

**Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, Baja California**



**Maestría en Ciencias en Ciencias de la Vida
con orientación en Biología Ambiental**

**Distribución, riqueza y abundancia espacio temporal de la
familia Calliphoridae (Diptera) en Baja California, México**

Tesis
para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestra en Ciencias

Presenta:

Khutzy Ketzaly Munguía Ortega

Ensenada, Baja California, México
2019

Tesis defendida por
Khutzy Ketzaly Munguía Ortega

y aprobada por el siguiente Comité

Dra. Fadia Sara Ceccarelli
Directora de tesis

Miembros del comité

Dra. María de la Concepción García Aguilar

Dr. Horacio Jesús De la Cueva Salcedo

Dr. Rafael Andrés Cabral Tena



Dra. Patricia Juárez Camacho
Coordinador del Posgrado en Ciencias de la Vida

Dra. Rufina Hernández Martínez
Directora de Estudios de Posgrado

Resumen de la tesis que presenta **Khutzy Ketzaly Munguía Ortega** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestra en Ciencias en Ciencias de la Vida con orientación en Biología Ambiental.

Distribución, riqueza y abundancia espacio temporal de la familia Calliphoridae (Diptera) en Baja California, México

Resumen aprobado por:

Dra. Fadia Sara Ceccarelli
Director de tesis

La familia Calliphoridae (Diptera: Calyptratae: Oestroidea), con más de 1,500 especies descritas en 150 géneros, presenta una gran diversidad de forma, ecología y comportamiento. Principalmente necrófagas, estas moscas ocasionan miasis en aves y mamíferos incluyendo humanos. Son bioindicadores del estado de conservación de los ecosistemas, y la mayoría de los adultos son polinizadores. Su aplicación en ciencias forenses y larvoterapia sigue aumentando. El estado de Baja California presenta una gran singularidad biogeográfica y la falta de estudios entomológicos prevalece. Por estas razones, se presenta el primer estudio para la región que tuvo como objetivo conocer la distribución, abundancia y riqueza de la familia Calliphoridae en el estado e identificar los factores que contribuyen a estos patrones. La recolecta de califóridos se hizo durante dos años de agosto 2017 a junio 2019 en tres temporadas: verano, invierno y primavera. Se recolectaron 30,307 califóridos distribuidos en seis géneros y 13 especies. La especie nativa *Cochliomyia macellaria* fue la más abundante con 77.11%, seguida de *Phormia regina*, 16.37% y la especie invasora *Chrysomya rufifacies*, 2.95%. La especie menos abundante fue *Comptosomyiops callipes* con dos ejemplares recolectados. No se encontraron diferencias significativas en la abundancia absoluta entre años ($Z=0.124$, $P=0.901$) ni entre cada temporada de los dos años: $Z=-0.313$, $P=0.754$ para verano, $Z=0.940$, $P=0.347$ para invierno y $Z=-0.105$, $P=0.917$ para primavera. Sin embargo, hubo diferencia en la abundancia relativa de las especies entre las tres temporadas de cada año. La mayor abundancia de califóridos se presentó durante las dos primaveras de cada año. La ecorregión con la mayor riqueza de especies (S) registrada para los dos años de muestro 2017-2019 fue Sierra Juárez y Sierra San Pedro Mártir donde se encontraron las 13 especies. Las especies que se encontraron en las cinco ecorregiones son *Calliphora latifrons*, *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia sericata*. Sin embargo, su presencia y abundancia fluctuó entre las estaciones. De las 13 especies del género *Calliphora* registradas para la región Neártica, se encontraron seis especies: *C. coloradensis*, *C. lívida*, *C. grahami*, *C. latifrons*, *C. vomitoria* y *C. terraenovae*. La mayor riqueza y abundancia de este género fue encontrada en la ecorregión de la Sierra Juárez y Sierra San Pedro Mártir. Con base en los análisis de similitud (ANOSIM), hubo diferencias en la composición de especies entre las ecorregiones para los dos años ($R=0.2961$, $p=0.0001$) y para el primer año de muestro 2017-2018 ($R=0.2963$, $p=0.0251$), así como valores significativos ($R=0.1036$, $p=0.0391$) de la composición entre las estaciones durante los dos años de muestro. Este estudio proporciona el primer acercamiento a los patrones ecológicos y biogeográficos de califóridos en cinco de las nueve ecorregiones para Baja California, que podrán utilizarse como base para futuras investigaciones.

Palabras clave: Neártico, ecorregiones, riqueza, distribución, bioindicadores

Abstract of the thesis presented by **Khutzy Ketzaly Munguía Ortega** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Life Sciences with orientation in Environmental Biology.

Spatio temporal distribution, richness and abundance of the Family Calliphoridae (Diptera) in Baja California, Mexico

Abstract approved by:

