisca and M. Turchetto. 2007. Determination of the time of death of a brown bear *Ursus arctos 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-Cantu, M.H. Badii y J.K. Tomberlin. 2009. Comportamiento de arribo de moscas necrófagas (Diptera: Calliphoridae) a un cadáver humano. *Entomologia Mexicana* 8:792-797.
- Watson, E.J. and C.E. Carlton. 2003. Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. *J Med Entomol* 4:338-347.
- Wolff, M.; A. Uribe, A. Ortiz and P. Duque. 2001. A preliminary of study forensic entomology in Medellin, Colombia. *Foren*



| Índice | | |
|---|--|---|
| 06  | 37  | 66  |
| <i>Gestión del conocimiento en tutoría a través de la técnica del World Café</i> Martha Patricia De la Torre Gamboa Teresa Elizabeth Ramirez Puente | <i>La entomología para la investigación en criminalística</i> Humberto Quiroz-Martinez Teresa Inelda Esquivel-Alfaro | <i>Entrenamiento práctico de aprendizaje de inglés</i> Pablo Adán Garza Garcia |
| 15  | 46  | 81  |
| <i>El trabajo como plataforma para la felicidad</i> Roberto Alejandro Terrazas Garza | <i>La tutoría como programa que favorece la información integral</i> Susana Adamecia Lozano Dávila | <i>La responsabilidad social en la educación</i> María Cristina Cantú Rodríguez Ivonne Marlene Mata Barros |
| 22  | 55  | 88  |
| <i>Utilización de las redes sociales en la mercadotecnia: twitter y desarrollo de negocios</i> Juan Carlos López Mostroy | <i>Uso de Laboratorios de problemas de Física para lograr un aprendizaje significativo</i> Guillermo Rocha Cura | <i>Juego virtual memorama de los elementos químicos como estrategia didáctica</i> Ma. del Carmen Cárdenas Cárdenas |



La entomología para la investigación en criminalística

Forensic entomology in criminal investigations

Humberto Quiroz-Martínez
Teresa Imelda Esquivel-Alfaro

Resumen: En México, la investigación en criminalística ha incorporado otras ciencias y disciplinas que han mejorado el proceso para esclarecer un hecho delictivo. Una de las áreas de mayor interés en los últimos años es la Entomología Forense. Lo primero que se viene a la mente cuando se escuchan estas palabras, son las especies de insectos que se encuentran en un cadáver, pero la realidad es que también involucra plaga de productos almacenados y urbanos. En este texto se expone que es la *Entomología Médico Legal o Médico Criminal* como el mejor término adecuado para hacer referencia de los insectos de un cuerpo en estado de descomposición y que puede ser usado como una evidencia o indicio en una investigación en criminalística.

Palabras clave: entomología forense, criminalística, indicium, entomotoxicología, insectos necrófagos, sarcosaprófagos.

Abstract: In Mexico, research in criminology has been incorporating other sciences and disciplines that have improved the process to clarify a criminal act. One area of interest in recent years is the Forensic Entomology, even when we are in these words comes to mind those species of insects that can be found on a corpse, the reality is that it involves pest of stored products and urban. This text presents the Forensic Medical Entomology or Criminal as the best appropriate term to refer to insects of a decomposing body and can be used as evidence in an investigation or evidence in criminology.

Keywords: forensic entomology, forensic science, indicium, entomotoxicology, ghouls insects, sarcosaprophagous.

Un área de oportunidad en la Entomología, es para los perfiles profesionales como ingeniero Agrónomo, Biólogo, Químico Bacteriólogo Parasitólogo y Médico Veterinario, por mencionar algunos. En estas carreras se presentan mayores posibilidades de desarrollo en el área, ya que los mapas curriculares tienen asignaturas donde se realizan prácticas de Biología Molecular y Bioquímicas, y esto les permite conocer con más profundidad el material genético y proteínico de los organismos.

La Criminalística es una ciencia natural y penal que aplica 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 que asumen como objetivo establecer las normas con técnicas adecuadas para la protección, observación y fijación de los escenarios donde ocurren los hechos; 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 *indĭcum* que, usando el significado desde la criminología, se refiere a rastro, vestigio, huella, ya sea del delito, del autor o de la víctima. *Indĭcium* 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 y la reconstrucción del mecanismo del hecho, puesto que son conocidos como testigos mudos que no mientan.

Los indicios pueden ser 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).

