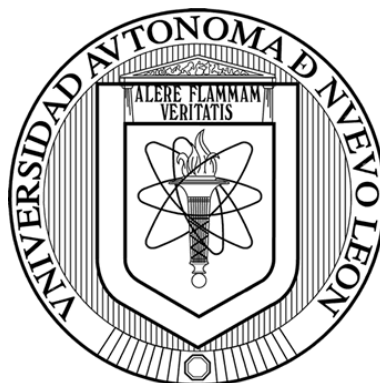


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**INSECTOS ASOCIADOS A BIOMODELOS SIMULANDO CUATRO
CONDICIONES DE HALLAZGO DE CADÁVERES**

Por

BIÓL. HÉCTOR EDUARDO BRIONES ESPINOZA

**Como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS con acentuación en
Entomología Médica**

Agosto 2018

INSECTOS ASOCIADOS A BIOMODELOS SIMULANDO CUATRO
CONDICIONES DE HALLAZGO DE CADÁVERES

Comité de Tesis



Dra. Violeta Ariadna Rodríguez Castro

Presidenta



Dr. Humberto Quiroz Martínez

Secretario



Dra. Adriana Elizabeth Flores Suárez

Vocal 1



Dr. Roberto Mercado Hernández

Vocal 2



Dr. Gilberto Tijerina Medina

Vocal 3

INSECTOS ASOCIADOS A BIOMODELOS SIMULANDO CUATRO
CONDICIONES DE HALLAZGO DE CADÁVERES

Dirección de Tesis



Dra. Violeta Ariadna Rodriguez Castro

Directora



Dr. Elton Solís Esquivel

Director Externo

I. AGRADECIMIENTOS

Quiero brindar mi profundo agradecimiento a las siguientes personas: a mi padre Q.B.P. Gregorio Briones García, M.C. Marcela Leija Montoya, Biól. Gilberto Ruíz de la Cruz, Lic. Juan Pablo Hernández Medina, Biól. Marcelino Rangel Marroquín, Sheila Sabori Orozco y Jordy Abraham Ríos Medina por su apoyo durante en la realización del presente estudio. Al Dr. Leonel Romero Herrera por el apoyo para llevar a cabo esta investigación en las instalaciones de la Facultad de Agronomía Campus Marín, N.L. de la U.A.N.L.

Por otra parte, quiero brindar agradecimientos especiales a la Dra. Violeta Ariadna Rodríguez Castro, al Dr. Humberto Quiroz Martínez, a la Dra. Adriana Elizabeth Flores Suárez, al Dr. Roberto Mercado Hernández, al Dr. Gilberto Tijerina Medina y al Dr. Elton Solís Esquivel, por su apoyo, consejos, sugerencias y por el conocimiento que me aportaron durante mi estancia en la maestría, así como también por formar parte del comité de mi tesis.

Finalmente, quiero brindar gracias al Dr. Rubén Marcos González Iglesias y al programa de apoyo para la Investigación Científica y Tecnológica en el Proyecto Entomología Forense CN374-15 por su aporte financiero para la realización del presente estudio.

II. DEDICATORIAS

Primordialmente, quiero darle gracias a Dios, y dedicarle esta tesis en agradecimiento por todas las cosas que viví con mis compañeros y mis maestros a lo largo de toda la maestría en la Facultad de Ciencias Biológicas.

Dedico esta tesis a mis padres, Q.B.P. Gregorio Briones García y Q.B.P. Virginia Espinoza Velarde, gracias por todo su apoyo incondicional, especialmente a mi papá que me apoyó durante toda la fase de campo del presente estudio. No me queda más que decirles ¡GRACIAS TOTALES!

A mis hermanos Ángel y Carlos, que siempre querré lo mejor para ellos, les deseo mucho éxito en la vida laboral y profesional.

A mi sobrino Tadeo, te deseo mucho éxito ahora que estas próximo a entrar a la escuela primaria, así como también a mi ahijada María Fernanda, los quiero mucho.

A mis abuelitos Ángel, Virginia y Cruz, que en paz descansen, me hubiera gustado que estuvieran aquí, sin embargo, yo sé que estén donde estén siempre me cuidan, me vigilan y nunca me dejan solo. A mi abuelito Gil por sus consejos, sus excelentes anécdotas y todo su apoyo. Gracias abuelos.

A toda mi familia en general mis tíos y tías, mis primas y primos en especial a Eder, Dorian y Maybelline por su amistad y cariño, y por todos esos momentos que siempre pasamos juntos.

A mis amigos, compadres y compañeros Edson, Mary, Bruno, Walter, Víctor, Ángel, Anita, Selene, Pavel, Franco, Brenda, Willy, Cony, Ian, Bernardo, Emilio, Iñaki, Gisela, Carolina, Marco, IPS y a todos aquellos que pusieron un granito de arena en apoyo para la realización de mi tesis. Gracias por su amistad y por todas esas experiencias que vivimos a diario, por su confianza y todo su apoyo.

A mi amiga, novia y futura esposa Marcela Leija Montoya, por estar siempre a mi lado en los días de peor estrés, por escucharme, por hacer que viera la luz cuando me sentía perdido en un túnel sin salida y por apoyarme incondicionalmente en todo momento para la conclusión de este objetivo profesional. Te amo.

ÍNDICE

I. AGRADECIMIENTOS	iv
II. DEDICATORIAS	v
III. ÍNDICE DE TABLAS	viii
IV. ÍNDICE DE FIGURAS	ix
V. RESUMEN.....	x
VI. ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1. Aspectos históricos de la entomología forense	3
2.2. Biomodelos utilizados en estudios de fauna entomológica de importancia forense.....	5
2.3. Estudios de importancia forense.....	6
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. HIPÓTESIS.....	16
5. OBJETIVOS	17
5.1. Objetivo general	17
5.2. Objetivos específicos.....	17
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
6.1. Área de estudio.....	18
6.2. Diseño del estudio	19
6.3. Desarrollo del estudio.....	19
6.4. Registro del arribo de insectos	21
6.5. Colecta del material biológico.....	21
6.6. Identificación del material biológico.....	22
6.7. Sucesión de insectos	24
6.8. Análisis de datos.....	24
7. RESULTADOS.....	26
7.1. Arribo de insectos.....	26

7.1.1. Biomodelo expuesto a la intemperie	26
7.1.2. Biomodelo sumergido en agua	26
7.1.3. Biomodelo encajonado en madera.....	26
7.1.4. Biomodelo dentro de bolsa plástica negra.....	27
7.2. Índice de similitud de Sørensen.....	28
7.3. Insectos colectados	28
7.4. Índices ecológicos de riqueza y diversidad.	30
7.4.1. Índice de riqueza de Margalef	30
7.5. Índice de diversidad de Shannon-Weaver	32
7.6. Sucesión de insectos en los biomodelos.....	35
7.6.1. Biomodelo expuesto a la intemperie	35
7.6.2. Biomodelo sumergido en agua	37
7.6.3. Biomodelo encajonado en madera.....	39
7.6.4. Biomodelo dentro de bolsa plástica negra.....	41
7.7. Variables ambientales.....	44
8. DISCUSIÓN	45
9. CONCLUSIONES	49
10. BIBLIOGRAFÍA	50
11. RESUMEN BIOGRÁFICO	62

III. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Arribo de insectos en los diferentes biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	27
Tabla 2. Índice de similitud de Sørensen para los insectos registrados en los biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	28
Tabla 3. Insectos colectados de los biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	29
Tabla 4. Valores del índice de riqueza de Margalef para los insectos colectados de los biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	30
Tabla 5. Kruskal-Wallis: rangos y estadísticos de contraste para el índice de riqueza de Margalef.	31
Tabla 6. Índice de diversidad de Shannon-Weaver para los insectos colectados de biomodelos durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	32
Tabla 7. Kruskal-Wallis: rangos y estadísticos de contraste para el índice de diversidad de Shannon- Weaver.	33
Tabla 8. U de Mann-Whitney: estadísticos de contraste para el índice de diversidad de Shannon-Weaver.	34
Tabla 9. Sucesión de insectos en el biomodelo expuesto a la intemperie durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	36
Tabla 10. Sucesión de insectos en el biomodelo sumergido en agua durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	38
Tabla 11. Sucesión de insectos en el biomodelo encajonado en madera durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	40
Tabla 12. Sucesión de insectos en el biomodelo dentro de una bolsa plástica negra durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	43
Tabla 13. Variables ambientales registradas durante los períodos de muestreo en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	44

IV. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista general de “Las Presas Gemelas”. Facultad Agronomía. U.A.N.L. en Marín, Nuevo León.	18
Figura 2. Biomodelos utilizados durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.....	20
Figura 3. Índice de riqueza de Margalef para los insectos colectados de los biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.	30
Figura 4. Índice de diversidad de Shannon-Weaver para los insectos colectados de los biomodelos durante el periodo el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.....	32

V. RESUMEN

Existen factores que inciden para que los insectos puedan colonizar un cuerpo en descomposición; entre ellos los factores abióticos como la temperatura, la humedad, la velocidad del viento, las características geográficas entre otras, también las condiciones en que se encuentre el cadáver como expuesto a la intemperie, dentro de una bolsa plástica, envuelto en materiales textiles, enterrado, calcinado, sumergido en agua, etc., así como también los factores bióticos como las especies de fauna entomológica y la flora de un sitio en particular y finalmente, la accesibilidad de los insectos al cuerpo sin vida. Estos componentes impactan los arribos, la riqueza, la diversidad, y la sucesión de las especies de insectos que se encuentran en el cadáver. Por tal motivo, se planteó simular las condiciones en las que un cadáver puede ser encontrado. El objetivo general del estudio fue generar información taxonómica de insectos necrófagos en biomodelos (*Sus scrofa*) simulando condiciones de hallazgo de cadáveres expuestos a la intemperie, sumergidos en agua, encajonados en madera y en bolsas de plástico.

El estudio se efectuó en “Las Presas Gemelas” en Marín, Nuevo León, con cabezas de cerdo como biomodelos, semanalmente fueron colectadas muestras entomológicas de los biomodelos, registrando el estado de descomposición y las variables ambientales. El material biológico colectado se trasladó al Laboratorio de Entomología y Artrópodos, de la Facultad de Ciencias Biológicas para su identificación y proceso curatorial, se elaboró una base de datos que fueron analizados mediante índices ecológicos y estadística no paramétrica.

Durante el estudio los biomodelos desarrollaron periodos diferentes de descomposición, por efecto de las variables ambientales. Debido a lo anterior los arribos de insectos a las diferentes condiciones de biomodelos, la riqueza, y diversidad de especies, así como también la colonización y sucesión de insectos, fueron aspectos que resultaron afectados por las diferentes variables ambientales que se presentaron a lo largo del estudio, por lo que es importante tomarlas en cuenta al momento de llevar a cabo estimaciones de tiempo post mortem (IPM).

VI. ABSTRACT

There are factors that influence so that insects can colonize a decomposing body; among them, the abiotic factors such as temperature, humidity, wind speed, geographical characteristics among others, also the conditions in which the corpse is found as an element in the open, inside a plastic bag, wrapped in materials textiles, buried, calcined, submerged in water, etc., as well as biotic factors such as species of entomological fauna and the flora of a site in part and finally, the accessibility of insects to the body without life. These components impact the arrivals, the richness, the diversity and the succession of the species of insects found in the corpse. For this reason, the same conditions were raised in which a corpse can be found. The general objective of the study was to generate taxonomic information of necrophagous insects in biomodels (*Sus scrofa*) simulating conditions of corpses exposed to the weather, submerged in water, encased in wood and in plastic bags.

The study was carried out in "Las Presas Gemelas" in Marín, Nuevo León, with pig heads as biomodels, weekly entomological samples of biomodels were collected, recording the state of decomposition and environmental variables. The biological material collected was transferred to the Laboratory of Entomology and Arthropods, of the Faculty of Biological Sciences for its identification and curatorial process, a database was elaborated that were analyzed by ecological indexes and non-parametric statistics.

During the study, biomodels developed different periods of decomposition, due to the effect of environmental variables. Due to the above, the arrival of insects to the different conditions of biomodels, the richness, and diversity of species, as well as the colonization and succession of insects, were aspects that were affected by the different environmental variables that occurred along the study, so it is important to take them into account when carrying out post-mortem time estimates (IPM).

1. INTRODUCCIÓN

La entomología forense o médico legal estudia los insectos y otros artrópodos asociados a cuerpos en descomposición, los cuales aportan información que se utiliza como herramienta y/o evidencia en las investigaciones legales, teniendo como contribuciones la estimación del intervalo postmortem (IPM), estudios toxicológicos y moleculares, que ayudan a determinar la causa de muerte, la identificación de la víctima y traslados posibles del cadáver (Amendt *et al.*, 2011; Catts y Haskell, 2000; Byrd y Castner, 2001).

Durante el periodo de descomposición de un cuerpo, este sufre cambios, los cuales se clasifican en cuatro etapas: fresco, hinchado, descomposición y esqueletización (seco), a su vez cada una de las diferentes etapas atraen a una variedad de artrópodos, principalmente insectos necrófagos como moscas y escarabajos, (Dekeirsschieter *et al.*, 2009), una vez situados en los restos, los insectos utilizan el cadáver como fuente de alimento y sitio de ovoposición. Por otro lado, los insectos de importancia forense fungen como presas y/o hospederos, atrayendo a otros grupos de artrópodos depredadores y parasitoides de larvas de dípteros (Smith, 1973; Byrd y Castner, 2001).

La sucesión de insectos en un cadáver sigue un patrón definido, sin embargo, puede ser afectado por diferentes factores como ambientales y geográficos, además de una amplia variedad de condiciones en que un cuerpo sin vida puede ser encontrado (Goff, 2000). Una vez comprendida la sucesión, se llevan a cabo análisis de la entomofauna asociada a cadáveres y por este medio se estima el tiempo transcurrido desde la muerte, hasta que el cuerpo es encontrado o intervalo postmortem (IPM) (Anderson 2001). El intervalo postmortem, es muy importante desde el punto de vista de la criminalística y aspectos de justicia, para que las autoridades competentes puedan determinar si existe o no culpabilidad en un proceso donde se haya efectuado un crimen.

Algunos factores inciden en el tipo de insectos que colonizarán un cuerpo en putrefacción y esto causa variables en el proceso de descomposición. Deben ser tomados en cuenta; por ejemplo, en primer lugar el grupo de los factores abióticos, la temperatura del ambiente, la humedad relativa, la presión atmosférica, el tipo de suelo, la estación

del año; mientras que en el segundo grupo de factores los biológicos que se encuentran el hábitat del hallazgo (Fiene *et al.*, 2014)., un tercer factor lo constituyen las condiciones en que se encuentre el cadáver, por ejemplo la accesibilidad de los insectos al cuerpo sin vida, ya sea que el cadáver está enterrado o expuesto (Campobasso *et al.*, 2001). Todos estos factores mencionados anteriormente impactan directamente sobre la etología y ecología de los insectos, principalmente el tiempo de arribo, de permanencia y colonización, así como también la sucesión y la diversidad de los insectos que se encuentran en el cadáver (Fiene *et al.*, 2014).

Para el presente estudio se planteó como objetivo general generar información taxonómica de insectos necrófagos en biomodelos (*Sus scrofa*) simulando condiciones de hallazgo de cadáveres expuestos a la intemperie, sumergidos en agua, encajonados en madera y en bolsas de plástico.

2. ANTECEDENTES

2.1. Aspectos históricos de la entomología forense

La entomología forense no es una disciplina nueva, si bien carece de una base histórica de textos científicos existen libros antiguos donde se menciona la actividad y las interacciones de insectos y humanos. La biblia podría ser la primera fuente donde se mencionan a los insectos necrófagos. Sin embargo, no hacen referencia a la sucesión de insectos y la descomposición post mortem (Rivers y Dahlem, 2014).