PhD. Fadia Sara Ceccarelli
Thesis Director

The family Calliphoridae (Diptera: Calyptratae: Oestroidea), with more than 1,500 species described in 150 genera, displays great diversity with regards to morphology, ecology, and behavior. Of mainly ghoul habits, these flies are known to cause myiasis in birds and mammals, including humans. They are bioindicators of the state of conservation of ecosystems, the adults of most species are pollinators and currently, their use in forensic sciences and larval therapy has been increasing. The state of Baja California presents a great biogeographic singularity and a lack of entomological studies prevails. For this reason, this is a first study for the region aimed at uncovering the distribution, abundance and richness of calliphorids, also known as blow flies, in the state. Collections in the field were carried out between August 2017 and June 2019 during summer, winter and spring. A total of 30,307 individual blow flies distributed in six genera and 13 species were collected. The native species *Cochliomyia macellaria* was the most abundant with 77.11%, followed by *Phormia regina*, 16.37% and the invasive species *Chrysomya rufifacies* with 2.95%. The least abundant species was *Comptosyriops callipes* with only two specimens collected. No significant differences were in abundance between the first and second year ($Z=0.124$, $P=0.901$) or between each season of both years: $Z= -0.313$, $P=0.754$ for summer, $Z= 0.940$, $P=0.347$ for winter and $Z=-0.105$, $P=0.917$ for spring. However, there was a difference in the relative abundance of species between years and seasons. The highest abundance of blow flies occurred during the two springs of each year. The ecoregion with the highest species richness (S) recorded for the two years of 2017-2019 sampling was Sierra Juárez and Sierra San Pedro Mártir where all 13 species were found. The species found in all of the five sampled ecoregions are *Calliphora latifrons*, *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria* and *Lucilia sericata*. However, their presence and abundance fluctuated between seasons. Of the 13 species of the genus *Calliphora* registered for the Nearctic region, six species were found: *C. coloradensis*, *C. livid*, *C. grahami*, *C. latifrons*, *C. vomitoria* and *C. terraenovae*. The highest levels of species richness and abundance for this genus were found in the ecoregion of Sierra Juárez and Sierra San Pedro Mártir. Analyses of Similarity (ANOSIM), carried out to assess the composition between the ecoregions showed significant differences for the two years ($R = 0.2961$, $p = 0.0002$) and for the first sampling year 2017-2018 ($R = 0.2963$, $p = 0.0281$), as well as significant differences ($R = 0.1036$, $p = 0.0391$) for the composition between seasons during the two years of sampling. This study provides the first understanding of ecological and biogeographical aspects of the local Calliphoridae assemblages of the ecoregions, providing information that can be used in future research.

Keywords: Nearctic, ecoregions, richness, distribution, bioindicators

Dedicatoria

A mis sobrinos, con amor siempre para ellos.

Para todo aquel que tiene la capacidad de maravillarse ante la evidencia de la más sublime y curiosa forma de vida en este planeta, dedicando su tiempo a incrementar el conocimiento de las especies.

[To whom can marvel at the evidence of the most sublime and curious way of life on this planet, dedicating their time to increase the knowledge of the species.]

“L’histoire des mouches est immense; leur étude est difficile; de plus, la vie de l’homme est courte et ses moyens d’investigation sont bornés ... je reviens à vous, Mouches, qui avez toujours fait mes plus chères délices. Je vous ai suivies dans presque toutes les conditions de vos existences si diverses; vous pouvez me considérer comme votre homme-lige.”

— **Robineau-Desvoidy, 1863**

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico brindando a través de la beca de maestría 634579.

A CICESE y al Posgrado en Ciencias de la Vida por el apoyo económico para la estancia académica en Washington State University y The College of Idaho, así como la beca que se me facilitó para finalizar el manuscrito.

Al Departamento de Biología de Conservación por aceptarme en el programa. Gracias a todos los Doctores que han sido parte fundamental de mi desarrollo académico y profesional. Al personal administrativo, en especial a mi estimada Eva Robles Sánchez por su apoyo para todas las salidas al campo, por tanto cariño y amabilidad.

A Jiji Foundation y los fondos internos de la Dra. Sara Ceccarelli por proporcionar los recursos económicos para la realización de esta investigación.

A la Dra. F. Sara Ceccarelli, a quien admiro y respeto profundamente. Gracias por incursionar en el proyecto y brindarme la oportunidad de alcanzar un sueño que se forjó en 2013. Por su amistad y honestidad en todos los ámbitos. Su gran calidad humana y entusiasmo, sin duda me han ayudado a cumplir cada meta de esta investigación. Por abrirme las puertas de su hogar, la confianza depositada en mí y hacerme partícipe de la alegría de su familia. Por ayudarme a expandir mis alas y creer en mí cuando el camino de la ciencia y la vida misma es implacable. Mi estimada Sara, gracias por arriesgarse conmigo en esta travesía que más que moscas, también nos ha traído alegría, risas, aprendizaje, charlas, atardeceres en el desierto y muchos artrópodos que contar.

A mis sinodales: Dra. María Concepción García Aguilar, Dr. Horacio Jesús De la Cueva Salcedo y Dr. Rafael Andrés Cabral Tena, por estar siempre en la disposición de ayudar, por las sugerencias y entusiasmo en la investigación. Por sus comentarios y observaciones acertados en cada avance y por su tiempo dedicado a la revisión del escrito.

To Bill and Mary Clark, one of the pioneers of the Museo de Artrópodos de Baja California, for all the material and help during the development of this research. For joining us during fieldwork and letting us stay in their home to keep working in the Desert. For all the support, motivation, kindness and scholarship to attend the Fly School 2019, and letting me visit the College of Idaho, an experience with flies I will always remember.

To Dr. Terry L. Whitworth and his wife Faye Whitworth. For being my mentor during this journey. Thank you for your help during the specimen's identifications, all the knowledge and good advice you shared with me, for letting me stay in your home during my research stay and the philosophy talks. From the deepest of my hearth, I want to thank both of you for one of the best experience in my life.

A la Dra. S. Zamira Yusseff Vanegas a quien admiro y aprecio profundamente y quien ha sido una asesora externa en los últimos meses de esta investigación. Gracias por creer en mí, por su apoyo incondicional y económico para asistir a NAFEA meeting 2019 (North America Forensic Entomology Association). Gracias por compartir su espíritu lleno de vida y pasión por los califóridos.

A Oc. Eulogio López Reyes, por los más de 10,200 km recorridos en las expediciones Calliphoridae con espíritu inquebrantable y por su invaluable apoyo logístico y recolecta de los ejemplares. Por enseñarme a nunca perder de vista a las personas que nos ayudan a lograr el verdadero propósito de la ciencia.