*La Criminalística
es una ciencia natural
y penal que aplica
sus conocimientos,
metodología y tecnología
en el estudio de los indicios
o evidencias físicas
asociativas.*

Montiel-Sosa 1978



No determinables son los que requieren de un análisis completo (manchas de sangre, semen, etcétera). Asociativos son los relacionados con el hecho que se investiga. No asociativos son apreciados en el lugar de los hechos, pero no tienen relación con él. Ante la anterior clasificación, ¿dónde quedan las evidencias o indicios biológicos? Estarían dentro de la categoría de No Determinables, ya que requieren un análisis, ya sea insectos, muestras de sangre, aislamiento de ADN, por mencionar ejemplos.

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 hacer el levantamiento, se debe realizar con la debida técnica para evitar su alteración. Para este minucioso proceso, se sugieren las siguientes recomendaciones: deben manipularse lo menos posible, se debe coleccionar una cantidad numerosa porque parte de la cantidad se consume en el análisis de laboratorio; evitar contaminarla con instrumentos que se utilicen para su levantamiento; levantarla por separado, preservarla de acuerdo al fin de su utilización.

Colecta de insectos en el cadáver

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 bolsos de la ropa, zapatos, calcetines, de cualquier envoltura que cubra el cuerpo (alfombra, sábanas, bolsas de plástico); inclusive de la bolsa en la que el cadáver es transportado a la instalación donde realizaran la autopsia (Amendt et al. 2007).

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

En estudios taxonómicos, en ocasiones se requiere la fase adulta para la identificación o corroboración de la especie, si esto es necesario, lo recomendable es cargar en contenedores de plástico de un litro con trozos de hígado para que las larvas tengan alimento, transportarlas al laboratorio para mantenerlas a condiciones ambientales favorables para que alcance la etapa adulta.

Recientes estudios han demostrado que del contenido estomacal de las larvas se puede obtener material genético que puede apoyar la investigación en criminalística; si existe el interés por obtener este material, las larvas de moscas no deberán permanecer mucho tiempo en el preservado, ya que este material dificulta la obtención del ADN (Di Luise, 2007; Guerra-Serrato, 2010).

Lo recomendable es portar un depósito donde se puedan mantener a bajas temperaturas las larvas, si esto no es posible, dejarlas sólo el tiempo necesario desde el lugar de los hechos hasta el laboratorio.

Una de las principales aportaciones de la Entomología a la investigación en criminalística, es la colecta, preservación, identificación y proceso curatorial adecuados de los insectos presentes en un cadáver; por lo tanto, es responsabilidad del entomólogo generar la información, luego, al personal de las instancias de la procuraduría de justicia le corresponde utilizar dicha información en las investigaciones legales.

El entomólogo es capaz de generar información relacionada con la sucesión de insectos en el proceso de descomposición de un cuerpo; de mapear la distribución de las especies de insectos de importancia forense; elaborar curvas de crecimiento y determinar las unidades calor en términos de horas calor acumuladas; coleccionar y preservar insectos para determinar la presencia de sustancias tóxicas o drogas en el cuerpo del insecto (entomotoxicología); 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.

Sucesión de insectos en el proceso de descomposición de un cuerpo

Diferentes medios se utilizan para el análisis de las especies de insectos necrófagos, asociadas a un cadáver. Una de las mejores fuentes de información



Las larvas de moscas no deberán permanecer mucho tiempo en el preservado, ya que este material dificulta la obtención del ADN.

Di Luise, 2007-Guerra-Serrato, 2010

proviene de los mismos casos de homicidios, con registros detallados de las especies encontradas. Autores han recopilado numerosos estudios de caso donde 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 se obtuvieron, por primera vez, registros de especies de insectos de importancia forense, como es el caso de *Chrysomya rufifacies* Macquart, que se reportó en Tailandia en un cuerpo sin vida de un varón de 40 años de edad, cuando no existían registros previos de este calíforido para la región del hallazgo (Sukontason et al. 2001). *Megasela scalaris* se encontró 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 comunes en este campo son los que describen la sucesión de especies en cadáveres. Para fines científicos, el cuerpo humano constituye la mejor y más confiable fuente de información forense (Byrd y 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 dónde llevar a cabo los estudios. Esta es la razón por la cual al cerdo *Sus scrofa* se le considera 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 y VanLaerhoven 1996).

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

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 este proceso es necesario un gran número de puntos de muestreo o colecta, lo que implica trampear tan extensivo como sea posible; y cualitativa y cuantitativamente las especies en numerosas localidades (Chittaro et al. 2005). Trampas de botella, trampas aéreas, trampas NTP-80, trampas Schoenly son algunas que se utilizan 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 y Doisy 1993). El hígado de res o cerdo son los medios más utilizados como carnada en trampas para dípteros (Byrd y Castner 2001). 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 *La sericata* (Meigen), así como *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy (Hutchinson 2000; Chittaro et al. 2005).