Desde los escritos bíblicos trascurrieron muchos años antes que se utilizaran los insectos para resolver un crimen. No fue sino hasta el siglo XIII, en China, donde se llevó a cabo el primer registro de la utilización de esta herramienta. El investigador Sung Tz'u en su obra titulada *Washing Away of Wrongs*, narra un relato donde el cuerpo de un campesino fue encontrado con una herida causada por una hoz en un campo de arroz. Un día después del hallazgo del cadáver, este personaje, reunió a los trabajadores del campo con sus respectivas herramientas y descubrió que las moscas se posaban sobre una sola hoz, ya que aún se encontraban restos de sangre y tejido de la víctima, el trabajador, al sentirse presionado, confesó el crimen (Benecke, 2001).

Más tarde en Italia en el año 1667, el científico Francesco Redi demostró con sus experimentos que la teoría de la generación espontánea estaba equivocada, ya que los gusanos (larvas de dípteros) no aparecían espontáneamente en los cadáveres, sino que eclosionaban de los huevecillos depositados previamente por las moscas (Ross *et al.*, 1982).

El primer caso moderno donde se utilizó la entomología forense como herramienta sucedió en París, Francia en 1850. En ese año se halló el cadáver momificado de un recién nacido, durante una remodelación en una casa de alquiler. Se le realizó la necropsia al cuerpo y se encontraron evidencias de *Musca carnaria*, se estimó el tiempo post mortem de acuerdo al ciclo de vida de esta especie asociada a cadáveres y se llegó a la conclusión de que, el menor de edad había fallecido a mediados del año 1849. Posteriormente, las investigaciones se centraron en los habitantes de la vivienda

en esa época y a consecuencia de esto fueron arrestados, declarados culpables y sentenciados a muerte (Benecke, 2001).

Las publicaciones en la rama de la entomología médico legal continuaban surgiendo y en 1894, el entomólogo francés Jean Pierre Mégnin, conocido por sus trabajos en entomología forense, publicó en Francia el libro titulado “La faune des cadavres application de l'entomologie à la médecine légale”, obra que narra la importancia del análisis de especies de insectos y grupos de artrópodos encontrados en cadáveres para estimar el tiempo transcurrido desde el momento de la muerte hasta que el cuerpo es encontrado (Mégnin, 1894).

Durante el siglo XX uno de los casos más conocidos fue el del Dr. Buck Ruxton, en Dumfriesshire, Escocia en 1935. Dos cuerpos desmembrados se hallaron en un barranco, los cadáveres pertenecían a la esposa del Dr. Buck Ruxton y su ama de llaves. Al realizar la necropsia a los restos humanos se recuperaron larvas de dípteros, las cuales fueron enviadas a un laboratorio de la Universidad de Edinburgh, donde se identificaron como *Calliphora vicina*, y se estimó un tiempo mínimo de 12 a 14 días desde la muerte hasta el hallazgo de los cadáveres. Como resultado de las evidencias entomológicas, de los testimonios de los vecinos, de las manchas de sangre y los olores putrefactos reportados en la vivienda del doctor, éste fue declarado culpable de homicidio y condenado a muerte (Sharma *et al.*, 2015).

A partir del caso anterior, la entomología forense tomó más importancia y se desarrolló rápidamente alrededor del mundo. Actualmente, se implementa en los cinco continentes de manera exitosa para tratar de esclarecer casos donde se cometieron homicidios.

2.2. Biomodelos utilizados en estudios de fauna entomológica de importancia forense

Los artrópodos, principalmente los insectos asociados a la descomposición cadavérica han sido estudiados en un gran número de países alrededor del mundo, desde América del Norte hasta medio oriente y Oceanía. La mejor fuente de información es la experimentación con cuerpos humanos. Sin embargo, aspectos legales y éticos dificultan los estudios, por lo que se ha recurrido a biomodelos animales.

En los trabajos realizados para generar información, los listados de especies y la sucesión de insectos necrófagos de importancia forense se han utilizado diferentes biomodelos tales como cerdos de guinea (Bornemissza, 1957), zorros, lagartijas y sapos (Cornaby, 1974), ardillas (Johnson, 1975), ratones de campo (Lane, 1975), elefantes (Coe, 1978), impalas (Braack 1981), tortugas (Abell *et al.*, 1982), gaviotas (Lord y Burger, 1984a), focas (Lord y Burger, 1984b), gatos (Early y Goff, 1986), aves (Blacklith y Blacklith, 1990), ratas (Greenber, 1990; Tomberlin y Adler, 1998; Faucherre *et al.*, 1999; Kocarek, 2001), ratones (Putman, 1978; Moura *et al.*, 1997), osos negros (Anderson, 1998; Peters, 2003; Watson y Carlton, 2003), perros (Másmela, 2001), mapaches (Joy *et al.*, 2002), pollos (Martínez *et al.*, 2002), salmón (Chaloner *et al.*, 2002), lagartos (Watson y Carlton, 2003), venados (Watson y Carlton, 2003), conejos (Shi *et al.*, 2009), cerdos (Anton *et al.*, 2011; Mulieri *et al.*, 2012; Archer *et al.*, 2014), vísceras de res (pulmón e hígado) (Núñez y Liria, 2014), cobayos (Aguirre y Barragán, 2015), iguanas (López *et al.*, 2016) y tejido hepático de cerdo (Fuentes, 2017).

El animal más utilizado como biomodelo es *Sus scrofa*, debido a la semejanza que tiene con los tejidos del ser humano en aspectos como la piel y la flora intestinal, además la facilidad para adquirirlo y el manejo del mismo. Se ha documentado la semejanza que tiene el cerdo con el humano, ya que a lo largo de los estudios realizados se ha obtenido que la entomofauna asociada, así como sus patrones de colonización son similares (Campobasso *et al.* 2001). Goff (2000) realizó comparaciones entre estudios llevados a cabo individualmente y casos de homicidio donde se conocía el tiempo de muerte. Tomó como base esos datos y concluyó que el animal que más se aproxima a los patrones de descomposición de un humano adulto es el cerdo doméstico.

2.3. Estudios de importancia forense

Diversos autores han recopilado información valiosa a partir de numerosos estudios con biomodelos, y de casos en los que se describen las circunstancias bajo las cuales se presenta la entomofauna y la forma en que contribuye a la resolución de crímenes (Goff, 2000; Benecke, 2004; Nava-Hernández *et al.*, 2010; Quiroz-Martínez y Rodríguez-Castro, 2007; Byrd y Castner, 2009; Molina-Chávez *et al.*, 2010; Simmons *et al.*, 2010).

Los dípteros se encuentran entre los primeros grupos en arribar a un cuerpo en descomposición, atraídos por el olor de la sangre y por el generado en la putrefacción, es por eso que la mayoría de los estudios se basan en el desarrollo de estos insectos. Tener el conocimiento de la comunidad y la sucesión de moscas, en las diferentes estaciones, es esencial para el uso de estas como indicadores forenses. Para ello, en Lisboa, Portugal., se llevó a cabo un experimento, donde utilizaron lechones, como biomodelos, durante las cuatro estaciones. El número de especies registradas fue de 71, pertenecientes a 39 familias, siendo la etapa de hinchado la que mayor abundancia y riqueza presentó. En cuanto a estaciones, otoño presentó la mayor riqueza de especies, mientras que invierno la más baja. Las familias Calliphoridae, Muscidae y Fanniidae fueron las abundantes en todas las temporadas (Castro *et al.*, 2012).

Se realizó un estudio en el oasis Al-Ahsaa, Arabia Saudita, en el cual utilizaron cadáveres de conejo para examinar la descomposición durante las cuatro temporadas del año. En total se registraron 14 especies pertenecientes a 4 órdenes y 7 familias. La mayor parte de los individuos colectados pertenecieron a la familia Calliphoridae. Durante la estación de verano se presentó la mayor riqueza de insectos, así como también la tasa de descomposición fue más rápida comparada con las otras estaciones (Shaalán *et al.*, 2017).

En Cogua, Cundinamarca, Colombia se efectuó un estudio para evaluar la sucesión de especies de califóridos asociados a cuerpos de cerdos en descomposición en un ambiente de pastizales. Los dípteros fueron colectados durante siete meses posteriores al depósito de los cuerpos. Se colectaron 970 individuos de cinco especies de

califóridos, donde las más comunes fueron *Compsomyops verena* y *Chrysomya albiceps*. La mayor abundancia de insectos se encontró al inicio y al final de la etapa de hinchado. Con la información obtenida se confirmó la importancia de los califóridos para el establecimiento del intervalo post mortem, debido a que la sucesión de las especies ayuda a delimitar las diferentes etapas de descomposición cadavérica (Restrepo y Fagua, 2014).

En la ciudad del Saber, Clayton, Panamá se realizó un estudio para conocer la fauna entomológica presente en tejido hepático de cerdo doméstico. El tejido estuvo expuesto a la intemperie por 30 días a temperaturas entre 27 y 30 °C. Se colectaron 448 dípteros, los cuales pertenecen a 3 familias, 4 géneros y 5 especies. La especie más abundante fue *Cochliomyia macellaria*, seguida de los géneros *Chrysomya* y *Sarcophaga*, y finalmente la especie *Musca domestica* (Fuentes, 2017).

Por otra parte, los cuerpos sumergidos en agua presentan un proceso de descomposición diferente a los cadáveres encontrados en sistemas terrestres, por esta razón en el periodo enero-abril de 2007, en una zona rural de Facatativa, en los Andes colombianos, a una altitud de 2,614 m, se estudió la sucesión y roles tróficos de insectos necrófagos, para determinar el intervalo de inmersión postmortem, en dos ecosistemas de agua dulce. Se utilizaron dos cerdos de 20 kg, uno se colocó en una corriente y el segundo en un lago. El tiempo de putrefacción para el lago y arroyo fue de 74 y 80 días respectivamente. Se establecieron seis fases de descomposición: sumergida fresca, flotación temprana, descomposición flotante, deterioro hinchado, restos flotantes y restos hundidos. En las fases sumergidas del lago se encontraron trituradores como *Tropisternus* sp. y *Berosus* sp., y colectores del género *Chironomus* sp. Los depredadores Odonatos, únicamente se colectaron en las primeras fases. Durante la desintegración flotante y deterioro hinchado se presentaron escarabajos ditiscidos. En el arroyo se hallaron colectores de géneros *Hyaella* sp., y *Simulium* sp. en todas las etapas y *Oxelytrum discicolle* solo en las fases sumergidas (Barrios y Wolff, 2011).

En el Río Manzanares de la Comunidad Autónoma de Madrid, España se efectuó un estudio con el objetivo de determinar la sucesión faunística acuática asociada a la descomposición de dos cerdos domésticos, con el fin de establecer el intervalo post

mortem en ese río. Se colectaron insectos pertenecientes a Hydrophilidae, Gerridae (*Gerris* sp.), Calliphoridae (*Lucilia sericata*), Chironomidae (Rayo *et al.*, 2014).

En Texas, Estados Unidos se realizó un estudio para determinar el efecto que tienen los huevos de *Cochliomyia macellaria* al sumergirlos en agua. Los huevos fueron colectados y posteriormente sumergidos en agua durante diferentes periodos de tiempo y se registró la tasa de eclosión. Se encontró que los huevos que presentaron mayor supervivencia fueron los sumergidos durante un minuto, seguidos de aquellos que se sumergieron durante cero, dos y cinco minutos, y finalmente, los que fueron sumergidos durante siete y diez minutos (Akers, 2017).

Conocer la esperanza de vida de las especies de dípteros de interés forense es de vital importancia para una estimación precisa del intervalo post mortem. En Texas, Estados Unidos tuvo lugar un estudio con el objetivo de conocer la esperanza de vida de la especie *Chrysomya rufifacies*, para el cual se colectaron larvas de *C. rufifacies* silvestres y se llevaron hasta la etapa de adultos. Una vez que los adultos emergieron se sexaron y se registró el número de días que vivieron. Los datos obtenidos mostraron que los machos tienen una esperanza de vida mayor que las hembras (Collins, 2017).

Si bien los dípteros son el primer grupo en arribar a un cadáver en descomposición, el grupo de los coleópteros también es muy importante en fases avanzadas, debido a que algunos grupos incluso pueden reducir un cadáver a restos esqueléticos en solo 24 días (Byrd y Castner, 2009). Durante la primavera de 2002, en una finca, situada en una zona peri-urbana de Madrid, España, propiedad de la Universidad de Alcalá de Henares, se llevó a cabo un trabajo para estudiar la invasión de dípteros y coleópteros en las diferentes fases de descomposición que experimenta un cadáver. En el estudio se utilizaron tres cerdos como necrotrampa, los cuales se expusieron al sol durante toda la estación antes mencionada y protegidos con una jaula metálica, para evitar que animales de gran tamaño afectaran el experimento y así, solamente permitir el acceso a los artrópodos de importancia forense. Se encontró que los dípteros *Lucilia sericata*, moscas de la familia Sarcophagidae, *Hydrotaea aenescens* y *Musca vitripennis*, así como los coleópteros pertenecientes a la familia Histeridae, fueron las especies que estuvieron presentes con mayor frecuencia, mientras que las

menos comunes fueron *L. regalis*, *L. caesar*, *H. capensis* y *Anotylus unustus* (García 2004).

En un estudio llevado a cabo en Carabobo, Venezuela, se utilizaron vísceras de res (pulmón e hígado) con el objetivo de conocer la composición de insectos asociados a estos órganos y relacionar las distintas fases de descomposición con la entomofauna cadavérica. Para el orden de los dípteros se obtuvieron 127 individuos adultos pertenecientes a las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, y Piophilidae. Por otro lado, se colectaron 7 ejemplares adultos del orden coleóptera, pertenecientes a las familias Dermestidae y Cleridae (Núñez y Liria, 2014).

Para evaluar la sucesión de escarabajos carroñeros y depredadores, durante las estaciones del año, se realizó un estudio en Córdoba, Argentina, en el cual se utilizaron cerdos blancos como necrotrampas. En este trabajo se obtuvo como resultado que las especies necrófagas se constituían por *Dermestes maculatus* y miembros de las familias Nitidulidae y Trogidae. Por otra parte, se determinó que Staphylinidae, Cleridae e Histeridae, fungen como depredadores, principalmente de larvas de moscas que se alimentan del cuerpo en descomposición (Battán y Linhares 2011).

Los coleópteros generalmente se encuentran a partir de la fase de hinchado, por otra parte, los dípteros se presentan en las primeras etapas. Sin embargo, *Hermetia illucens* de la familia Stratiomyidae, llamada comúnmente mosca soldado, es atraída por etapas de descomposición avanzadas. Esta especie fue utilizada para estimar el IPM en un caso acontecido en la ciudad de Amapá, Brasil. Un niño fue raptado y 42 días después su cuerpo fue encontrado en avanzado estado de descomposición dentro de una bolsa de plástico, y asociados a este se descubrieron larvas de la especie mencionada. En el laboratorio de entomología forense del citado lugar, una vez que las moscas adultas emergieron, fueron identificadas como *H. illucens*. Al basarse en el ciclo de vida de este insecto, se determinó que el menor había sido asesinado el mismo día que fue secuestrado (Pujol *et al.*, 2008).

La mayoría de los estudios realizados utilizan cadáveres de animales y solo unos pocos han usado cuerpos y/o partes de humanos. En relación a esto, en el corregimiento

Juan Díaz, Panamá, se elaboró un estudio para determinar los insectos asociados a tres diferentes dietas de tejidos de cadáveres humanos. Se colectó entomofauna perteneciente al orden Díptera (Calliphoridae y Sarcophagidae) y concluyeron que los insectos necrófagos tienen mayor preferencia hacia el músculo estriado, seguido del tejido adiposo y finalmente, al músculo liso (González y Trejos, 2013).