A Ramiro Santos Cobos, Carlo Germán González Vera, Diego González Zamora, Víctor Manuel Aguilera Molina, Edgar Lima, Luis Rodrigo Arce Valdés, Heriberto Pérez Murillo, Bryan Alberto Meza Macias, Jorge Sánchez Solís, Dr. Stephen Bullock, Dr. Mario Salazar, Dr. Jaime Luévano, M.C. Mario Mendoza y Cipatli Jiménez Vera, quienes me acompañaron con entusiasmo durante las expediciones, gracias por su gran apoyo en campo y toma de fotografías (E. Lima E. López, D. González, C. González), por los momentos y las enseñanzas compartidas, han sido, sin duda, el pilar en cada travesía por Baja California.

Eulogio López Reyes, Heriberto Pérez Murillo, Bryan Alberto Meza Macias, Víctor Manuel Aguilera Molina y Luis Rodrigo Arce Valdés, que me ayudaron con el montaje y etiquetado de los ejemplares en el Museo de Artrópodos de Baja California.

A la Familia Sánchez Piñuelas y a su primo Simón Peralta, por otorgarnos permiso y apoyo en la logística para recolectar en Cerro Santo Tomás. Gracias por su disposición e invaluable ayuda en campo. Por abrirnos la puerta de su hogar y enseñarnos la tranquilidad que se experimenta en uno de los lugares más imponentes de Baja California.

Al Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir y a todos los guarda parques que nos permitieron realizar los trabajos de recolecta. Gracias a los pescadores que nos regalaron carnada o alimento durante las expediciones Calliphoridae.

Al. Dr. Jaime Luévano, gracias por el apoyo económico para asistir al curso Fly School 2019.

To the Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen and Arn Rytter Jensen for providing the specimen photographs. Arn R. Jensen: Thank you for sharing that wild spirit and passion that defines us. For hugging me in the distance. For being the lighthouse that reminded me the beauty of dancing under the stars. Jeg elsker dig.

A mis amigos Leo, Carlo, Ariadna, Rocio y Cipatli quienes han sido de gran apoyo durante el análisis, procesamiento de datos y discusión de los resultados. Gracias por su paciencia y apoyo incondicional.

A Rocio A., Teresa, Rocio O., Ramiro, Ariadna, Cipatli, Atziri, Diego, Carlo, Alberto, Erick, Samantha, Leo, por la amistad, el café con pan y todos los momentos compartidos. A ¡todos! mis amigos y compañeros del posgrado. Si alguna vez hablé de califóridos contigo, gracias por escuchar, por estar, por dedicarme tiempo y espacio.

A Marysol, Mayra y Aldo por haber sido parte del principio, por abrigarme en la distancia, por las "noches habitadas" y enseñarme que "todos los días son nuestros".

A Maricela Beltrán, por estar cuando más lo necesité, por su amistad, cariño y risas. Por encontrarnos en una nueva etapa de nuestras vidas.

A las personas que han sabido estar, por su amor y apoyo incondicional, por impulsarme: *Katzín Munguía Ortega*, *Jorge Octavio López Cerpa* y *Karla Daniela Aguayo*. Quienes me enseñaron a construir un velero que tiene por mástil libertad y por velas la pasión que me define. A mis padres, que me enseñaron el valor de una nueva historia. Mi más completa gratitud hacia ustedes.

A Virginia Ortega Vásquez por contemplarme en la distancia y ese amor que va más allá de la corteza de mi ser. Fly School 2019 y NAFEA meeting no hubieran sido posible sin tu esfuerzo, gracias por ayudarme a expandir mis alas.

Azael Munguía Salgado. Gracias por las charlas, por el amor y tu mano franca y sincera que me sostuvo en los momentos más difíciles desde que nos volvimos a encontrar. Por los dibujos de insectos, por presentarme a Borrór, alias "el Borrór" cuando tenía seis años y me dejabas meterme a hurtadillas a tu estudio sólo para volver a verlo. Por apoyarme y ser parte de mí desarrollo académico y personal.

Tabla de contenido

	Página
Resumen en español.....	ii
Resumen en inglés.....	iii
Dedicatorias.....	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de figuras.....	x
Lista de tablas.....	xii
Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Antecedentes.....	4
1.1.1 Variabilidad espacio temporal en la distribución y abundancia de la Familia Calliphoridae.....	4
1.1.2 Características de seis géneros de la familia Calliphoridae con especies registradas para México	5
1.1.2.1 Subfamilia Calliphorinae.....	5
1.1.2.1.1 Género <i>Calliphora</i> Robineau-Desvoidy 1830.....	5
1.1.2.2 Subfamilia <i>Chrysomyinae</i>	10
1.1.2.2.1 Género <i>Chrysomya</i> Robineau-Desvoidy, 1830.....	10
1.1.2.2.2 Género <i>Cochliomyia</i> Townsend, 1915.....	12
1.1.2.2.3 Género <i>Compsomyiops</i> Townsend, 1918.....	14
1.1.2.2.4 Género <i>Phormia</i> Robineau – Desvoidy, 1830.....	15
1.1.2.3 Subfamilia Lucilinae.....	14
1.1.2.3.1. Género <i>Lucilia</i> Robineau-Desvoidy, 1830	16
1.2 Justificación.....	18
1.3 Hipótesis	18
1.4 Objetivos.....	18
1.4.1 Objetivo general.....	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	19
Capítulo 2. Metodología	20
2.1 Área de estudio	20
2.2 Descripción de las nueve localidades de muestreo.....	21