La atracción de los cebos como cadáveres de ratas, pescado y vísceras de pollo fueron evaluados para la familia Calliphoridae, siendo el segundo tipo el más atractivo (Figueroa-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, Sarcophagidae arribó por igual a todos los tipos de atrayentes.

Las trampas de botellas se componen de dos botellas de plástico suave claro que se usan en las bebidas embotelladas (PET); consisten en la cámara superior colectora y la cámara inferior donde se coloca el cebo. La cámara colectora se forma con las partes superiores de dos botellas (cortando la parte inferior), una embonada dentro de la otra; la botella superior se perfora y forma pequeños agujeros de 1 mm de diámetro para su ventilación. La cámara del cebo se elabora con la parte inferior de una de las botellas; a ella se le rea-



lizaron aberturas con un corte en forma de X, presionadas hacia el interior, en el fondo de esta cámara se coloca el hígado de res como cebo.

Las 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 realizan con estas trampas, con la ventaja de que pueden adaptarse a condiciones especiales que requieran los estudios, por ejemplo, si las dejan en la superficie de la tierra, o colgándolas en árboles con cualquier tipo de cebo que se desee evaluar, y con tiempo de exposición (Ferreira 1978, 1983; Linhares 1981; Faucherre y Cherif 1998; Hwang y Turner 2005; Pérez-Valdéz 2007; Molina-Chávez et al. 2010).

Curvas de crecimiento

El periodo entre la muerte y el descubrimiento de un cadáver, llamado como intervalo posmórtem (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, pero aún seguirá siendo importante aplicar la metodología para determinar las unidades calor acumuladas y expresadas en términos de horas para definir un tiempo más aproximado al momento de los hechos, pues el desarrollo de los insectos se ve influenciado por la temperatura ambiental. Esta es la información que debe obtenerse bajo un esquema de localidad debido a las adaptaciones que la población de las mismas especies ha realizado a través del tiempo en su lugar de origen.



Tóxicos 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 al contribuir en el esclarecimiento de la causa de muerte. Sin embargo, existe discrepancia en cuanto a los métodos de detección y correlación entre la concentración que se encontró en los tejidos del cuerpo y la concentración 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 reconsiderar una estimación del tiempo posmórtem o causa de muerte, ya que los tóxicos influyen en el crecimiento, la rapidez de desarrollo y talla de los insectos necrófagos (Byrd y Castner, 2001). Un método analítico para la detección de paration en larvas de *Ch. rufifacies* con resultados positivos, se desarrolló a través de un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrofotómetro de masas (Solís-Esquivel et al. 2010).

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

En un estudio realizado en Nuevo León, de 21 cadáveres se colectaron larvas de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann), *Ch. rufifacies*, *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallen), *Musca domestica* L., *Prophila casei* L.; además se tomaron muestras de sangre, cabello, hígado y hueso. Como punto de referencia, se procesaron las muestras tomadas del cadáver 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 se tomó el contenido estomacal y se procesó con las mismas técnicas. Los resultados demostraron que de los insectos más alejados en tiempo del momento del análisis, no se obtuvo material genético; sólo 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. se obtuvieron y procesaron para el aislamiento del ADN. Del uso de tarjetas FTA se obtuvo mejor rendimiento y se obtuvo mejor preservación del material genético de forma prolongada (Nava-Hamández et al. 2008). La amplificación de PCR con ADN mitocondrial y nuclear fueron las técnicas para la detección de ADN humano en *Musca* doméstica, con resultados positivos (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 que corresponde 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 y Gardner, 2002; Striman et al. 2011).

Cuando una persona fallece por un trauma que 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, pueden generarlas en diferentes sitios no relacionados directo con la muerte (Brown et al., 2001; Benecke y Barksdale, 2003).

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 uno a dos 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 (Benecke y 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; se nota más oscuro que el resto la mancha, mientras que el contorno en las manchas de color claro se presenta ligeramente más oscuro.

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 ovoide) y la cola (de apariencia lineal); por esas razones se les ha denominado como coma, renacuajos, espermatozoides y gotas de lágrima. (Benecke y 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 (Cola/ Cuerpo). Si

esta relación es mayor a uno, no se considera como posible sangre humana. Esta relación fue aplicada en el estudio del caso real de muerte por violencia.