En Shenzhen, China se elaboró un estudio para establecer diferencias entre la descomposición y los patrones de sucesión de cadáveres humanos y animales. Para ello se utilizaron restos de humano, cerdo y conejo, los cuales fueron colocados a la intemperie. Los resultados mostraron que el tiempo de descomposición fue más lento en el humano, seguido del cerdo y finalmente, en el conejo. La fauna de insectos necrófagos fue más compleja en el humano y en el cerdo, seguidos del conejo. También se encontró que todas las especies pertenecientes a Calliphoridae pudieron completar el desarrollo de una generación en humano y cerdo, mientras que en el conejo solo un subconjunto de especies terminó el desarrollo de una generación. Por otra parte, se determinó que los coleópteros generaron descendencia en humano y cerdo, mientras que en conejo no se produjo (Wang et al., 2017).

Las familias de importancia forense, que son encontradas frecuentemente, tanto en experimentos como en casos de muertes humanas en todo el mundo han sido estudiadas. Al sur de la capital de España, al interior de una quinta en el invierno del 2001, fueron hallados dos cadáveres en un estado de putrefacción avanzado. Se encontraron dípteros pertenecientes a Calliphoridae, Muscidae y Phoridae, así también coleópteros de las familias Cleridae, Dermestidae e Histeridae. Según los insectos identificados y la temperatura registrada en el lugar del hallazgo, se estimó que el deceso había ocurrido un año antes. Esto concordó con los testimonios de vecinos, quienes argumentaron haber tenido contacto por última vez con los occisos en noviembre de año 2000 (García *et al.* 2009).

En la República Mexicana, la entomología forense, es una disciplina relativamente nueva de investigación. Esto brinda un área de gran oportunidad para investigadores en la rama de criminalística y también, para todos los entomólogos forenses a nivel nacional.

Para comprender, la diversidad y la sucesión de insectos en ambientes agrarios y pastoral mexicanos, al sur del país, se realizó un estudio utilizando *Sus scrofa* vestido, con el fin de estudiar los coleópteros atraídos a la necrotrampa. En un ambiente agrícola a cielo abierto y en una zona boscosa sombreada. Se encontraron 6344 ejemplares, que pertenecen a 130 especies y 21 familias, de las cuales Staphylinidae, Scarabaeidae e Histeridae fueron las más abundantes. Por otro lado, también se tuvieron nuevos registros de escarabajos de importancia forense (Caballero y León, 2014).

En Zapopan, Jalisco, México se realizó un estudio para conocer la composición de especies de coleópteros en un ambiente de bosque de pino perturbado (BP) y una zona de cultivo de maíz (ZC). Se utilizaron como biomodelos cadáveres de iguana (*Iguana iguana*), paloma (*Columba livia*) y rata (*Rattus norvegicus albinus*). Un total de 59 morfoespecies fueron registradas, 26 compartidas, 14 propias de BP y 19 en ZC. Las familias más abundantes fueron Leiodidae y Scarabaeidae. Se encontraron diferencias significativas en las abundancias de ambos sitios y entre cadáveres. La mayor diversidad se registró en la zona de cultivo de maíz, el cadáver de reptil en esta misma zona fue el que presentó el mayor índice de diversidad, mientras que en BP fue el ave (*C. livia*) (López *et al.*, 2016).

Las condiciones ambientales que se presentan en el año a lo largo de las estaciones juegan un papel importante en la sucesión de los insectos en un cadáver, por esta razón se han realizado trabajos para determinar la abundancia de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae. En el estado de Durango, durante los años 2012 y 2013 experimentaron con cabezas de cerdo como necrotrampa. Se encontró que la especie *Lucilia sericata* (Calliphoridae) y el género *Euboettcheria* sp. (Sarcophagidae) fueron las más abundantes. En cuanto a las estaciones del año, otoño presentó la mayor diversidad de dípteros. Hay que destacar que en este estudio la familia Calliphoridae presentó su mayor diversidad en la época de invierno (Cáceres y Arlett, 2014).

Diferentes autores e investigadores han reportado en sus trabajos, especies de escarabajos y moscas en numerosas ocasiones. Para la zona del semidesierto de Coahuila, se implementó un ensayo donde utilizaron siete cerdos simulando cuerpos humanos con el fin de establecer la sucesión estacional de dípteros y coleópteros en un

área urbana. Encontraron que las especies de mayor relevancia y abundancia desde el punto de vista entomológico forense, fueron *Lucilia sericata* (Meigen), *Chrysomya rufifacies* (Macquart), *Necrobia rufipes* (DeGeer) y *Dermestes maculatus* (Valdés *et al.*, 2010).

En Tapachula, Chiapas, México tuvo lugar una investigación donde se analizaron los insectos asociados a cadáveres y su relación con los estados de descomposición para la estimación del intervalo *post mortem*. Fueron utilizados cadáveres de rata (*Rattus norvegicus*) y de cerdos (*Sus scrofa*) como biomodelos, los cuales fueron expuestos durante la época de secas y de lluvia. Se identificó a Calliphoridae como la primera familia de dípteros en arribar al cadáver durante las fases fresca y enfisematosa, seguida de especies pertenecientes a Sarcophagidae y Muscidae. Posteriormente, durante las fases de descomposición activa y avanzada se registraron coleópteros de las familias Histeridae, Cleridae y Staphylinidae. Finalmente, la entomofauna cadavérica disminuyó considerablemente en la etapa de esqueletización predominando los coleópteros (Recinos, 2014).

La temporada del año es un factor a considerar al estimar intervalo *post mortem*. Sin embargo, la condición en la cual se encuentra el cadáver también juega un papel importante, por tal motivo se han llevado a cabo estudios encaminados a determinar este efecto. En Cadereyta Jiménez, Nuevo León, México se efectuó un estudio para determinar la diversidad y sucesión de insectos asociados a necrotrampas enterradas y expuestas a la intemperie a lo largo de un año. La toma de muestras se realizó semanalmente registrando 41 géneros/especies pertenecientes a 19 familias de los órdenes Coleóptera, Hymenoptera y Díptera. Para la condición expuesta y enterrada se identificaron 30 y 28 géneros/especies respectivamente, de los cuales únicamente 16 fueron compartidos (Rodríguez *et al.*, 2016).

Las autoridades de justicia se han ido involucrando poco a poco con especialistas en la rama de la entomología para realizar estudios de entomología médico legal en cadáveres humanos, como por ejemplo el caso con la fiscalía del estado de Coahuila en el año 2008. El trabajo se realizó en un área abierta, con una vegetación constituida por diferentes especies de pinos. Para proteger el cuerpo donado por las autoridades del

estado se elaboró una jaula, con el fin de aislar el cadáver de depredadores carroñeros. Encontraron que *Lucilia sericata* y *Calliphora coloradensis*, fueron las especies de mayor abundancia (Vergara *et al.*, 2012).

Los últimos años, en todo México, se ha vivido una ola de violencia., siendo Nuevo León, una de las entidades más afectadas en este aspecto, lo que ha dejado un sin número de personas asesinadas. Las autoridades encargadas de la criminalística en el estado son los encargados de llevar a cabo las pruebas necesarias para identificar los restos humanos encontrados.

En un caso reportado para el estado de Nuevo León, donde el cadáver hallado se encontraba calcinado y los tejidos no eran viables para realizar un análisis de identificación con ADN, se aisló ADN humano del tracto gastrointestinal de larvas pertenecientes a las familias Calliphoridae y Sarcophagidae, que fueron colectadas del cuerpo durante la necropsia. Mediante el análisis realizado se logró identificar a la persona, siendo esta la primera ocasión donde se utiliza la entomología forense para identificar a una víctima en un caso penal (Chávez *et al.*, 2013).

En el estado de Nuevo León se han presentado casos donde se sospecha que el cadáver o parte del cadáver humano presenta sustancias tóxicas. Para detectar estos químicos existen protocolos establecidos dentro del Instituto de Criminalística y Servicios Periciales. Sin embargo, la entomotoxicología la cual utiliza insectos o parte de ellos que se localizan en el cuerpo es una alternativa para poder detectar dichos componentes. La presencia de tóxicos en el cadáver puede repercutir en el desarrollo de los insectos necrófagos, y por lo tanto en la estimación del intervalo post mortem. Por otra parte, mediante los insectos puede determinarse la presencia en el cuerpo de la sustancia de la cual se tiene sospecha.

En la Procuraduría de Justicia del Estado de Nuevo León, se analizaron cadáveres y/o fragmentos de humanos, de los cuales se tenía la sospecha de la presencia de sustancias tóxicas. Se realizaron estudios toxicológicos para rastrear psicotrópicos, estupefacientes y alcohol etílico. Para ello se colectaron larvas de *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya rufifacies*, *Sarcophaga haemorrhoidalis* y *Musca domestica*.

Mediante un cromatógrafo de líquidos de alta resolución se detectó cocaína en las larvas recuperadas de cuatro cuerpos, con excepción de *S. haemorrhoidalis* (Solís *et al.*, 2016).

Otros de los compuestos químicos que pueden repercutir en el desarrollo de las colonias de insectos en los cadáveres son los insecticidas, por lo cual se han implementado estudios para determinar dicho efecto en la fauna cadavérica. En el estado de Nuevo León, México se desarrolló un estudio con el objetivo de determinar el efecto de tres insecticidas (paratión metílico y carbofurano) en la longitud de larvas de dípteros de la especie *Chrysomya rufifacies*, la cual es de las primeras en arribar a cadáveres en descomposición (Byrd y Castner, 2009). En los resultados obtenidos no se observó una diferencia significativa en el crecimiento al comparar larvas expuestas a los insecticidas en relación con sus controles libres de químicos (Solís, 2014).

3. JUSTIFICACIÓN

Con el convenio de colaboración entre la Facultad de Ciencias Biológicas y la Procuraduría General de Justicia del Estado de Nuevo León, específicamente el Instituto de Servicios Periciales sobre “Biología Forense”, se han diseñado una serie de investigaciones de las cuales la institución de justicia ha manifestado interés en desarrollar, ya que se han presentado casos donde algunos insectos se han encontrado en el cadáver y se carece de información que pudiera apoyar la solución de algún hecho delictivo. Ha sido de esa manera que se originó la presente propuesta donde serán simuladas cuatro condiciones en las que un cadáver puede ser encontrado y con el uso de biomodelos se obtendrán resultados que apoyarán la investigación en criminalística. Por tal motivo, se plantea simular las condiciones de un cadáver expuesto a la intemperie, sumergido en agua, encajonado en madera y dentro de bolsas de plásticas negras.

4. HIPÓTESIS

Los arribos, la riqueza, la diversidad y la sucesión de insectos necrófagos se ven alteradas por las condiciones de exposición a la intemperie, sumergido en agua, encajonado en madera y dentro de bolsas plásticas negras, en las que un cadáver es encontrado.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Generar información taxonómica de insectos necrófagos en biomodelos (*Sus scrofa*) simulando condiciones de hallazgo de cadáveres expuestos a la intemperie, sumergidos en agua, encajonados en madera y en bolsas de plástico.

5.2. Objetivos específicos

Determinar el arribo de insectos necrófagos en biomodelos (*Sus scrofa*) simulado condiciones de exposición a la intemperie, sumergidos en agua, encajonados en madera y en bolsas de plástico, en “Las Presas Gemelas”, en Marín, Nuevo León.

Determinar la riqueza de insectos necrófagos en biomodelos (*Sus scrofa*) bajo las condiciones y localidad ya citadas.

Determinar la diversidad de insectos necrófagos en biomodelos (*Sus scrofa*) bajo las condiciones y localidad ya citadas.

Determinar la sucesión de insectos necrófagos en biomodelos (*Sus scrofa*) bajo las condiciones y localidad ya citadas.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo durante el periodo de junio de 2015 a abril de 2016, en “Las Presas Gemelas”, las cuales son embalses localizados dentro del área experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el kilómetro 15.5 de la carretera Zuazua-Marín en el municipio de Marín, Nuevo León, México, en las coordenadas 100°02'32.5" O y 25°53'36.5" N (Figura 1).



Figura 1. Vista general de “Las Presas Gemelas”. Facultad Agronomía. U.A.N.L. en Marín, Nuevo León.

El sitio presenta una vegetación de tipo matorral espinoso tamaulipeco, constituido principalmente por las especies *Acacia rigidula* Benth. “chaparro prieto”, *Prosopis glandulosa* Torr. “mezquite”, *Yucca filifera* Chabaud. “yuca”, *Leucophyllum texanum* Benth “cenizo”, *Cordia boissieri* A. DC “anacahuita”, *Acacia farnesiana* (L.) Willd. “huizache”, entre otras. El lugar se caracteriza también por ser una zona agrícola, donde se siembra principalmente *Zea mays* L. “maíz”, *Sorghum vulgare* Pers “sorgo forrajero” y *Avena sativa* L. “avena”, *Solanum lycopersicum* L “tomate”, *Cucurbita* sp. “calabaza”, *Capsicum annuum* L. “chile jalapeño y serrano”, *Allium cepa* L. “cebolla”, *Raphanus raphanistrum* L. “rabanos”, *Lactuca sativa* L. “lechuga” y *Phaseolus vulgaris* L. “frijol”.

Este sitio presenta una precipitación pluvial anual que varía de 400 a 600 mm, la temperatura media es de 22 a 24 °C al año y tiene 6 a 8 meses secos. Las Presas Gemelas, son embalses utilizados para el riego de los cultivos de la Facultad de Agronomía y es sustentada por el Río Salinas, que pasa por límites de los predios de la U.A.N.L.

6.2. Diseño del estudio

Se utilizaron cabezas de cerdo (*Sus scrofa*) como biomodelos, representando un cuerpo cercenado cada una con un peso aproximado de 5 kg, las cuales fueron expuestas a diferentes condiciones simulando escenarios en los que un cadáver puede ser encontrado como a) expuesto a la intemperie, b) sumergidos en agua, c) encajonados en madera y d) dentro de bolsas plásticas negras. Con la intención de cubrir cada una de las estaciones del año fue necesario llevar a cabo 4 periodos de muestreo, iniciando en la estación de verano, continuando con otoño, seguida de invierno y finalmente, primavera. En cada período fueron utilizadas 12 cabezas de cerdo, colocándose 3 por cada una de las 4 condiciones de exposición, dando un total de 48 para todo el estudio. El periodo de exposición de cada uno de los biomodelos dependió de la velocidad en la que se desarrollaron las etapas de descomposición.

Los periodos de muestreo para cada estación fueron los siguientes: el primero se realizó en verano de 25 de junio al 23 de julio de 2015; el segundo fue en otoño de 26 de septiembre al 24 de octubre de 2015; el tercero en invierno de 9 de enero al 27 de febrero de 2016 y el cuarto y último se llevó a cabo en primavera de 2 al 30 de abril de 2016. Es de importancia resaltar que se tomó la etapa de esqueletización como el final del proceso de descomposición y, por lo tanto, la culminación para cada período de muestreo para las cuatro condiciones en las que fueron expuestos los biomodelos.

6.3. Desarrollo del estudio

Para evitar la alteración del estudio por animales carroñeros las cabezas de cerdo (*Sus scrofa*) fueron colocadas en posición lateral al interior de jaulas metálicas con una dimensión de 40 X 40 X 40 cm, elaboradas con marcos de alambre galvanizado calibre

10 de diámetro; fueron cubiertas con un enrejado elaborado con alambre calibre 12.5 del mismo material mencionado anteriormente.

Para el biomodelo expuesto a la intemperie fueron colocadas cabezas de cerdo al interior de las jaulas metálicas. Por otra parte, en el biomodelo sumergido en agua las cabezas de cerdo primeramente se colocaron al interior de las jaulas y posteriormente fueron sumergidas en agua (120 L), dentro de una palangana de polipropileno de 84 cm de diámetro por 45 cm de altura con capacidad de 150 litros. Por su parte el biomodelo dentro de una bolsa plástica consistió en colocar las cabezas de cerdo por separado al interior de bolsas de basura de color negro de uso doméstico y posteriormente introducirlas a las jaulas metálicas. Por último, para el biomodelo encajonado las cabezas de cerdo fueron ubicadas al interior de cajones, los cuales se fabricaron de madera tipo triplay, con las mismas dimensiones de las jaulas metálicas descritas anteriormente (Figura 2). La ubicación de los biomodelos se realizó de manera aleatoria en el sitio que se describe en la sección del área de estudio.