2.3	Diseño de muestreo.....	23
2.4	Diseño de trampas.....	23
2.4.1	Necrotrampas permanentes modificadas tipo NTP-80.....	23
2.4.2	Trampa de red para mariposa modificada tipo Blendon o Van Someren-Rydo.....	24
2.4.3	Carnada.....	25
2.5	Captura e identificación de los especímenes.....	25
2.5.1	Colocación de las trampas.....	25
2.5.2	Captura de los especímenes.....	25
2.5.3	Desechos biológicos y limpieza de equipo.....	26
2.5.4	Conteo e identificación taxonómica.....	26
2.6	Secuencias nucleotídicas y Código de Barras.....	27
2.7	Análisis estadístico.....	27
Capítulo 3. Resultados		30
3.1	Abundancia, riqueza y diversidad de Calliphoridae en Baja California.....	30
3.2	Abundancia, riqueza y diversidad de califóridos en las cinco ecorregiones.....	35
3.2.1	Ecorregión 1: Transición Chaparral/Matorral Costero.....	37
3.2.2	Ecorregión 2: Matorral Costero Rosetófilo.....	41
3.2.3	Ecorregión 3: Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir.....	45
3.2.4	Ecorregión 4: Desierto Central.....	49
3.2.5	Ecorregión 5: Desierto de San Felipe.....	53
3.3	Análisis de similitud (ANOSIM).....	57
3.3.1	Variabilidad espacial.....	57
3.3.2	Variabilidad estacional.....	63
Capítulo 4. Discusión		64
4.1	Diversidad y abundancia de la familia Calliphoridae en Baja California.....	64
4.2	Riqueza y abundancia de especies en las ecorregiones.....	66
4.3	Composición espacial de especies en las ecorregiones.....	67
4.4	Variabilidad temporal de Calliphoridae.....	68
4.5	Consideraciones finales.....	70
4.5.1	Reportes sobre distribución de Califóridos para Baja California.....	72
4.5.2	Sugerencias metodológicas y perspectivas a futuro.....	73

Capítulo 5. Conclusiones	75
Literatura citada.....	76
Anexos.....	84

Lista de figuras

Figura		Página
1	Ecorregiones de la Península de Baja California, propuesta sintética por González-Abraham y colaboradores (2010).....	3
2	Macho de <i>Calliphora coloradensis</i>	6
3	Hembra y macho de <i>Calliphora grahami</i>	7
4	Hembra y macho de <i>Calliphora latifrons</i>	8
5	Hembra y macho de <i>Calliphora terraenovae</i>	9
6	Hembra y macho de <i>Calliphora vomitoria</i>	9
7	Hembra y macho de <i>Chrysomya megacephala</i>	11
8	Hembra y macho de <i>Chrysomya rufifacies</i>	12
9	Hembra y macho de <i>Cochliomyia macellaria</i>	13
10	Hembra y macho de <i>Comptosyiops callipes</i>	14
11	Hembra y macho de <i>Phormia regina</i>	15
12	Hembra y macho de <i>Lucilia cuprina</i>	16
13	Hembra y macho de <i>Lucilia sericata</i>	17
14	Mapa de las cinco ecorregiones para Baja California.....	20
15	Trampas y material de recolecta	24
16	Curva de acumulación de especies durante los dos años de muestreo, de agosto 2017 a enero 2019.....	30
17	Abundancia total de califóridos por temporada durante los dos años de muestreo agosto 2017 a junio 2019.....	32
18	Abundancia total de califóridos en la ecorregión de transición Chaparral/Matorral Costero	37
19	Abundancia total de califóridos en la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo.....	41

20	Abundancia total de califóridos en la ecorregión Sierra Juárez-Sierra San Pedro Mártir.....	45
21	Abundancia total de califóridos en la ecorregión Desierto Central.....	49
22	Abundancia total de califóridos en la ecorregión Desierto de San Felipe.....	53
23	Dendograma para los dos años de muestreo 2017-2019.....	57
24	Dendograma para el primer año de muestreo agosto 2017- mayo 2019.....	59
25	Dendograma para el segundo año de muestreo agosto 2018- junio 2019.....	61

Lista de tablas

Tabla	Página
1 Abundancia absoluta por especie en cada año y temporada.....	31
2 Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas.....	34
3 Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas.....	34
4 Abundancia total, relativa (%) y riqueza (S) de las trece especies de califóridos recolectados de agosto 2017 a junio 2019 y diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) en las cinco ecorregiones del estado de Baja California.....	36
5 Abundancia en la ecorregión Chaparral/Matorral Costero por especie en cada año y cada temporada.....	39
6 Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas en la ecorregión de transición Chaparral/Matorral Costero.....	40
7 Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión de transición Chaparral/Matorral Costero.....	40
8 Abundancia en la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo por especie en cada año y cada temporada.....	43
9 Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas.....	44
10 Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo.....	44
11 Abundancia en la ecorregión Sierra Juárez-Sierra San Pedro Mártir por especie en cada año y cada temporada.....	47
12 Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas.....	48
13 Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión Sierra Juárez-Sierra San Pedro Mártir.	48
14 Abundancia en la ecorregión Desierto Central por especie en cada año y cada temporada.....	51
15 Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas.....	52
16 Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión Desierto Central.	52

17	Abundancia en la ecorregión Desierto de San Felipe por especie en cada año y cada temporada.....	55
18	Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas.....	56
19	Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión Desierto de San Felipe.....	56
20	Resultados del análisis de similitud ANOSIM entre las ecorregiones para todo el periodo de estudio (verano 2017-primavera 2019).....	58
21	Resultados del análisis de porcentaje de similitud SIMPER 2017-2019.....	58
22	Resultados del análisis de similitud ANOSIM entre las ecorregiones para el primer año de muestreo (agosto 2017- mayo-2018).....	60
23	Resultados del análisis de porcentaje de similitud SIMPER 2017-2018.....	60
24	Resultados del análisis de similitud ANOSIM entre las ecorregiones para el segundo año de muestreo (agosto 2018- junio 2019).....	62
25	Resultados del análisis de porcentaje de similitud SIMPER 2018-2019.....	62
26	Resultados del análisis de similitud ANOSIM de la composición de califóridos entre las estaciones verano, invierno y primavera.....	63
27	Sitios de colecta por ecorregión en cada temporada.....	84
28	Listado de géneros y especies para la temporada: verano 2017 que se obtuvieron por medio de la red temática MEXBOL	86
29	Listado de 26 especies reportadas para California, Estados Unidos y La Península de Baja California.....	88
30	Listado de las trece especies para las cinco ecorregiones del estado de Baja California, México durante los años agosto 2017 a junio 2019.....	90