Dentro de las relaciones entre organismos, de las más conocidas son la que realizan los insectos con las plantas, incluso cuando 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; y cuando se pretende utilizarlos para ubicar un posible lugar de los hechos, su uso se dificulta por las diversas localidades donde se pueden 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 aplicó la técnica de Wodehouse (Aguilar-Morales et al. 1996) para la obtención del polen centrifugando del insecto o directo de su cuerpo, se colocaron los gránulos en un portaobjetos y se agregó alcohol etílico al 70. Posterior a la evaporación de este preservador, se montan en una mezcla de gelatina-glicerina, se colocan rápido en el cubreobjetos y se invierte la preparación microscópica (esto hace posible que los gránulos precipiten y se ubiquen cerca del cubreobjeto, lo que facilitará su detección). La observación se realizó en un microscopio bacteriológico.

Gránulos de cenizo *Leucophyllum frutescens* fueron encontrados en el cuerpo del histérico *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).

Referencias

- 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. Int J Legal Med 121:90-104.
- Anderson, G.S. and S.L. VanLaerhoven** (1995). Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. J. Forensic Sci 41:617-625.
- Benecke, M. and L. Barkadine**. (2003). Distinction of bloodstain patterns from fly artifacts. Forensic Sci Int 137: 152-159.
- Byrd J.H. and J. L. Castner** (2001). Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. CRC press Florida USA pp 331-340.
- Campobasso, C.P.; G. Di Vella and F. Introna** (2001). Factors affecting decomposition and dipteran colonization. Forensic Sci Int 120:18-27.
- Chittaro, Y.; A. Baylon, D. Cherix and C. Wyss** (2005). What does attract blowflies (Diptera: Calliphoridae) in a trap preliminary investigation. EAFE 3rd Meeting p 29.
- Di Lulse, E.** (2007). Genotyping of human nuclear DNA recover from the gut of fly larvae. J Forensic Sci 53: 591-592.
- Figueroa-Roa y A. Linhares** (2002). Sinantropía de las Calliphoridae (Diptera) de Valdivia Chile. Neotropical Entomology 31:233-239.
- 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. and 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. Ann Entomol Soc Am 86:589-593.
- Hutchinson, R.A.** (2002). Some behavioral responses of *Lucilia sericata* (Meigen 1826) (Diptera: Calliphoridae) to three colour baits using sticky boards and electrified screens. Studia Dipterologica 7:233-240.
- Molina-Chávez H.; M. Nava-Hernández, J. Luy-Quijada, S. Gutiérrez-Rodríguez, N. Galindo-Miranda**. (2010). Dipteros de interés forense asociados con la putrefacción cadavérica en la ciudad de México. Entomología Mexicana 9:761-765.
- Montiel-Sosa, J.** (1978). Criminalística. LIMUSA Mexico pp23-58.
- Nava-Hernández M.; H. Molina-Chávez, J.A. Luy-Quijada y 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.
- Ordoñez, A.; M.D. García and G. Fagua**. (2008). Evaluation of efficiency of Scentey trap for collecting adult sarnosaprophagous Dipterans. J Med Entomol 45:522-532.
- Quiroz-Martínez, H. y 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.
- Simmons, T.; P.A. Cross, R.E. Adlam and C. Moffatt**. (2010b). The influence of insects on decomposition rate in buried and surface remains. J Forensic Sci 55:889-892.
- Vergara Pineda, S.; H. de Leon Muzquiz, O. García-Martínez, M. Sifuentes-Cantu, M.H. Badí y J.K. Tomberlin** (2009). Comportamiento de arbo de moscas necrófagas (Diptera: Calliphoridae) a un cadáver humano. Entomología Mexicana 8:782-797.



Teresa Imelda Esquivel-Alfaro

Es Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL. Es Licenciada en la especialidad en Físico-Química por la Escuela Normal Superior del Estado. Tiene Maestría en Ciencias en el área de Entomología y estudios en grado doctoral en Ciencias Biológicas con acentuación en Entomología Médica con la investigación "Distribución de insectos necrófagos bajo un gradiente altitudinal en el monumento nacional Cerro de la Silla en Guadalupe, Nuevo León, México. Actualmente es catedrática y miembro de las Academias de Biología, Química y Ciencias Experimentales. Asimismo es Auditor Interno del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001-2008.



Humberto Quiroz-Martínez

Biólogo en 1982. Maestría en Entomología Médica en 1989, ambos estudios realizados en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Tiene un doctorado en Parasitología Agrícola del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en 1995.

Recibido: Octubre 2015
Aceptado: Enero 2016