Figura 2. Biomodelos utilizados durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

6.4. Registro del arribo de insectos

Para determinar los arribos de los insectos de importancia forense, fue necesario llevar a cabo su registro mediante observaciones, estas se realizaron semanalmente iniciando con el montaje en el área del estudio, fueron de 5 minutos por cada uno de los biomodelos cada hora a partir de las 11:00 y hasta las 14:00 horas, tiempo en que los insectos presentan mayor actividad. Por otra parte, también se tomaron evidencias fotográficas de los insectos que arribaron, es importante mencionar que se tomó como un arribo cada vez que un insecto se posaba sobre los diferentes biomodelos.

6.5. Colecta del material biológico

La colecta de la entomofauna cadavérica se llevó a cabo semanalmente durante el proceso de descomposición de las cabezas de cerdo. Los insectos fueron colectados directamente tomando larvas y adultos presentes en regiones como mejillas, hocico, orejas, fosas nasales y la parte posterior de la cabeza donde se realizó el corte, para este proceso se utilizaron pinzas de disección de punta fina, posteriormente los ejemplares fueron colocados en tubos con alcohol etílico al 70% debidamente etiquetados. Las larvas de dípteros primeramente se sacrificaron en agua caliente, con el fin de mantenerlas relajadas y evitar su contracción, esto para facilitar el proceso de identificación, posteriormente se fijaron en alcohol etílico al 70 %. Adicionalmente se utilizó una red entomológica para capturar dípteros adultos y otros insectos voladores que igualmente fueron fijados en alcohol y debidamente etiquetados. El total de los insectos adultos que fueron colectados se colocaron en viales con alcohol etílico al 70%. Durante cada día de colecta se llevó a cabo el registro de la fecha del muestreo y la etapa de descomposición.

Las variables ambientales como la temperatura ambiental, la humedad relativa y la velocidad del viento fueron registradas con ayuda de un medidor meteorológico de bolsillo marca Kestrel modelo 400 cada día de muestreo antes de iniciar la colecta. Por otra parte, mediante se llevaba a cabo la colecta de la fauna entomológica se registró la temperatura de cada uno de los biomodelos mediante un termómetro de LO-toxTM marca Brannan.

6.6. Identificación del material biológico

El material colectado se trasladó al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León donde se efectuó el proceso curatorial correspondiente, el material se lavó con agua destilada y con la ayuda de las pinzas entomológicas y un microscopio estereoscopio marca ZEISS, se separaron los ejemplares afines en viales con alcohol etílico al 70 %.

Con respecto a la identificación del material biológico fueron utilizadas las claves taxonómicas de Adrich, (1916), Roberts (1930), Hall, (1948), Smith, (1973 y 1986), Slater y Baranowski, (1978), Arnett *et al.*, (1980), Carlton, (1987), Mackay y Mackay, (1989), Peacock (1933), Wells *et al.*, (1999), de Carvalho (2002), Greenberg y Kunich (2002), CDC (2003), Benecke, (2004), Triplehorn y Johnson (2005), Whitworth, (2006), Thyssen (2009) y Rochefort *et al.*, (2015).

Una vez que se identificó el total del material biológico colectado, se elaboró una base de datos, donde fue incluido el número de individuos, así como también las categorías taxonómicas de los insectos que estuvieron presentes en las diferentes condiciones a las que fueron expuestos los biomodelos, esto nos permitió analizar la información mediante índices ecológicos y estadística no paramétrica.

Los insectos identificados y que se encontraban en buenas condiciones morfológicas, fueron separados en dos grupos. El primero de ellos con un total de 7,257 individuos fue preservado en alcohol al 96%. Por otra parte, el segundo grupo conformado por 148 insectos fue montado en seco.

Para la preservación en alcohol, los insectos fueron colocados en viales con alcohol etílico al 96%, tapados con algodón y debidamente etiquetados con información de la localidad donde fueron colectados, fecha, colector, biomodelo, categoría taxonómica y determinador. Las etiquetas que fueron utilizadas para los viales contaban con medidas de 0.9 x 1.9 cm. Posteriormente, los viales fueron separados por fecha de colecta y depositados en un frasco de plástico con una cama de algodón y saturado con

alcohol etílico al 96% para evitar la pérdida de alcohol de los viales y también se etiquetaron con datos del sitio de colecta como estado, municipio, localidad, coordenadas geográficas, hábitat, microhábitat, fecha, colector y determinador, dichas etiquetas tuvieron una dimensión de 6.24 x 9.5 cm.

Por otra parte, para el montaje en seco los insectos fueron colocados sobre una gradilla de madera y con ayuda de pinzas entomológicas se fijó el ejemplar, posteriormente con un alfiler entomológico se realizó una inserción a través del metatórax procurando siempre que quedara situado al extremo derecho del ejemplar. Una vez que se realizó la inserción los individuos se colocaron sobre una base de unicel y fueron ubicados en posición correcta, es decir que el alfiler debe mantenerse en posición perpendicular a los ejes longitudinal y transversal del insecto y los apéndices fueron ubicados en determinada posición según su grupo utilizando agujas y alfileres incrustados en el unicel y los dejamos esclerotizar por 3 días. En el caso de insectos muy pequeños, estos fueron adheridos al vértice de piezas triangulares de papel opalina con dimensiones de 0.5 x 1.3 cm, mediante pegamento vinílico y a dicha pieza triangular se le realizó una inserción con el alfiler entomológico. Una vez que los insectos conservaron la posición que se le dio, fueron colocadas las etiquetas de 0.9 x 1.9 cm con información de la localidad donde fueron colectados, fecha, colector, biomodelo, categoría taxonómica y determinador.

Una vez que los insectos fueron preservados en alcohol etílico al 96% y montados en seco, se elaboró una base de datos donde fueron incluidos la categoría taxonómica, estadio, número de individuos, fecha, localidad, coordenadas, hábitat, microhábitat, colector, determinador, tipo de preservación, temperatura ambiental, humedad, velocidad del viento, biomodelo, temperatura de los biomodelos, altitud, método de colecta y literatura consultada. Finalmente, los insectos fueron incorporados en la Colección Entomológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

6.7. Sucesión de insectos

Primeramente, para separar las diferentes etapas de descomposición que se presentaron en los biomodelos se utilizó el criterio mencionado por Dekeirsschieter *et al.* (2009), donde un cadáver experimenta las siguientes fases:

1. Fresco: periodo entre la muerte y los primeros signos de hinchazón.
2. Hinchado: el mecanismo de putrefacción genera la acumulación de gases producto de la descomposición por bacterias anaerobias causando hinchazón del cadáver.
3. Descomposición: esta etapa se divide en descomposición activa y descomposición avanzada, donde la primera se caracteriza por el oscurecimiento de la piel y la liberación de gases; y en la segunda, el cadáver se deshidrata y los restos son piel, cartílago, pelo, huesos y algunos fragmentos de carne.
4. Esqueletización: los únicos restos son huesos y cabello.

Para determinar la sucesión de insectos en los biomodelos expuesto a la intemperie, sumergido en agua, encajonado en madera y dentro de una bolsa plástica negra se tomaron en cuenta todos los insectos que fueron colectados en el presente estudio, así como también los arribos registrados únicamente durante las observaciones realizadas el día que fueron colocados los biomodelos. Se contaron y fueron ordenados cronológicamente por cada condición y fase de descomposición.

6.8. Análisis de datos

Para determinar las semejanzas en cuanto a las especies que arribaron a los diferentes biomodelos se utilizó el índice de similitud de Sørensen (Sørensen, 1948):

$$I_S = 2C / A + B$$

Donde:

A = Número de especies de la condición A.

B = Número de especies de la condición B.

C = Número de especies que comparten ambas condiciones.

Para establecer la riqueza de los insectos necrófagos, presentes en las diferentes etapas de putrefacción y las distintas condiciones, se empleó el índice de Margalef (Margalef, 1951), el cual se basa en la abundancia proporcional de las especies.

$$D_{Mg} = (S-1)/\ln N$$

Donde:

D_{Mg}: Índice de riquezas de especies de Margalef.

S: Número total de especies.

N: Número total de individuos.

Finalmente, para determinar la diversidad de los insectos necrófagos a lo largo del proceso de descomposición de las cabezas de cerdo, en las diferentes condiciones, se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949):

$$H' = -\sum (p_i) (\log p_i)$$

Donde:

p_i = N_i / N.

N_i = Número de especies por día de colecta.

N = Número total de individuos.

Para la elaboración del índice de similitud de Sørensen se utilizó el programa de Office Excel 2016 y para los índices de riqueza de Margalef y Diversidad de Shannon-Weaver se implementó el programa estadístico Past versión 3.11.

Además, se usó el software IBM SPSS STATISTICS versión 20, para aplicar la prueba de Kruskal-Wallis y determinar las diferencias en las medias de los índices de riqueza de Margalef y diversidad de Shannon-Weaver entre los diferentes biomodelos. Por otra parte, para determinar las muestras en donde se encontraba diferencia significativa se aplicó la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney para cada par de muestras.

7. RESULTADOS

7.1. Arribo de insectos

7.1.1. Biomodelo expuesto a la intemperie

Durante el estudio se realizaron observaciones que registraron un promedio de 387.17 (± 1557.48) arribos, los cuales pertenecieron a 3 órdenes, 19 familias, 11 géneros y 11 especies. Los insectos que presentaron mayor número de arribos fueron las hormigas de la familia Formicidae, seguidas de los dípteros pertenecientes a Calliphoridae (*Calliphora vomitoria* Linnaeus, *Chrysomya megacephala* Fabricius, *C. rufifacies* Macquart, *Cochliomyia macellaria* Fabricius) y Muscidae (*Musca domestica* Linnaeus). Por lo contrario, los insectos con solo un avistamiento fueron los incluidos en las familias Histeridae, Staphylinidae, Stratiomyidae (*Hermetia illucens* Linnaeus), Asilidae, Syrphidae, Calliphoridae (*Lucilia cuprina* Wiedmann) y Neriidae (Tabla 1).

7.1.2. Biomodelo sumergido en agua

Mediante las observaciones llevadas a cabo durante el presente estudio, se registraron en promedio 271.00 (± 543.53) arribos. Los insectos correspondieron a 3 órdenes, 16 familias, 12 géneros y 11 especies. Dentro de los arribos las familias con mayor número de arribos corresponden en primer término a Muscidae (*M. domestica*), seguidamente Calliphoridae (*Ca. vomitoria*, *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria* y *L. sericata*) y Fanniidae (*Fannia* sp.). Por otra parte, las familias con menor número de arribos registrados (un arribo) corresponden a Scarabaeidae (*Canthon* sp.), Dermestidae (*Dermestes caninus* Germar), Tabanidae y Calliphoridae (*L. sericata* Meigen) (Tabla 1).

7.1.3. Biomodelo encajonado en madera

Las observaciones realizadas permitieron registrar un promedio de 608.00 (± 721.88) arribos, los cuales correspondieron a 3 órdenes, 14 familias, 11 géneros y 10 especies. El mayor número de arribos pertenece primeramente a la familia Phoridae, seguidas de Dermestidae (*D. caninus*) y Formicidae. En cambio, las familias que registraron únicamente un solo arribo fueron Histeridae, Nitidulidae (*Carpophilus* sp.), Stratiomyidae (*H. illucens*) y Calliphoridae (*L. sericata*) (Tabla 1).

7.1.4. Biomodelo dentro de bolsa plástica negra

Para esta condición se registró un promedio de arribos de 253.50 (\pm 494.16), correspondieron a 3 órdenes, 17 familias, 11 géneros y 10 especies. Los insectos con el mayor número de arribos pertenecieron a la familia Formicidae, seguida de Calliphoridae (*Ca. vomitoria*, *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies* y *Co. macellaria*) y Dermestidae (*D. caninus*). Por lo contrario, Nitidulidae (*Capophilus* sp.) y Sciomyzidae registraron únicamente un arribo respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Arribo de insectos en los diferentes biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Orden	Familia	Género/Especie	Expuesto	Sumergido	Encajonado	Bolsa
Coleoptera	Histeridae		1		1	8
	Staphylinidae		1			
	Trogidae					2
	Scarabaeidae	<i>Canthon</i> sp.		1		
	Dermestidae	<i>Dermestes caninus</i>	69	1	1868	789
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	226	10	1030	481
	Nitidulidae	<i>Carpophilus</i> sp.			1	1
	Tenebrionidae		2			
Hymenoptera	Formicidae		7520	402	1706	2148
Diptera	Stratiomyidae	<i>Hermetia illucens</i>	1	3	1	6
	Tabanidae			1		
	Asilidae		1			2
	Phoridae		3	9	2026	27
	Syrphidae		1			
	Calliphoridae	<i>Calliphora vomitoria</i>	5	3		36
		<i>Chrysomya megacephala</i>	81	305	101	60
		<i>Chrysomya rufifacies</i>	199	245	835	308
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	259	1012	782	390
		<i>Lucilia curpina</i>	1			
		<i>Lucilia sericata</i>		1	1	
	Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	17	1102	358	44
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	244	2126	1248	383
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i>	29	56	41	116
		<i>haemorrhoidalis</i>				
	Neriidae		1	2		
Piophilidae	<i>Piophila casei</i>	177	23	185	194	
Ulidiidae		11	53	28	5	
Sciomyzidae		8	25		1	
Chloropidae		48	40	124	69	
Total			8905	5420	10336	29731
Promedio			387.17	271.00	608.00	253.50
Desvest.			1557.48	543.53	721.88	494.16

7.2. Índice de similitud de Sørensen

Para conocer el grado de similitud entre los cuatro biomodelos respecto a las especies de insectos que arribaron a cada uno de ellos durante el presente estudio, fue utilizado el coeficiente de similitud de Sørensen. Para ello se realizaron comparaciones entre los cuatro diferentes biomodelos, dando como resultado que la comparación entre el encajonado en madera y el de la bolsa de plástico fue la de mayor similitud ($I_s=0.86$), seguida de bolsa con expuesto ($I_s=0.84$), después encajonado con sumergido ($I_s=0.81$), bolsa con sumergido ($I_s=0.80$) sumergido con expuesto a la intemperie ($I_s=0.79$) y por último, la comparación entre el expuesto a la intemperie y el encajonado en madera, obtuvieron el menor valor de similitud ($I_s=0.75$) (Tabla 2).

Tabla 2. Índice de similitud de Sørensen para los insectos registrados en los biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Biomodelo	Expuesto	Sumergido	Encajonado	Bolsa
Expuesto	1	0.79	0.75	0.84
Sumergido	0.79	1	0.81	0.80
Encajonado	0.75	0.81	1	0.86
Bolsa	0.84	0.80	0.86	1

7.3. Insectos colectados

En los biomodelos utilizados en el presente estudio fueron colectados un total de 8,087 insectos, los cuales pertenecen a 4 órdenes, 26 familias, 30 géneros y 23 especies. La familia con la mayor densidad de insectos colectados fue Calliphoridae (*Ca. vomitoria*, *Ch. albiceps* Wiedemann, *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria*, *Phormia regina* Meigen, *Lucilia* sp., *L. cuprina*, *L. sericata*), seguida de Dermestidae (*D. caninus*) y Muscidae (*M. domestica*). Por otro lado, las familias con un solo ejemplar colectado fueron Rhinotermitidae, Nitidulidae (*Glichrochilus* sp.), Peridalpidae, Chalcididae, Vespidae, Formicidae (*Atta* sp.), Syrphidae, Calliphoridae (*C. albiceps* y *Lucilia* sp.) y Neriidae (Tabla 3).