Capítulo 1. Introducción

El Orden Díptera, conocido también como orden de las moscas verdaderas, se divide en dos subórdenes: Nematocera y Brachycera (Grzimek's Animal Life Encyclopedia, 2003), cuenta con más de 150,000 especies descritas (Triplehorn y Johnson, 2005; Resh y Cardé, 2009; Thompson, 2013) distribuidas en 10,000 géneros incluidos en 188 familias (Thompson, 2007). La diversidad de este orden va más allá de su riqueza de especies, en su variedad morfológica, hábitos ecológicos e importancia económica; además, es cosmopolita, habiendo colonizado con éxito casi todos los hábitats y continentes, incluyendo la Antártida (Resh y Cardé, 2009). La familia Calliphoridae (Diptera: Calyptratae: Oestroidea), comúnmente conocida como moscas azules o moscardones cuenta con 1,500 especies descritas en 150 géneros y distribuidas mundialmente (Pape et al. 2011; Marinho et al. 2012, González et al. 2017). Al menos el 80% de las especies están distribuidas en las regiones Paleártica, Afrotropical, Oriental y Australiana (Thompson, 2013). Para Norteamérica se han registrado 93 especies distribuidas en 19 géneros (Whitworth, 2017). La familia presenta una gran diversidad en cuanto a su forma, ecología y comportamiento (Pape et al. 2011; Yang et al. 2014), con hábitos necrófagos, saprófagos y en menor grado coprófagos (Saloña et al. 2009; Martínez-Sánchez et al. 1998 en Frontera Carrión et al. 2017). Subfamilias como Chrysomyinae, Calliphorinae y Luciliinae ocasionan miasis en aves y mamíferos, incluyendo humanos (De Azeredo-Espin y Lessinger, 2006; Stevens y Wallman, 2006; Stevens et al. 2006; Montoya et al. 2009; Marinho et al. 2012).

Algunas especies de la familia Calliphoridae presentan gran relación sinantrópica y su importancia no sólo es ecológica, sino también médica y médico-veterinaria por ser vectores de virus, bacterias, hongos, protozoos y helmintos (Ferreira y Barbola 1998, Förster et al. 2007; Montoya et al. 2009), causando más de 65 enfermedades (Greenberg 1971, 1973). Actualmente su aplicación en ciencias forenses va en aumento (Zumpt, 1965; Guimarães et al. 1983; Hall and Wall, 1995; Amendt et al. 2004, Marinho et al. 2012) aunque aún faltan muchos estudios para una mejor aplicación de insectos necrófagos en casos médico legales como lo mencionan y Zabala et al. (2014). En contraparte, las larvas de algunas especies se utilizan para tratar heridas con algún grado de necrosis cutánea (Echeverri et al. 2010; Fleischmann et al. 2003 en Frontera Carrión et al. 2017). Se destaca su importancia como bioindicadores del estado de conservación de los ecosistemas (Vasconcelos et al. 2015; Nuorteva, 1971 en Frontera Carrión et al. 2017), y la mayoría de los adultos de esta familia actúan como polinizadores (Pérez-Bañón et al. 2003 en Frontera Carrión et al. 2017).

La familia Calliphoridae, ampliamente distribuida en casi todas las regiones biogeográficas del mundo (Kutty et al. 2010; Singh y Wells, 2013) donde la Península de Baja California no es la excepción. Con una superficie aproximada de 143,780 km², la península de Baja California se extiende a lo largo de 1,200 km paralelamente al litoral del Pacífico y hacia el este sobre el Golfo de California. Los 100 km de anchura, en promedio, y la poca conectividad con el continente le confieren condiciones semejantes a las de una isla, favoreciendo microclimas y altos grados de endemismo, encontrando cerca de 4,000 taxa de flora, donde el 30% son endémicos (Delgadillo, 1998; Rebman y Roberts, 2012).

Pertenciente a la Región Neártica, el Estado de Baja California con aproximadamente 500 km de longitud, se ubica al noroeste de la península de Baja California, entre los 28° y 33°N, y 112° y 117°O, con una superficie de 70,113 km² equivalente al 3.6% de la superficie total del País. En su particular diseño orográfico se encuentran sierras que bajan hasta encontrarse con grandes valles y desiertos pasando por lomerías y abruptas pendientes que se encuentran con el Golfo de California en la parte este, mientras que las pendientes más suaves se encuentran hacia el Pacífico. Los picos más altos para el Estado son el Picacho del Diablo en la Sierra San Pedro Mártir (SSPM) con 3,100 m.s.n.m. y la Sierra Juárez con 1,980 m.s.n.m., mientras la altitud mínima del estado, -10 m.s.n.m., se encuentra en la Laguna Salada en Mexicali. La región noroccidental del Estado tiene un clima mediterráneo con lluvias predominantes en invierno y con temperaturas máximas y mínimas dependiendo de la región (Delgadillo et al. 1998; González-Abraham et al. 2010).

Factores como altitud y latitud influyen de manera directa en la distribución de las especies (Dansereau, 1957) por lo que es posible utilizar criterios bioclimáticos para dividir la Tierra en nueve zonobiotas determinados por clima, tipo de suelo y vegetación (Walter, 1985). Una forma en la que se han podido reconocer a las comunidades vegetales ha sido a través de la correlación que existen entre la distribución de las especies y el clima, resultando en pisos bioclimáticos, los cuales fueron definidos como espacios termoclimáticos que ocurren en una cliserie altitudinal o latitudinal (Dansereau, 1957; Peinado et al. 1994).