Tabla 3. Insectos colectados de los biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Orden	Familia	Género/Especie	Expuesto	Sumergido	Encajonado	Bolsa	
Isoptera	Rhinotermitidae					1	
Coleoptera	Carabidae				3	1	
	Histeridae	<i>Hister</i> sp.	3	1	3	1	
		<i>Euspilotus</i> sp.	4	1	1	6	
		<i>Saprinus lugens</i>	1		1		
	Staphylinidae	<i>Ocyota</i> sp.	3				
		<i>Philontus</i> sp.	4				
	Scarabaeidae	<i>Canthon</i> sp.		8			
	Dermestidae	<i>Dermestes caninus</i>	661	1	175	257	
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	175	1	75	114	
	Nitidulidae	<i>Glischrochilus</i> sp.	1				
<i>Carpophilus</i> sp.		8		8	4		
Hymenoptera	Peridalpidae				1		
	Chalcididae					1	
	Halictidae			2		2	
	Vespidae					1	
	Formicidae	<i>Atta</i> sp.			1		
		<i>Camponotus rasilis</i>			4		
		<i>Crematogaster</i> sp.			45		
		<i>Labidus coecus</i>					13
		<i>Monomorium</i> sp.	11	2			
		<i>Paratrechina</i> sp.	150	1	26	20	
		<i>Pheidole dentata</i>	37	1	34	22	
		<i>Pogonomyrmex barbatus</i>				4	
	<i>Pseudomirmex</i> sp.		1	1			
<i>Solenopsis invicta</i>	75		9	19			
Diptera	Stratiomyidae	<i>Hermetia illucens</i>		1	3	37	
	Asilidae				1	1	
	Phoridae		2	6	403	1	
	Syrphidae					1	
	Calliphoridae	<i>Calliphora vomitoria</i>	4	1	15		
		<i>Chrysomya albiceps</i>		1			
		<i>Chrysomya megacephala</i>	31	129	33	7	
		<i>Chrysomya rufifacies</i>	128	148	136	277	
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	45	2091	202	112	
		<i>Phormia regina</i>				3	
		<i>Lucilia</i> sp.	1				
		<i>Lucilia cuprina</i>		2	20	1	
		<i>Lucilia sericata</i>	1	1	2	18	
		Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	15	282	160	94
	<i>Fannia benjamini</i>			8	4		
	<i>Fannia canicularis</i>				17		
	<i>Fannia scalaris</i>				5	1	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	43	316	134	127	
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	64	50	102	215	
	Neriidae					1	
Piophilidae	<i>Piophila casei</i>	61	3	122	205		
Ulidiidae			15	14			
Sciomyzidae			12		1		
Chloropidae		22	106	4	14		
Total			1550	3241	1714	1582	

7.4. Índices ecológicos de riqueza y diversidad.

Para la implementación de los índices ecológicos como el Índice de Riqueza de Margalef y el Índice de Diversidad de Shannon-Weaver fueron utilizados los datos obtenidos de las colectas de insectos en los diferentes biomodelos a lo largo del estudio.

7.4.1. Índice de riqueza de Margalef

Mediante este índice se determinó que el valor de riqueza más alto se presentó en el biomodelo dentro de la bolsa plástica ($D_{Mg}=4.48$), seguido del encajonado en madera ($D_{Mg}=3.89$), después el sumergido en agua ($D_{Mg}=3.59$) y finalmente, el menor valor se registró para el expuesto a la intemperie ($D_{Mg}=3.27$) (Figura 3) (Tabla 4).

Figura 3. Índice de riqueza de Margalef para los insectos colectados de los biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

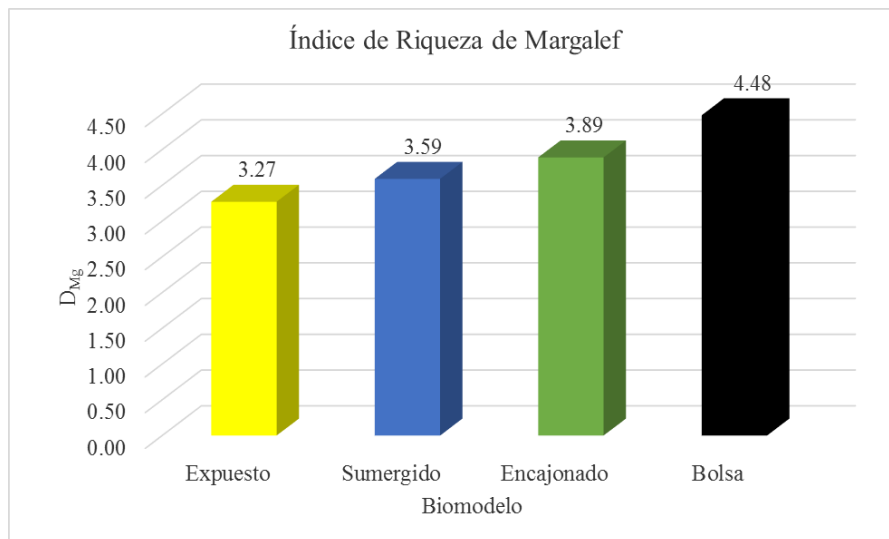


Tabla 4. Valores del índice de riqueza de Margalef para los insectos colectados de los biomodelos durante el período del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Biomodelo	* D_{MG}	Inferior	Superior
Expuesto	3.27	2.72	3.27
Sumergido	3.59	2.47	3.34
Encajonado	3.89	3.36	3.89
Bolsa	4.48	3.26	4.21

95% de Confianza

* D_{MG} =Índice de Riqueza de Margalef

Para determinar si hay diferencias significativas entre los índices de riqueza de Margalef entre los cuatro diferentes biomodelos, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis (prueba estadística no paramétrica que compara más de dos muestras, categorizando sucesivamente los valores del menor igual a uno hasta el mayor como rangos), mediante el software IBM SPSS STATISTICS versión 20 (Tabla 5).

Tabla 5. Kruskal-Wallis: rangos y estadísticos de contraste para el índice de riqueza de Margalef.

Rangos				Estadísticos de contraste	
	BIOMODELO	N	Rango promedio		Margalef
Margalef	Expuesto	19	28.50	Chi-cuadrado	7.078
	Sumergido	19	36.21	gl	3
	Encajonado	19	45.32	Sig. asintót.	.069
	Bolsa	19	43.97		
	Total	76			

Debido que la significancia (Chi-cuadrado=7.078, $p=0.069$) es > 0.05 no existe diferencia significativa entre los índices de riqueza de Margalef de los diferentes biomodelos (Tabla 6). Sin embargo, se observa una mayor diferencia en los rangos medios entre los biomodelos: expuesto a la intemperie (28.50) y el encajonado en madera (45.32); este último con un valor similar al de la bolsa (43.97).

7.5. Índice de diversidad de Shannon-Weaver

Los valores obtenidos mediante este índice dieron como resultado que el biomodelo encajonado presentó el valor más alto de diversidad ($H' = 2.50$), seguido del biomodelo dentro de la bolsa plástica ($H' = 2.42$), después el expuesto a la intemperie ($H' = 2.09$) y finalmente, el menor valor se registró para el sumergido en agua ($H' = 1.37$) (Figura 4) (Tabla 6).

Figura 4. Índice de diversidad de Shannon-Weaver para los insectos colectados de los biomodelos durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

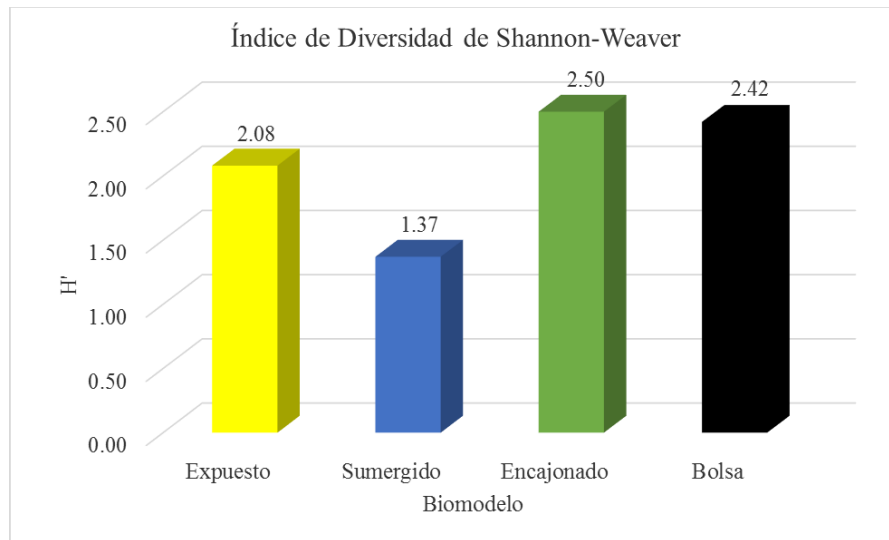


Tabla 6. Índice de diversidad de Shannon-Weaver para los insectos colectados de biomodelos durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Biomodelo	*H'	Inferior	Superior
Expuesto	2.08	2.01	2.14
Sumergido	1.37	1.32	1.42
Encajonado	2.50	2.45	2.54
Bolsa	2.42	2.36	2.46

95% de Confianza

*H'=Índice de Diversidad de Shannon-Weaver

Para determinar si hay diferencia entre los índices de diversidad de Shannon-Weaver entre los cuatro diferentes biomodelos se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, mediante el software IBM SPSS STATISTICS versión 20. Debido que la significancia (Chi-cuadrado=8.397, $p=0.038$) es < 0.05 sí existe diferencia significativa entre los índices de diversidad de Shannon-Weaver de los diferentes biomodelos (Tabla 7).

Tabla 7. Kruskal-Wallis: rangos y estadísticos de contraste para el índice de diversidad de Shannon-Weaver.

Rangos				Estadísticos de contraste	
	BIOMODELO	N	Rango promedio		Shannon-Weaver
Shannon Wiener	Expuesto	19	30.42	Chi-cuadrado	8.397
	Sumergido	19	32.47	gl	3
	Encajonado	19	48.24	Sig. asintót.	.038
	Bolsa	19	42.87		
	Total	76			

Sin embargo, el resultado de Kruskal-Wallis no proporciona evidencia de entre que muestras (biomodelos) existe diferencia de los índices de diversidad de Shannon-Weaver; por lo que se utilizó la prueba U de Mann-Whitney (prueba estadística no paramétrica que compara dos muestras, categorizando sucesivamente los valores del menor igual a uno hasta el mayor como rangos) para determinar las muestras donde se encontraba esa diferencia para cada par de biomodelos.

Mediante la prueba U de Mann-Whitney se determinó que la diferencia significativa de los índices de diversidad de Shannon-Weaver se encontró entre los biomodelos expuesto a la intemperie con encajonado en madera ($U=94.500$, $p=0.012$) y entre el sumergido con encajonado en madera ($U=108.000$, $p=0.034$) (Tabla 8).

Tabla 8. U de Mann-Whitney: estadísticos de contraste para el índice de diversidad de Shannon-Weaver.

Estadísticos De Contraste		Estadísticos De Contraste	
	Shannon-Weaver		Shannon-Weaver
U de Mann-Whitney	176.500	U de Mann-Whitney	94.500
W de Wilcoxon	366.500	W de Wilcoxon	284.500
Z	-.117	Z	-2.511
Sig. asintót. (bilateral)	.907	Sig. asintót. (bilateral)	.012
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.908	Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.011
Expuesto-Sumergido		Expuesto-Encajonado	
Estadísticos De Contraste		Estadísticos De Contraste	
	Shannon-Weaver		Shannon-Weaver
U de Mann-Whitney	117.000	U de Mann-Whitney	108.000
W de Wilcoxon	307.000	W de Wilcoxon	298.000
Z	-1.854	Z	-2.117
Sig. asintót. (bilateral)	.064	Sig. asintót. (bilateral)	.034
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.065	Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.034
Expuesto-Bolsa		Sumergido-Encajonado	
Estadísticos De Contraste		Estadísticos De Contraste	
	Shannon-Weaver		Shannon-Weaver
U de Mann-Whitney	134.500	U de Mann-Whitney	154.000
W de Wilcoxon	324.500	W de Wilcoxon	344.000
Z	-1.343	Z	-.774
Sig. asintót. (bilateral)	.179	Sig. asintót. (bilateral)	.439
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.181	Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.452
Sumergido-Bolsa		Encajonado-Bolsa	

7.6. Sucesión de insectos en los biomodelos

La sucesión de insectos en los diferentes biomodelos se determinó incluyendo la totalidad de los insectos que fueron colectados en el presente estudio, así como también los arribos registrados únicamente durante las observaciones realizadas durante el día que fueron colocados los biomodelos, es decir durante la etapa de fresco.

7.6.1. Biomodelo expuesto a la intemperie

Fresco: durante esta etapa primeramente se registró la presencia de dípteros de la familia Calliphoridae, representada por las especies *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria*, *L. cuprina* y *Ch. megacephala*. Por otro lado, se observó a *M. domestica* (Muscidae), *S. haemorrhoidalis* Fallen (Sarcophagidae), así como también a insectos que pertenecieron a las familias Asilidae, Sciomyzidae, Ulidiidae y Chloropidae. En referencia a coleópteros, se presentó la familia Tenebrionidae. Por último, se registró gran número de himenópteros de la familia Formicidae (Tabla 9).

Hinchado: el periodo de tiempo en que fueron realizados los muestreos no coincidió con la etapa de hinchado, por lo que no pudo ser apreciada (Tabla 9).

Descomposición: para esta etapa se incrementa la presencia de insectos necrófagos, registrando califoridos de las especies *Ca. vomitoria*, *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria* y *L. sericata*. Se observaron otras especies como *H. illucens* (Stratiomyidae), *M. domestica* (Muscidae), *P. casei* Linnaeus (Piophilidae), *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae) y el género *Fannia* (Fannidae). Por otro lado, se registraron las familias Chloropidae, Neriidae, Phoridae, Sciomyzidae y Ulidiidae. En lo que respecta a coleópteros, se registró la presencia de *Carpophilus* sp. (Nitidulidae), *D. caninus* (Dermestidae), *Euspilotus* sp., *Hister* sp., *Saprinus lugens* Erichson (Histeridae), *N. rufipes* DeGeer (Cleridae), *Ocyota* sp., y *Philontus* sp. (Staphylinidae). Finalmente, también se registraron himenópteros como *Paratrechina* sp., *Pheidole dentata* Mayr, y *Solenopsis invicta* Buren pertenecientes a la familia Formicidae (Tabla 9).

Esqueletización: durante esta etapa los huesos de la cabeza de cerdo (*Sus scrofa*) se encontraban expuestos y se apreciaron dípteros como *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria*, y *Lucilia* sp. (Calliphoridae). Así como también se presentaron las especies *M. domestica*

(Muscidae), *P. casei* (Piophilidae), *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae) y el género *Fannia* (Fanniidae). Por otro lado, se registraron las familias Chloropidae, Phoridae, Syrphidae y Ulidiidae. En lo que respecta a los coleópteros se presentaron *D. caninus* (Dermestidae), *Glischrochilus* sp., *Hister* sp. (Histeridae) y *N. rufipes* (Cleridae). En referencia a los himenópteros, se presentaron insectos pertenecientes a *Monomorium* sp., *Paratrechina* sp., *P. dentata* y *S. invicta* (Formicidae) (Tabla 9).

Tabla 9. Sucesión de insectos en el biomodelo expuesto a la intemperie durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Orden	Familia	Género/Especie	Fresco	*Hinchado	Descomposición	Esqueletización	
Coleoptera	Histeridae				1		
		<i>Euspilotus</i> sp.			4		
		<i>Glischrochilus</i> sp.					1
		<i>Hister</i> sp.				2	1
		<i>Saprinus lugens</i>				1	
	Staphylinidae					1	
		<i>Philontus</i> sp.				4	
		<i>Ocyota</i> sp.				3	
	Dermestidae	<i>Dermestes caninus</i>			198	532	
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>			137	264	
	Nitidulidae	<i>Carpophilus</i> sp.			8		
Tenebrionidae			2				
Hymenoptera	Formicidae		1650		2496	3374	
		<i>Monomorium</i> sp.				11	
		<i>Paratrechina</i> sp.			55	95	
		<i>Pheidole dentata</i>			21	16	
		<i>Solenopsis invicta</i>			15	60	
Diptera	Stratiomyidae	<i>Hermetia illucens</i>			1		
	Asilidae		1				
	Phoridae				3	2	
	Syrphidae					1	
	Calliphoridae	<i>Calliphora vomitoria</i>				9	
		<i>Chrysomya megacephala</i>	27		85		
		<i>Chrysomya rufifacies</i>	27		194	106	
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	41		261	2	
		<i>Lucilia</i> sp.					1
		<i>Lucilia cuprina</i>	1				
		<i>Lucilia sericata</i>			1		
	Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.			23	9	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	40		194	53	
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	6		79	8	
	Neriidae				1		
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>			154	84	
	Ulidiidae		4		5	2	
Sciomyzidae		7		1			
Chloropidae		6		41	23		
Total			1812	0	3998	4645	

7.6.2. Biomodelo sumergido en agua

Fresco: durante esta etapa se registró la presencia de dípteros de la especie *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae), *M. domestica* (Muscidae) y miembros de la familia Tabanidae. Por último, los himenópteros registrados pertenecen a la familia Formicidae (Tabla 10).

Hinchado: se presentaron especies como *Ch. megacephala*, *Co. macellaria* (Calliphoridae), *M. domestica* (Muscidae) y *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae). Por último, en cuanto a himenópteros se registró el género *Pseudomirmex* sp. (Formicidae) (Tabla 10).

Descomposición: se registró la presencia de dípteros de las especies *Ch. albiceps*, *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria*, *L. cuprina*, *L. sericata* (Calliphoridae), *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae), *M. domestica* (Muscidae), *H. illucens* (Stratiomyidae), *P. casei* (Piophilidae) y el género *Fannia* sp. (Fanniidae), así como también las familias Chloropidae, Phoridae, Sciomyzidae y Ulidiidae. En referencia a los coleópteros, se presentaron *Canthon* sp. (Scarabaeidae), *D. caninus* (Dermestidae), *Euspilotus* sp., *Hister* sp. (Histeridae) y *N. rufipes* (Cleridae). Finalmente, se registraron himenópteros de las especies *Camponotus rasilis* Wheeler Creighton, *P. dentata* y los géneros *Atta* sp., *Crematogaster* sp., *Monomorium* sp. y *Paratrechina* sp. (Formicidae), así como también individuos de la familia Halictidae (Tabla 10).

Esqueletización: en esta fase el número de individuos disminuyó en comparación con la fase anterior, registrando dípteros de las especies *Ca. vomitoria*, *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria*, *L. sericata* (Calliphoridae), *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae), *M. domestica* (Muscidae), *Fannia benjamini* Molloch (Fanniidae), *H. illucens* (Stratiomyidae), *P. casei* (Piophilidae) y el género *Fannia* (Fanniidae). Por otro lado, se registraron las familias Chloropidae, Neriidae, Phoridae, Sciomyzidae y Ulidiidae. En cuanto a presencia de coleópteros únicamente se presentó el género *Canthon* sp. (Scarabaeidae). Por último, los himenópteros que estuvieron presentes en esta fase fueron *C. rasilis*, *Crematogaster* sp. (Formicidae) e insectos de la familia Halictidae (Tabla 10).

Tabla 10. Sucesión de insectos en el biomodelo sumergido en agua durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Orden	Familia	Género/Especie	Fresco	Hinchado	Descomposición	Esqueletización	
Coleoptera	Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp.			1		
		<i>Hister</i> sp.			1		
	Scarabaeidae	<i>Canthon</i> sp.			2	7	
	Dermestidae	<i>Dermestes caninus</i>			2		
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>			11		
Hymenoptera	Halictidae				1	1	
	Formicidae		33		275	94	
		<i>Atta</i> sp.			1		
		<i>Camponotus rasilis</i>			3	1	
		<i>Crematogaster</i> sp.			33	12	
		<i>Monomorium</i> sp.			2		
		<i>Paratrechina</i> sp.			1		
		<i>Pheidole dentata</i>			1		
<i>Pseudomyrmex</i> sp.			1				
Diptera	Stratiomyidae	<i>Hermetia illucens</i>			3	1	
	Tabanidae		1				
	Phoridae				12	3	
	Calliphoridae	<i>Calliphora vomitoria</i>					4
		<i>Chrysomya albiceps</i>				1	
		<i>Chrysomya megacephala</i>			7	397	28
		<i>Chrysomya rufifacies</i>				360	35
		<i>Cochliomyia macellaria</i>			38	2760	305
		<i>Lucilia cuprina</i>				2	
		<i>Lucilia sericata</i>				1	1
	Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.				700	684
		<i>Fannia benjamini</i>					8
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	55	22	1679	686	
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	2	2	59	43	
	Neriidae						2
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>			20	6	
Uliidiidae				35	33		
Sciomyzidae				19	18		
Chloropidae				126	20		
Total			91	70	6508	1992	

7.6.3. Biomodelo encajonado en madera

Fresco: durante esta etapa los primeros insectos que fueron registrados corresponden a dípteros de las especies *Co. macellaria* (Calliphoridae), *M. domestica* (Muscidae) y los himenópteros pertenecientes a la familia Formicidae (Tabla 11).

Hinchado: para esta etapa los dípteros presentes fueron *Ch. megacephala*, *Co. macellaria* (Calliphoridae), *M. domestica* (Muscidae), *Fannia benjamini* Molloch (Fanniidae) y la familia Phoridae. El grupo de los himenópteros también estuvo presente y fue representado por hormigas de la especie *P. dentata* y el género *Paratrechina* sp. (Formicidae) (Tabla 11).

Descomposición: durante esta etapa se presentaron dípteros de las especies *Ca. vomitoria*, *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria*, *L. cuprina*, *L. sericata*, (Calliphoridae), *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae), *M. domestica* (Muscidae), *F. benjamini*, *F. canicularis* Linnaeus, *F. scalaris* Fabricius (Fanniidae), *H. illucens* (Stratiomyidae), *P. casei* (Piophilidae) y el género *Fannia* sp. (Fanniidae). Así como también las familias Chloropidae, Phoridae y Ulidiidae. En referencia a los coleópteros, estuvieron presentes *Carpophilus* sp. (Nitidulidae), *D. caninus* (Dermestidae), *Euspilotus* sp., *Hister* sp. (Histeridae) y *N. rufipes* (Cleridae). El otro grupo que estuvo presente en esta etapa fueron los himenópteros con especies como *P. dentata* y *S. invicta*. Así como también los géneros *Paratrechina* sp. y *Pseudomyrmex* sp. (Formicidae) y la familia Peridalpidae (Tabla 11).

Esqueletización: para esta última etapa de descomposición se registraron los dípteros *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria*, *L. cuprina* (Calliphoridae), *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae), *M. domestica* (Muscidae) y *P. casei* (Piophilidae) y el género *Fannia* sp. (Fanniidae). Así como también las familias Asilidae, Chloropidae y Phoridae. El segundo grupo que estuvo presente en esta etapa fueron los coleópteros con individuos de la familia Carabidae, los géneros *Carpophilus* sp. (Nitidulidae) e *Hister* sp. (Histeridae) y las especies *D. caninus* (Dermestidae), *N. rufipes* (Cleridae) y *S. lugens* (Histeridae). Finalmente, el tercer grupo registrado fueron los himenópteros pertenecientes a *Paratrechina* sp., *P. dentata* y *S. invicta* (Formicidae) (Tabla 11).

Tabla 11. Sucesión de insectos en el biomodelo encajonado en madera durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Orden	Familia	Género/Especie	Fresco	Hinchado	Descomposición	Esqueletización	
Coleoptera	Carabidae					3	
	Histeridae				1		
		<i>Euspilotus</i> sp.			1		
		<i>Hister</i> sp.			2	1	
		<i>Saprinus lugens</i>				1	
	Dermestidae	<i>Dermestes caninus</i>			1319	724	
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>			837	268	
Nitidulidae					1		
	<i>Carpophilus</i> sp.			7	1		
Hymenoptera	Peridalpidae				1		
	Formicidae		659	205	524	318	
		<i>Paratrechina</i> sp.			1	17	8
		<i>Pheidole dentata</i>			12	20	2
		<i>Pseudomyrmex</i> sp.				1	
		<i>Solenopsis invicta</i>				1	8
Diptera	Stratiomyidae	<i>Hermetia illucens</i>			4		
	Asilidae					1	
	Phoridae			340	2085	4	
	Calliphoridae	<i>Calliphora vomitoria</i>				15	
		<i>Chrysomya megacephala</i>			18	116	
		<i>Chrysomya rufifacies</i>				969	2
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	1	12	965	6	
		<i>Lucilia cuprina</i>			20	1	
		<i>Lucilia sericata</i>			2		
	Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.				477	41
		<i>Fannia benjamini</i>			3	1	
		<i>Fannia canicularis</i>				17	
		<i>Fannia scalaris</i>				5	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	143	34	1158	47	
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>			130	13	
Piophilidae	<i>Piophila casei</i>			155	152		
Ulidiidae				42			
Chloropidae				124	4		
Total			803	625	9016	1606	

7.6.4. Biomodelo dentro de bolsa plástica negra

Fresco: para esta primera etapa de descomposición se registraron insectos del grupo de los dípteros con las especies *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae) y *M. domestica* (Muscidae). Por último, los himenópteros encontrados en esta etapa corresponden a la familia Formicidae (Tabla 12).

Hinchado: el periodo de tiempo en que fueron realizados los muestreos no coincidió con la etapa de hinchado, por lo que no pudo ser apreciada (Tabla 12).

Descomposición: durante esta etapa se estuvieron presentes dípteros de las familias Asilidae, Chloropidae, Neriidae, Phoridae, Sciomyzidae, Syrphidae y Ulidiidae, Así como también, se registró el género *Fannia* sp. (Fanniidae). Por otro lado, se registraron las especies *Ca. vomitoria*, *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria*, *L. cuprina*, *L. sericata*, *P. regina* (Calliphoridae), *F. scalaris* (Fanniidae), *H. illucens* (Stratiomyidae), *M. domestica* (Muscidae), *P. casei* (Piophilidae) y *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae). El segundo grupo presente en la descomposición fueron los coleópteros de la familia Trogidae, los géneros *Carpophilus* sp. (Nitidulidae), y *Euspilotus* sp. (Histeridae), y las especies *D. caninus* (Dermestidae) y *N. rufipes* (Cleridae). Finalmente, el tercer grupo registrado fue el de los himenópteros con las familias Chalcididae y Halictidae. Para esta etapa solamente se registró *Paratrechina* sp. (Formicidae) como único género de himenópteros. Por otro lado, las especies que se registraron durante esta etapa fueron *Labidus coecus* Latreille, *P. dentata*, *Pogonomyrmex barbatus* F. Smith y *S. invicta* (Tabla 12).

Esqueletización: en esta última etapa de descomposición se registraron dípteros de las familias Asilidae, Chloropidae, Phoridae y Sciomyzidae. Al igual que en la etapa anterior el único género que se presentó fue el género *Fannia* sp. Por otro lado, se registraron las especies *Ch. megacephala*, *Ch. rufifacies*, *Co. macellaria* (Calliphoridae), *H. illucens* (Stratiomyidae), *M. domestica* (Muscidae), *P. casei* (Piophilidae) y *S. haemorrhoidalis* (Sarcophagidae). En lo que respecta al grupo de los coleópteros, se registró la familia Carabidae. Así como también los géneros *Carpophilus* sp. (Nitidulidae) e *Hister* sp. (Histeridae). Por otro lado, *D. caninus* (Dermestidae) y *N.*

rufipes (Cleridae) fueron las únicas dos especies identificadas. El tercer grupo que se registró en esta etapa fueron los himenópteros con las familias Halictidae y Vespidae. En referencia a los géneros, solamente se registró el género *Paratrechina* sp. (Formicidae). En cuanto a las especies de himenópteros presentes, se registró a *P. dentata* y *S. invicta*, las dos pertenecientes a la familia Formicidae. Por último, se registró un cuarto grupo, el de los isópteros representados por un solo individuo de la familia Rhinotermitidae (Tabla 12).

Tabla 12. Sucesión de insectos en el biomodelo dentro de una bolsa plástica negra durante el periodo del estudio en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Orden	Familia	Género/Especie	Fresco	*Hinchado	Descomposición	Esqueletización	
Isoptera	Rhinotermitidae					1	
Coleoptera	Carabidae					1	
	Histeridae				5	3	
		<i>Euspilotus</i> sp.			6		
		<i>Hister</i> sp.				1	
	Trogidae				2		
	Dermestidae	<i>Dermestes caninus</i>			581	465	
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>			324	271	
	Nitidulidae					1	
	<i>Carpophilus</i> sp.			1	3		
Hymenoptera	Chalcididae				1		
	Halictidae				1	1	
	Vespidae					1	
	Formicidae		103		976	1069	
		<i>Labidus coecus</i>			13		
		<i>Paratrechina</i> sp.			8	12	
		<i>Pheidole dentata</i>			3	19	
		<i>Pogonomyrmex barbatus</i>			4		
	<i>Solenopsis invicta</i>			3	16		
Diptera	Stratiomyidae	<i>Hermetia illucens</i>			7	36	
	Asilidae				1	2	
	Phoridae				26	2	
	Syrphidae				1		
	Calliphoridae	<i>Calliphora vomitoria</i>				36	
		<i>Chrysomya megacephala</i>				39	1
		<i>Chrysomya rufifacies</i>				599	13
		<i>Cochliomyia macellaria</i>				492	10
		<i>Lucilia cuprina</i>				1	
		<i>Lucilia sericata</i>				18	
		<i>Phormia regina</i>				3	
	Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.				127	11
		<i>Fannia scalaris</i>				1	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>		2		469	39
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>		1		261	69
	Neriidae					1	
	Piophilidae	<i>Piophilila casei</i>				194	205
Ulidiidae					5		
Sciomyzidae					1	1	
Chloropidae					68	15	
Total			106	0	4278	2268	

7.7. Variables ambientales

Las variables ambientales que fueron tomadas en cuenta para este estudio fueron la temperatura ambiental, la humedad relativa y la velocidad del viento, así como también la temperatura de cada uno de los biomodelos que fueron utilizados. En el presente estudio se registró una temperatura promedio anual de $26.81 \pm 5.11^\circ\text{C}$, un porcentaje de humedad de $51.03 \pm 17.25\%$ y una velocidad del viento de 5.2 ± 3.53 km/h. Por otra parte, con respecto a los biomodelos, el que registró la mayor temperatura promedio durante todo el estudio fue el expuesto a la intemperie ($32.83 \pm 8.10^\circ\text{C}$), seguido del que se encontraba dentro de la bolsa plástica ($31.4 \pm 7.80^\circ\text{C}$), después el encajonado en madera ($27.8 \pm 8.20^\circ\text{C}$) y finalmente, la menor temperatura se registró para el sumergido en agua ($22.2 \pm 5.50^\circ\text{C}$). En la Tabla 13 se muestran los valores registrados para cada una de las variables ambientales consideradas durante el presente estudio.

Tabla 13. Variables ambientales registradas durante los períodos de muestreo en la localidad de las Presas Gemelas, Marín, Nuevo León, México.