En la península de Baja California hay tres de los nueve zoonobiotas (Peinado et al. 1993; Peinado et al. 1994). De acuerdo con la clasificación de Rivas-Martínez (1993), se distinguen seis pisos bioclimáticos con seis ombroclimas en función de la precipitación, además todas estas características han sido útiles para obtener unidades biogeográficas (Peinado et al. 1994). González-Abraham et al. (2010) realizaron una propuesta de ecorregiones para la Península (Fig. 1), distinguiendo dos regiones, Mediterránea y Desértica, y 14 ecorregiones, de las cuales nueve son las que comprenden al estado de Baja California.

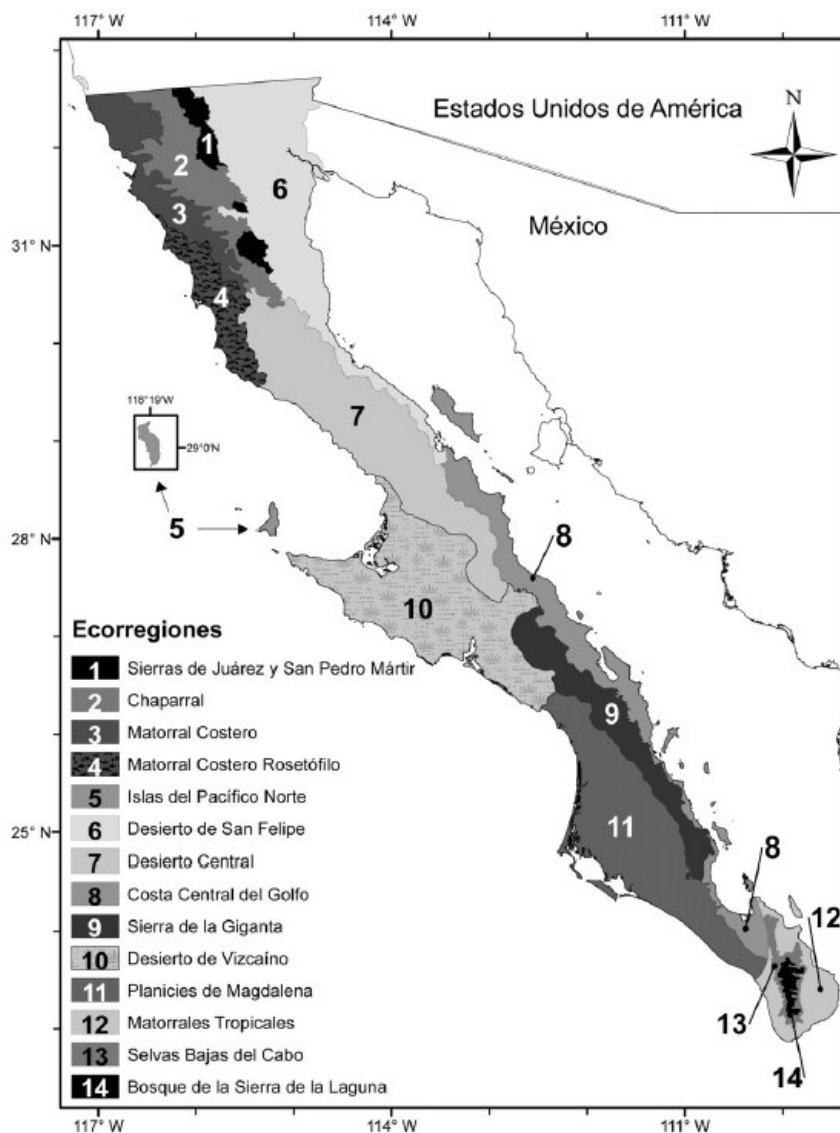


Figura 1.- Ecorregiones de la Península de Baja California, propuesta sintética por González-Abraham y colaboradores (2010).

El estado de Baja California es una zona de estudio excepcional para investigar la diversidad y los patrones de distribución y abundancia de los insectos, debido a características como las diferentes condiciones climáticas, la variedad de gradientes altitudinales y latitudinales, los cambios en el tipo de suelo y vegetación, así como la confluencia entre dos reinos biogeográficos: Neártico y Neotropical. En este estudio se utiliza como modelo de estudio a la familia Calliphoridae, debido a que las especies de esta familia han demostrado ser de importancia ecológica, agrícola y médica, además de ser moscas con distribuciones determinadas por factores bio-geo-climáticos.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Variabilidad espacio temporal en la distribución y abundancia de la Familia Calliphoridae.

La complejidad y diversidad de interacciones ecológicas se refleja no sólo en la distribución espacial de una especie de manera intraespecífica, sino también interespecífica, con su entorno y diferenciación entre nichos (Price 1997, en Moretti y Godoy, 2013). No sólo las variaciones espaciales tendrán un efecto en las interacciones entre ritmos intrínsecos y efectos estacionales, sino también los cambios temporales en la actividad de los organismos (Gloria, 2002; Hwang y Turner, 2005). Las asociaciones especies-hábitat de califóridos presentan variaciones tanto a nivel local como regional (Hwang y Turner, 2005), por ejemplo, algunas especies pueden presentarse en diversos hábitats o preferir y distribuirse en sólo uno o dos tipos de hábitats. Vasconcelos et al. (2015) mencionan que la familia Calliphoridae se puede utilizar como bioindicador de ecosistemas fragmentados: si se conoce la composición de especies en ambientes protegidos, se puede estimar el grado de conservación de un área en particular y predecir el impacto en dicho ecosistema por especies invasoras, cambio climático o efectos antropogénicos.

La presencia y abundancia de califóridos fluctúan a través de tiempo y están fuertemente influenciadas por la época del año, posición geográfica, características ambientales y micro-hábitats (Anderson, 1995; Brundage et al. 2011; Fiene et al. 2014). Por ejemplo, en México destaca el trabajo de Mañas-Jordá et al. (2017) sobre diversidad de dípteros necrófagos y sucesión ecológica realizado en dos hábitats de montaña tropical para el estado de Chiapas, la Reserva Natural de Huitepec y la ciudad de San Cristóbal de las Casas, encontrando que hubo una mayor diversidad en ambientes urbanos que en hábitats naturales, además de una diferencia significativa entre la composición y estructura de las comunidades entre ambos sitios. Aunque las especies dominantes para los dos hábitats fueron *Compsomyiops callipes* y *Cochliomyia macellaria*.

Los estudios de dípteros y otros artrópodos terrestres de la península de Baja California son escasos en comparación con otras regiones del País. Sólo hay un estudio sobre la familia Calliphoridae, de Beltrán-Ontiveros y Munguía-Ortega (2013), aunque se destacan trabajos sobre otros órdenes y familias como Formicidae (Johnson y Ward, 2002), Coleoptera (Andrews y Gilbert, 2005; Delgado-Fernández et al. 2017) o la clase Arachnida (Beltrán-Ontiveros y Vergara-Pineda, 2016; Maya-Morales et al. 2017).

1.1.2 Características de seis géneros de la Familia Calliphoridae con especies registradas para México

1.1.2.1 Subfamilia Calliphorinae

1.1.2.1.1 Género *Calliphora* Robineau-Desvoidy 1830.

El género *Calliphora* es cosmopolita y está compuesto por aproximadamente 76 especies, con una alta riqueza en las regiones Holártica y Australiana con aproximadamente 26 y 36 especies descritas respectivamente (Zumpt, 1965, Whitworth, 2006, Tantawi et al. 2017). En Norteamérica existen 13 especies (Tantawi et al. 2017): *C. genarum* (Zetterstedt, 1838), *C. grahami* (Aldrich, 1930), *C. latifrons*, *C. loewi* (Enderlein 1903), *C. stelviana* (Brauer y Bergenstamm, 1891), *C. terraenovae* (Macquart, 1851, Schumann 1986), *C. vicina* (Robineau-Desvoidy 1830) y *C. vomitoria* (L. 1758), siendo endémicas: *C. aldrichia* (Shannon, 1923), *C. alaskensis* (Shannon, 1923), *C. coloradensis* (Hough, 1899), *C. livida* (Hall, 1948) y *C. montana* (Shannon, 1926, Hall 1948, 1965; Whitworth 2006). A éste género pertenecen los califóridos más grandes que se encuentran en Norteamérica, presentan hábitos necrófagos y son de los primeros en arribar a cadáveres de animales (Tantawi et al. 2017).

***Calliphora coloradensis* Hough, 1899.**

Una de las principales características taxonómicas para identificar a esta especie es que presenta una basicosta de color negro y de 1/3 a 1/2 de la dilatación genal es de color anaranjado o rojizo (Whitworth, 2006). Su área de distribución está reportada desde el norte de México hasta Alaska y el este de Ontario, Canadá, e Indiana, Estados Unidos (Hall, 1948; Jones et al. 2019). En verano se ha reportado en altitudes de hasta 3,350 y 4,191 m.s.n.m. (De Jong y Chadwick, 1999; Adair et al. 2006).



Figura 2.- Macho de *Calliphora coloradensis*. **1.** Vista dorsal, **2.** Vista izquierda lateral, **3.** Etiqueta de recolecta. Ejemplar de NHMD—Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

***Calliphora grahami* Aldrich, 1930**

Se distingue por presentar un espiráculo torácico anterior de color anaranjado, microtumentum de color blanco en el abdomen y la ausencia de la seta intra-alar presutural (Jones et al. 2019). Es nativa de la región Oriental y el este de la región Paleártica, en dónde se ha reportado para climas fríos (Ali Shah y Sakhawat, 2004). Fue introducida en Hawái y el Oeste de Estados Unidos con el primer reporte en California en 1929 (Aldrich, 1930). Aunque es una especie muy rara, localizada y generalmente ocurre en poblaciones aisladas del oeste de Norteamérica, se ha registrado en Alaska, Montana, Washington, Óregon, Colorado, California y Nuevo México (James, 1953, Whitworth, 2017, com. per y Jones et al. 2019). En México, se reportó por primera vez en Saltillo, Coahuila (Núñez-Vásquez et al. 2010) y en las montañas de Durango, siendo el límite de distribución más sureño (Whitworth 2017, com. per. Whitworth, 2019). Es una especie sinantrópica que puede transmitir enfermedades a seres humanos y animales, siendo vector del virus de la influenza aviar (H5N1) (Sawabe et al. 2006) y bacterias como *Staphylococcus spp.*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* (Förster et al. 2007).



Figura 3.- Hembra de *Calliphora grahami*. 1. Vista dorsal, 2. Vista izquierda lateral, 3. Etiqueta de recolecta. Macho de *Calliphora grahami*. 4. Vista dorsal, 5. Vista izquierda lateral, 6. Etiqueta de recolecta. Ejemplares de NHMD— Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

***Calliphora latifrons* Hough, 1899**

Presenta setas en la supravibrisa muy marcadas (estas setas se encuentran a lo largo de la cresta facial) y espiráculo anterior torácico anaranjado. Es una especie común para Norteamérica con una distribución que va desde el oeste en el norte de Canadá hasta el sur de México, llegando ocasionalmente hacia la costa este (Tantawi et al. 2017; Jones et al. (2019).