Período	Variables Ambientales			Temperatura de Biomodelos ($^\circ\text{C}$)			
	Temperatura $^\circ\text{C}$	Humedad %	Viento km/h	Expuesto	Sumergida	Encajonada	Bolsa
25/06/2015							
23/07/2015 (verano)	31.7 ± 1.30	64.8 ± 13.58	4.4 ± 1.15	41.2 ± 6.02	28.7 ± 2.92	35.2 ± 2.33	38.2 ± 1.23
26/09/2015							
24/10/2015 (otoño)	30.5 ± 3.11	52.7 ± 16.84	3.6 ± 1.71	29.7 ± 5.02	25.6 ± 2.47	30.2 ± 5.19	32.4 ± 6.65
09/01/2016							
27/02/2016 (invierno)	21.5 ± 3.05	40.2 ± 17.34	6.6 ± 4.97	28.8 ± 17.3	17.3 ± 3.29	20.3 ± 5.46	26.7 ± 7.05
02/04/2016							
30/04/2016 (primavera)	26.8 ± 3.47	52.9 ± 12.71	5.5 ± 3.54	34.8 ± 9.71	22.1 ± 3.54	31.9 ± 8.23	32.8 ± 8.32
Promedio Anual	26.81 ± 5.11	51.03 ± 17.25	5.2 ± 3.53	32.83 ± 8.10	22.2 ± 5.50	27.8 ± 8.20	31.4 ± 7.80

8. DISCUSIÓN

Para el presente estudio los himenópteros fueron el grupo predominante en cuanto al número de arribos que se registraron en los cuatro diferentes biomodelos utilizados. La familia Formicidae, con los taxa más abundantes *Paratrechina* sp., *S. invicta* y *P. dentata* registró el mayor arribo debido a que las hormigas son insectos sociales y viven en colonias (Goff, 2000), tienen hábitos omnívoros y se pueden alimentar tanto del cuerpo como de los insectos necrófagos (Smith, 1986). Estos himenópteros frecuentemente se alimentan de la piel, tejidos humanos y/o animales cuando los restos son colocados al exterior. Algunas especies de hormigas son muy agresivas en sus hábitos de alimentación y pueden provocar daños semejantes a quemaduras post mortem, así como también pueden tener un efecto importante en la colonización de insectos debido que pueden eliminar un número significativo de huevos y larvas de dípteros (Early y Goff 1986; Greenberg 1991; Hayes 1994; Wells y Greenberg 1994; Goff, 2000). En algunos casos, la depredación de los huevecillos de dípteros es de tal magnitud que puede retrasar la colonización hasta 3 días (Byrd y Castner, 2009).

El biomodelo que presentó el mayor número de arribos fue el encajonado en madera con un promedio de 608 ± 721.88 , el cual se encontraba protegido de las condiciones ambientales registrando una temperatura promedio de 27.8 ± 8.2 °C. Por otra parte, el biomodelo dentro de la bolsa plástica, el cual registró una temperatura de 31.4 ± 7.8 °C presentó el menor número de arribos con un promedio 253.5 ± 494.16 . Esto concuerda con Richards *et al.*, (2008), quienes mencionaron que los insectos prefieren sitios con temperaturas entre los 25°C y 30°C, donde se pueden desarrollar de manera óptima. Sin embargo, en este estudio el biomodelo expuesto a la intemperie presentó la mayor temperatura (32.8 ± 8.1 °C) y un promedio de arribos mayor (387.17 ± 1557.48) que el biomodelo dentro de la bolsa. Esto último pudo deberse a lo establecido por Byrd y Castner (2009), donde mencionaron que los cuerpos que son depositados en bolsas pueden retrasar la colonización de insectos, sin embargo, no evitarla.

Por el índice de similitud de Sørensen los biomodelos encajonado en madera y el biomodelo dentro de la bolsa de plástico presentaron una alta similitud; pudiendo deberse a que las variables ambientales en los biomodelos fueron favorables para el establecimiento y desarrollo de los insectos necrófagos. Byrd y Castner (2009) en sus estudios realizados mencionan que en cuerpos que presentan algún tipo de material que los proteja se han encontrado insectos que pertenecieron a Calliphoridae, *Lucilia* sp., *L. sericata*, *Ch. rufifacies*, *Ch. megacephala*, *Ca. vomitoria*, Sarcophagidae, Piophilidae, *P. casei*, Fanniidae, Phoridae, Dermestidae, *N. rufipes*, *Nitidula* sp., entre otros. Encontrando especies en común con referencia a los biomodelos encajonado en madera y dentro de una bolsa de plástico como: *L. sericata*, *C. rufifacies*, *C. megacephala*, *Ca. vomitoria* y *P. casei*.

Por otra parte, el valor de riqueza de especies más alto se presentó en el biomodelo dentro de una bolsa plástica negra, la cual registró la segunda temperatura promedio más alta ($31.4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 7.8$). Esto no concuerda con lo que establecen Dillon y Anderson (1997), que los cuerpos expuestos a temperaturas altas tienden a descomponerse más rápido, en comparación con aquellos que se exponen a temperaturas bajas, afectando la colonización y establecimiento de los insectos necrófagos. Por otro parte, Smith (1986) menciona que las larvas requieren de inicio proteínas líquidas para sobrevivir. A medida que el material aislante del cadáver (bolsa de plástico) se satura con fluidos producidos durante la descomposición, proporciona más sitios para la oviposición (Dillon y Anderson, 1995, 1996a), en comparación con el biomodelo expuesto a la intemperie donde los fluidos de la descomposición se evaporan.

La prueba de Kruskal Wallis no mostró diferencia significativa entre los índices de riqueza de Margalef, sin embargo, los valores mayores de los rangos medios indicaron que los biomodelos encajonado (45.32) y dentro de una bolsa (43.97) obtuvieron los valores más altos de los índices, de lo contrario, el expuesto (28.59) y el sumergido (36.21) los más bajos. Estos resultados son similares a los reportados por Byrd y Castner (2009), donde la mayor riqueza de especies fue obtenida en cadáveres humanos y cerdos que habían sido aislados del ambiente por algún tipo de material como madera, plástico, tela, entre otras.

La mayor diversidad de insectos se presentó en el biomodelo encajonado en madera ($H^2=2.50$) y por otro lado el sumergido en agua fue el menos diverso. Por otra parte, los valores obtenidos en la prueba de Kruskal Wallis para los índices de diversidad de Shannon-Weaver, indicaron una diferencia significativa, y por medio de la prueba U de Mann-Whitney se determinó que la diferencia significativa se encontraba entre los biomodelos expuesto a la intemperie con el encajonado ($U=94.500$, $p=0.012$) y entre el sumergido en agua con el encajonado ($U=108.000$, $p=0.034$). Los autores Dillon y Anderson (1997), Goff (2000) y Byrd y Castner (2009) en trabajos similares al presente estudio, mencionan que la mayor diversidad de insectos necrófagos se encuentra en cuerpos protegidos de las condiciones ambientales lo cual concuerda con el biomodelo encajonado en madera, donde se registró mayor diversidad.

Por otra parte, en referencia al biomodelo sumergido en agua, los insectos que fueron registrados mediante las observaciones, así como los que fueron colectados durante los muestreos realizados, no correspondieron a grupos acuáticos. Es importante mencionar que la descomposición de un cuerpo sumergido en un medio acuático se desarrolla en un periodo de tiempo mayor en comparación de un medio terrestre, principalmente debido a las temperaturas más frías y la inhibición de la actividad de los insectos, ya que el cadáver no puede ser colonizado por insectos terrestres, hasta que flote a la superficie producto de la acumulación de gases por actividad bacteriana, provocando aún más una descomposición lenta y por lo tanto un menor número de arribos, menor riqueza y diversidad de especies, así como alteraciones en las sucesión entomológica (Knight, 1997; Rodríguez, 1997). Esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio donde el biomodelo sumergido en agua presentó la menor diversidad de especies ($H^2=1.37$).

Por lo que se refiere a la sucesión de insectos, esta se desarrolló de la manera en que lo establecen autores como Smith (1986), Goff (2000) y Byrd y Castner (2009). Por otra parte, mencionan que los dípteros frecuentan las primeras etapas de descomposición y a medida que el proceso de degradación avanza, estos desaparecen casi en su totalidad en la etapa de esqueletización, permaneciendo únicamente aquellas especies que arriban en las últimas etapas, las cuales se alimentan de los restos secos, como piel, cartílago y

pelo, sin embargo, en el presente estudio el grupo de los dípteros se mantuvo durante todo el tiempo del estudio en los distintos biomodelos utilizados.

Durante la sucesión la familia de dípteros más abundante que colonizaron los biomodelos durante todo el proceso de descomposición fue Calliphoridae representada principalmente por las especies *Co. macellaria* y *Ch. rufifacies*. Byrd y Castner (2009) mencionan que *Co. macellaria* prefiere los ambientes sombreados, cálidos y húmedos, lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, sobre todo en la gran cantidad de individuos observados y colectados, particularmente en el biomodelo sumergido en agua una vez que este flotó y pudo ser colonizado. Por otra parte, Molina *et al.*, (2012) en un estudio con cadáveres humanos obtuvieron resultados similares al presente, ya que encontraron a la especie *Ch. rufifacies* en todas las fases de descomposición, además Byrd y Castner (2009) señalan que esta especie en su etapa de larva posee hábitos depredadores, por lo anterior, se puede deducir que mientras otros grupos de dípteros se encuentren colonizando el cadáver, estará presente.

9. CONCLUSIONES

El mayor número de arribos se presentó en el biomodelo dentro de una caja de madera (608 ± 721.88), seguido del expuesto a la intemperie (387.17 ± 1557.48), después el sumergido en agua (271 ± 543.53) y, por último, el de menor arribos fue el biomodelo dentro de la bolsa de plástico (253.5 ± 494.16). Por otra parte, la comparación entre los insectos que arribaron en el encajonado en madera y el de la bolsa de plástico fue la de mayor similitud ($I_s=0.86$), seguida de bolsa con expuesto ($I_s=0.84$), después encajonado con sumergido ($I_s=0.81$), bolsa con sumergido ($I_s=0.80$) sumergido con expuesto a la intemperie ($I_s=0.79$) y por último, la comparación entre el expuesto a la intemperie y el encajonado en madera, obtuvieron el menor valor de similitud ($I_s=0.75$).

El biomodelo dentro de la bolsa de plástico presentó mayor riqueza de especies ($D_{Mg}=4.48$), seguido del encajonado en madera ($D_{Mg}=3.89$), después el sumergido en agua ($D_{Mg}=3.59$) y finalmente, el menor valor se registró para el expuesto a la intemperie ($D_{Mg}=3.27$).

Los valores obtenidos mediante este índice dieron como resultado que el biomodelo encajonado presentó el valor más alto de diversidad ($H'=2.50$), seguido del de la bolsa plástica ($H'=2.42$), después el expuesto a la intemperie ($H'=2.09$) y finalmente, el menor valor se registró para el sumergido en agua ($H'=1.37$).

La sucesión de insectos en el proceso de descomposición en las etapas de fresco, hinchado, descomposición y esqueletización, se presentaron 3 ordenes; que pertenecieron a dípteros, himenópteros y coleópteros; con mayor presencia de dípteros en la etapa de descomposición e hinchado, y de himenópteros y coleópteros en la etapa de esqueletización.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Abell, D. H., Wasti, S. S., and Hartmann, G. C. 1982. Saprophagous arthropod fauna associated with turtle carrion. *Applied Entomology and Zoology*. 17(3): 301-307.
2. Aguirre, S., y Barragán, Á. 2015. Datos preliminares de la entomofauna cadavérica en la provincia de Pichincha, Ecuador. *Revista ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 1, 65-70.
3. Akers, L. 2017. Effect of Water Submersion on *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) Eggs. *Instars: A Journal of Student Research*, 3.
4. Aldrich, J. M. 1916. *Sarcophaga and Allies*. Thomas Say Found. Lafayette, IN. 301 pp.
5. Amendt, J., Richards, C. S., Campobasso, C. P. Zehner, R. and Hall, J. R. 2011. Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*. 7:379-392.
6. Anderson, G. S. 1998. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bear cubs. *Journal of Forensic Sciences*. 44:856-859.
7. Anderson, G. S. 2001. Forensic entomology in British Columbia: A brief history. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*. 98:127-35.
8. Anton, E., Niederegger, S., and Beutel, R. G. 2011. Beetles and flies collected on pig carrion in an experimental setting in Thuringia and their forensic implications. *Medical and veterinary entomology*. 25(4): 353-364.
9. Archer, M. 2014. Comparative analysis of insect succession data from Victoria (Australia) using summary statistics versus preceding mean ambient temperature models. *Journal of Forensic Sciences*. 59(2): 404-412.
10. Arnett, Jr, R. H., Downie, N. M., y Jaques, H. E. 1980. *How to know the beetles*. Second Edition. The Picture Key Nature Series C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa. 416 pp.

11. Barrios, M., and Wolff, M. 2011. Initial study of arthropods succession and pig carrion decomposition in two freshwater ecosystems in the Colombian Andes. *Forensic science international*. 212(1): 164-172.
12. Battan, H. M., and Linhares, A. X. 2011. Seasonal composition and temporal succession of necrophagous and predator beetles on pig carrion in central Argentina. *Medical and veterinary entomology*. 25(4): 395-401.
13. Benecke, M. 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*, 20(1): 2-14.
14. Benecke, M. 2004. *Forensic Entomology: Arthropods and Corpses*. En: Tsokos M. (ed.) *Forensic Path Rev Vol II*, Human Press, Totowa (NJ, USA). 207-240 pp.
15. Blacklith, R. E, Blacklith R. M. 1990. Insect infestations of small corpses. *J Nat Hist* 24:699–709
16. Bornemissza, G. F. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Aust J Zool* 5:1–12
17. Braack, L. E. O. 1981. Visitation patterns of principal species of the insect-complex at carcasses in the Kruger National Park. *Koedoe*. 24(1): 33-49.
18. Byrd, J. H., y Castner, J.L. 2000. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press. United States. 44-57 pp.
19. Byrd, J. H., y Castner, J.L. 2001. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations* CRC Press. United States. 418 pp.
20. Byrd, J. H., y Castner, J. L. (Eds.). 2009. *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC press.
21. Caballero, U., and León, C. J. L. 2014. Beetle succession and diversity between clothed sun-exposed and shaded pig carrion in a tropical dry forest landscape in Southern Mexico. *Forensic Science International*. 245: 143-150.

22. Cáceres, A., and Arlett, D. 2014. Dípteros coprófagos y necrófagos de otoño e invierno en Gómez Palacio, Durango. (Tesis de licenciatura inédita) Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Unidad Laguna. División de Carreras Agronómicas. 1-41 pp.
23. Campobasso, C. P., Di Vella, G., and Introna, I. 2001. Factors affecting decomposition and diptera colonization. *Forensic Sciences International*. 120:18-27.
24. Carlton, C.E. 1987. Identification of Arkansas Fire Ants. Arkansas Agricultural Experimental Station, University of Arkansas 1-8 pp.
25. Castro y Prado, C., Serrano, A., Martins da Silva, P., and García, M. D. 2012. Carrion flies of forensic interest: a study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Medical and Veterinary Entomology*, 26(4): 417-431.
26. Catts, E. P., and Haskell, N. H. 2000. *Entomology and death*, Third Edition. Joyce’s Print Shop, Inc. Clemson, South Carolina. United States. 182 pp.
27. Centers for Disease Control and Prevention. 2003. Pictorial keys to arthropods, reptiles, birds and mammals of public health significance. US Department of health & human services-CDC. 120.133 pp.
28. Chaloner, D. T., Wipfli, M. S., and Caouette, J. P. 2002. Mass loss and macroinvertebrate colonization of Pacific salmon carcasses in south-eastern Alaskan streams. *Freshwater Biology*. 47(2):263-273.
29. Chávez, B. L, Hernández, M., Díaz, C. R., Niderhauser, T. P., Ancer, R. A., Jaramilli, R. J., and Ortega, M. G. 2013. Identification of human remains by DNA analysis of the gastrointestinal contents of fly larvae. *Journal of Forensic Sciences*. 58(1):248-250.
30. Coe, M. 1978. The decomposition of elephant carcasses in the Tsavo (East) National Park, Kenya. *Journal of Arid Environments*. 1(1):71-86.
31. Collins, C. R. 2017. Adult Longevity of *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) by Sex. *Instars: A Journal of Student Research*, 3.
32. Cornaby, B. W. 1974. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. *Biotropica*. 51-63 pp.

33. de Carvalho, C. J. B. 2002. *Muscidae (Diptera) of the neotropical region: taxonomy*. Editora UFPR.
34. Dekeirsschieter, J., Verheggen, F. J., Gohy, M., Hubrecht, F., Bourguignon, L., Lognay, G., and Haubruge, E. 2009. Cadaveric volatile organic compounds released by decaying pig carcasses (*Sus scrofa domesticus* L.) in different biotopes. *Forensic Science International*. 189(1):46-53.
35. Dillon, L. C. 1997. Insect succession on carrion in three biogeoclimatic zones in British Columbia, M.Sc. thesis, Department of Biological Sciences, Simon Fraser University, Burnaby. B.C.
36. Dillon, L. C. and G. S. Anderson. 1995. Forensic entomology: the use of insects in death investigations to determine elapsed time since death, Technical report TR-05-95, Canadian Police Research Centre, Ottawa, Ontario.
37. Dillon, L. C. and G. S. Anderson. 1996a. Forensic entomology: a database for insect succession on carrion in Northern and Interior B.C., Technical report TR-04-96, Canadian Police Research Centre, Ottawa, Ontario.
38. Dillon, L. C., y Anderson, G. S. 1997. Forensic Entomology--Use of Insects Towards Illegally Killed Wildlife (p. 12). Technical Report.
39. 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.
40. Faucherre, J., D. Cherix, and Wyss, C. 1999. Behavior of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) under extreme conditions. *J. Insect Behav.* 12:687-690.
41. Fiene, J. G.; G. A. Sword, S. L. Van Laerhoven, A. M. Tarone. 2014. The role of spatial aggregation in forensic entomology. *J. Med. Entomol.* 51:1-9.
42. Fuentes, L. R. G. (2017). Moscas necrófagas de interés forense en panamá. *Revista Oratores*, (3).

43. García, R. A. M. 2004. Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. *Boletín de la SEA*. (34):263-269.
44. García, R. A. M., Honorato, L., González, M., and Téllez, A. 2009. Determinación del intervalo postmortem mediante el estudio de la sucesión de insectos en dos cadáveres hallados en el interior de una finca rústica en Madrid. *Cuadernos de Medicina Forense*. 15:137-145.
45. Goff, M. L. 2000. *A fly for the prosecution: how insect evidence helps solve crimes*. Harvard University Press. 225 pp.
46. González, L., y Trejos, D. 2013. Identificación de la dieta preferencial de moscas necrófagas frente a tejido adiposo, músculo estriado y liso de cadáveres humanos. *Revista Cathedra*, 2(2), 31-34.
47. Greenberg, B. 1990. Nocturnal oviposition behavior of blowflies (Diptera: Calliphoridae). *J. Med. Entomol.* 27:807-810.
48. Greenberg, B. 1991. Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology*, 28(5), 565-577.
49. Greenberg, B., and Kunich, J. C. 2002. *Entomology and the law: flies as forensic indicators*. Cambridge University Press. 115 pp.
50. 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. 447 pp.
51. Hayes, J. 1994. Fire ants — forensic implications and potential impact upon determination of postmortem interval, 47th American Academy of Forensic Sciences Annual Meeting, San Antonio, TX, AAFS publication.
52. Johnson, M. D. 1975. Seasonal and micro seral variations in the insect populations on carrion. *Am. Midl. Nat.* 93: 79-90.

53. Joy, J. E., Harrell, M. L., and Rogers, P. C. 2002. Larval fly activity on sunlit versus shaded raccoon carrion in southwestern West Virginia with special reference to the black blowfly (Diptera: Calliphoridae). *J. Med. Entomol.* 39:392-397.
54. Knight, B. 1997. *Simpson's Forensic Medicine* (11th ed.), Arnold, London.
55. Kocarek, P. 2001. Diurnal patterns of post-feeding larval dispersal in carrion blowflies (Diptera: Calliphoridae). *Eur. J. Entomol.* 98:117-119.
56. Lane, R. P. 1975. An investigation into blowfly (Diptera: Calliphoridae) succession on corpses. *J. Nat. Hist.* 9: 581-598.
57. López-Caro, J. B., Quiroz-Rocha, G. A., Navarrete-Heredia, J. L., y Hernández, B. 2016. Coleópteros necrócolos en cadáveres de reptil, ave y mamífero en bosque de pino perturbado y en una zona de cultivo de maíz en Zapopan, Jalisco, México. *Dugesiana*, 23(1), 3-14.
58. Lord, W. D., and Burger, J. F. 1984a. Arthropods associated with herring gull islands in the Gulf of Maine. *Environ. Entomol.* 13: 1261.1268.
59. Lord, W. D., and Burger, J. F. 1984b. Arthropods associated with harbor seal (*Phoca vitulina*) carcasses stranded on islands along the New England coast. *Int. J. Entomol.* 26:282-285.
60. Mackay, W. P., and Mackay, E. E. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). In *II Simposio Nacional de Insectos Sociales. Memorial. Oaxtepec. Morelos.* 1-82 pp.
61. Margalef, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *P. Inst. Biol. Apl.*, 9: 15-27.
62. Martínez, M. D., Sanabria, M. I. A., Lozano, E. R., and García, M. D. G. 2002. Los Formicidae (Hymenoptera) de una comunidad sarcosaprófaga en un ecosistema mediterráneo. *Facultad de Biología. In Anales de Biología.* 24: 33-44.

63. Másmela, L. O. 2001. Entomofauna sucesional en el cadáver de un cánido en condiciones de campo en la Universidad del Valle (Cali-Colombia). Cuadernos de Medicina Forense. 5(23): 14.
64. McKnight, B. E. 1981. The Washing Away of Wrongs: Forensic Medicine in Thirteenth-Century China. The University of Michigan Center for Chinese Studies, Ann Arbor. 181 pp.
65. Mégnin, J.P. 1894. La Faune des cadavres: Application e l'entomologie a la médecine légale. Encyclopédie Scientifique des Aide-Mémoire. Maison Gauthiers-Villas et Fil, París.
66. 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.
67. Molina-Chávez, H., Nava-Hernández, M., Luy-Quijada, J., Miranda-Gallardo, B., Gutiérrez-Rodríguez, S. y Galindo-Miranda, N. 2012. Distribución de dípteros asociados con las fases de degradación cadavérica de humanos en el Distrito Federal, México. Entomología Mexicana. XLVII Congreso Nacional de Entomología y Primer Congreso Latinoamericano de Acarología. Puebla, México, mayo 21-24.
68. Moura, M. O., Carvalho, C. J. D., and Monteiro-Filho, E. L. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, State of Paraná. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. 92:269-274.
69. Mulieri, P.R., Mireles, J. C., and Abally, F.H. 2012. Two species of *Microcerella* (Diptera: Sarcophagidae) found in highland arid landscapes of Argentina, during forensic studies. Journal of Medical Entomology. 49: 183-191.
70. 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. 48-59 pp

71. Núñez Rodríguez, J., y Liria Salazar, J. 2014. Sucesión de la entomofauna cadavérica a partir de un biomodelo con vísceras de res. *Salus*, 18(2).
72. Núñez Rodríguez, J., y Liria Salazar, J. 2014. Sucesión de la entomofauna cadavérica a partir de un biomodelo con vísceras de res. *Salus*, 18(2).
73. Peacock, E. R. 1993. *Adults and larvae of hide, larder and carpet beetles and their relatives (Coleoptera: Dermestidae) and of derodontid beetles (Coleoptera: Derodontidae)* (Vol. 5, No. 3). Natural History Museum.
74. Peters, S. L. 2003. Temperature variations of dipteran larval masses analyzed on Florida black bear carcasses. Unpublished Thesis, Department of Ecology and Nematology, University of Florida, Gainesville. 93 pp.
75. Pujol-Luz, L. J. R., Francez, P. A. D. C., Ururahy-Rodrigues, A., and Constantino, R. 2008. The Black Soldier-fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), Used to Estimate the Postmortem Interval in a Case in Amapá State, Brazil. *Journal of Forensic Sciences*. 53(2):476-478.
76. Putman, R. J. 1978. Flow of energy and organic matter from a carcass during decomposition: decomposition of small mammal carrion in temperate systems 2. *Oikos*. 58-68 pp.
77. 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. 61-71. Pp
78. Rayo, J. M., Peral, G. S. M., y Bordas, M. S. 2014. Primer estudio sobre la reducción cadavérica en condiciones sumergidas en la Península Ibérica, empleando un modelo de cerdo doméstico (*Sus scrofa* L., 1758) en el Río Manzanares (Comunidad Autónoma de Madrid). *Ciencia Forense*, 261, 294.
79. Recinos, A.B.Y.M. 2014. Estudio sucesional de la entomofauna cadavérica y su utilidad en la determinación del intervalo postmortem bajo condiciones tropicales (tesis de maestría). El Colegio de La Frontera Sur (ECOSUR). San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

80. Restrepo, A. F. S., y Fagua, G. 2014. Análisis sucesional de Calliphoridae (Diptera) en cerdo doméstico en pastizales (Cogua, Cundinamarca, Colombia) /Successional analysis of Calliphoridae (Diptera) using domestic pig in grassland (Cogua, Cundinamarca, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 190.
81. Richards, C. S., Paterson, I. D., y Villet, M. H. 2008. Estimating the age of immature *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae), correcting for temperature and geographical latitude. *International journal of legal medicine*, 122(4), 271.
82. Rivers, D. B., y Dahlem, G. A. 2014. *The science of forensic entomology*. John Wiley & Sons.
83. Roberts, A. R. 1930. A Key to the principal Families of Coleoptera in the larval Stage. *Bulletin of Entomological Research*, 21(1), 57-72.
84. Rochefort, S., Giroux, M., Savage, J., y Wheeler, T. A. 2015. Key to forensically important Piophilidae (Diptera) in the Nearctic region. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 27.
85. Rodríguez-Castro, V. A., Ramírez-Hernández, E. A., Pérez-Sauceda, M. A., Moreira-Vela, N. E., Solís-Esquivel, E., Mercado-Hernández, R., y Quiroz-Martínez, H. 2016. Insectos Presentes en Necrotrampas Expuestas y Enterradas en Cadereyta Jiménez, Nuevo León, México. *Southwestern Entomologist*, 41(3), 741-750.
86. Rodriguez, W. C., III. 1997. Decomposition of buried and submerged bodies, in *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*, W. D. Haglund and M. H. Sorg, Eds., CRC Press LLC, Boca Raton, FL.
87. Ross, H.H., Ross, C.A. y Ross, J.R.P. 1982. *A Textbook of Entomology*, 4th edn. John Wiley & Sons Ltd., New York
88. Shaalan, E. A., El-Moaty, Z. A., Abdelsalam, S., y Anderson, G. S. 2017. A Preliminary Study of Insect Succession in Al-Ahsaa Oasis, in the Eastern Region of the Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of forensic sciences*, 62(1), 239-243.

89. Shannon, C.E. & Weaver, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
90. Sharma, R., Garg, R. K., and Gaur, J. R. 2015. Contribution of various measures for estimation of post mortem interval from Calliphoridae: A review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*. 5(1):1-12.
91. Shi, Y. W., Liu, X. S., Wang, H. Y., and Zhang, R. J. 2009. Seasonality of insect succession on exposed rabbit carrion in Guangzhou, China. *Insect Science*. 16(5):425-439.
92. Simmons, T; P. A. Cross, R. E. Adlam and C. Moffatt. 2010b. The influence of insect succession on decomposition rate in buried and Surface remains. *Journal of Forensic Sciences*. 55:889-92.
93. Slater, J. A., and Baranowski, R. M. 1978. *How to know the true bugs (Hemiptera-Heteroptera)*. William C. Brown Co. Publish. USA. 256 pp.
94. Smith, K. G. 1986. *A manual of forensic entomology*. British Museum, London. 90-95, 110-113 pp.
95. Smith, K.G.V. 1973. *A Manual of Forensic Entomology*. Department of Entomology British Museum (Natural History) and Cornell University Press. London. 530 pp.
96. Solís Esquivel, E. 2014. Estudio entomotoxicológico de paratión, carbofurano y cocaína en larvas de mosca carroñera de interés médico forense en el estado de Nuevo León (tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de Los Garza, Nuevo León, México.
97. Solís-Esquivel, E., Quintero, A. C., Suarez, A. F., Luna, C. H., Mercado-Hernández, R., Rodríguez-Castro, V. A., y Quiroz-Martínez, H. 2016. Detección de Cocaína en Larvas de Dípteros Necrófagos en Monterrey, Nuevo León, México. *Southwestern Entomologist*, 41(1), 99-104.

98. Sørensen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter* 5:1–34
99. Thyssen, P. J. 2009. Keys for identification of immature insects. In *Current concepts in forensic entomology*. Springer Netherlands. 25-42 pp.
100. Tomberlin, J. K., and Adler, P. H. 1998. Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in Winter and on land in an open field in South Carolina. *J. Med. Entomol.* 35:704-709.
101. Triplehorn, C. A., and Johnson, N. F. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 7^o Edition. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole. 464 pp.
102. Valdes, P., M., Sánchez, R. F. J., García, M. O., and Anderson, G. S. 2010. Arthropods of forensic importance on pig carrion in the Coahuilan semidesert, Mexico. *Journal of Forensic Sciences.* 55(4):1098-1101.
103. Vergara, P. S., León, M. H., García, M. O., Cantú, S. M., Landeros, F.J., and Tomberlin, J. K. 2012. Dispersión espacial de larvas de *Lucilia sericata* y *Calliphora coloradensis* (Diptera: Calliphoridae) en etapa de postalimentación. *Revista Colombiana de Entomología.* 38(1): 97-99.
104. Wang, Y., Ma, M. Y., Jiang, X. Y., Wang, J.F., Li, L. L., Yin, X. J., ... y Tao, L. Y. 2017. Insect succession on remains of human and animal in Shenzhen, China. *Forensic science internacional*, 271, 75-86.
105. Watson, E. J., and Carlton, C. E. 2003. Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. *J. Med. Entomol.* 4:338-347.
106. Wells, J. D., Byrd, J. H., y Tantawi, T. I. 1999. Key to third-instar Chrysomyinae (Diptera: Calliphoridae) from carrion in the continental United States. *Journal of Medical Entomology*, 36(5), 638-641.
107. Wells, J. D., y Greenberg, B. 1994. Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and carcass type on the daily occurrence of postfeeding carrion-fly larvae

(Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae). *Journal of medical entomology*, 31(1), 171-174.

108. Whitworth, T. 2006. Keys to the genera and species of blowflies (Diptera: Calliphoridae) of America North of México. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 108(3):689-725.

11. RESUMEN BIOGRÁFICO

Héctor Eduardo Briones Espinoza

Candidato para el grado de

Maestro en Ciencias con acentuación en Entomología Médica

Tesis: INSECTOS ASOCIADOS A BIOMODELOS SIMULANDO CUATRO CONDICIONES DE HALLAZGO DE CADÁVERES

Campo de Estudio: Ciencias de la Vida.

Datos Personales: Nacido en Monterrey, Nuevo León el 17 de junio de 1988, hijo de Gregorio Briones García y Virginia Espinoza Velarde.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Biólogo en 2012.

Experiencia Profesional: Inspector Ambiental y Forestal de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Monterrey, Nuevo León de 2010 a 2016. Consultor Ambiental de la empresa Internacional de Proyectos y Servicios (IPS), Monterrey, Nuevo León de 2017 a la fecha.