Figura 4.- Hembra de *Calliphora latifrons*. 1. Vista dorsal, 2. Vista izquierda lateral, 3. Etiqueta de recolecta. Macho de *Calliphora latifrons*. 4. Vista dorsal, 5. Vista izquierda lateral, 6. Etiqueta de recolecta. Ejemplares de NHMD— Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

***Calliphora livida* Hall, 1948**

Una de sus características taxonómicas más distintivas es la dilatación genal de color negro y la presencia de setas en la supravibrisa muy tenues a lo largo de la cresta facial, y tres setas en el área intra-alar presutural. Es endémica de Norteamérica, con una amplia distribución desde Canadá hasta el sur de Estados Unidos (Tantawi, et al. 2017; Jones et al. 2019).

***Calliphora terraenovae* Macquart, 1851**

Se distingue por presentar una basicosta de color negro y dos setas en el área intra-alar presutural. Está ampliamente distribuida en Alaska y Canadá. Se ha reportado en Wisconsin, Colorado, Nuevo México, California y Texas, y se ha reportado para el este de Groenlandia (Jones et al. 2019). En la parte más norteña de su distribución se le puede encontrar a altitudes bajas mientras que para las partes más sureñas de su distribución es común encontrarla a elevaciones altas, aunque se ha reportado en Nueva York y Carolina del Norte en altas elevaciones (Whitworth, 2017).



Figura 5.- Macho de *Calliphora terraenovae*. **1.** Vista dorsal, **2.** Vista izquierda lateral, **3.** Etiqueta de recolecta. Ejemplar de NHMD—Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

***Calliphora vomitoria* L, 1758**

Una de sus características taxonómicas más particulares son las setas alargadas de color amarillo en la post-gena (Whitworth, 2017; Jones et al. 2019). Es una especie común para la región Neártica, encontrándola desde Canadá y todo Estados Unidos, que se encuentra a una mayor altitud en estados sureños de Estados Unidos. También está presente en África y Hawái (Tantawi y Whitworth, 2017).

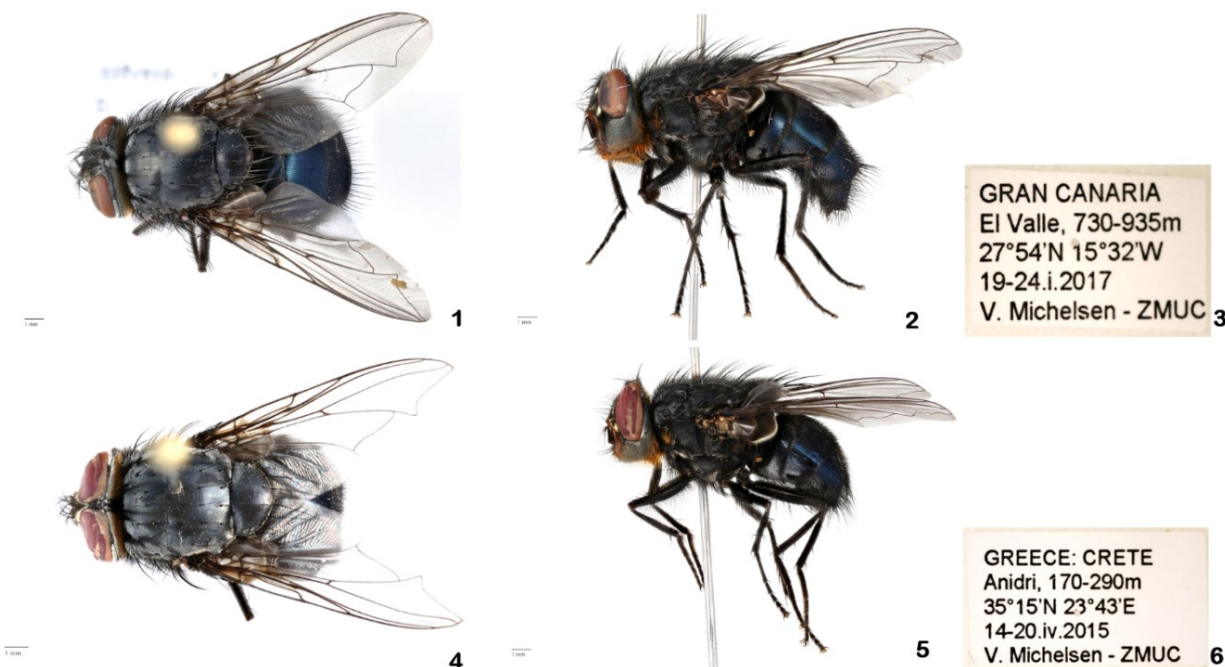


Figura 6. - Hembra de *Calliphora vomitoria*. **1.** Vista dorsal, **2.** Vista izquierda lateral, **3.** Etiqueta de recolecta. Macho de *Calliphora vomitoria*. **4.** Vista dorsal, **5.** Vista izquierda lateral, **6.** Etiqueta de recolecta. Ejemplar de NHMD—Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

1.1.2.2 Subfamilia Chrysomyinae

1.1.2.2.1 Género *Chrysomya* Robineau-Desvoidy, 1830

El género *Chrysomya*, conocido por causar miasis en Europa, África, Asia y Australia (Whitworth, 2006) está compuesto por 12 especies, de las cuales cuatro se han encontrado en el continente americano (Carmo et al. 2018). Para el sur de Estados Unidos y México se han registrado *C. megacephala* y *C. rufifacies* (Whitworth, 2006). Las poblaciones de estas especies están actualmente expandiendo su distribución (Greenberg y Kunich, 2002; Whitworth, 2006). El género fue introducido en América en la década de 1970 (Guimarães et al. 1978) y ha desplazado a especies nativas sobre todo del género *Cochliomyia*, afectando su comportamiento y dinámica poblacional (Moretti y Godoy, 2013). Algunos factores que favorecen el desplazamiento e instalación de las especies de *Chrysomya* es su gran adaptabilidad a diversos ambientes y su capacidad sinantrópica (Paraluppi, 1996).

***Chrysomya megacephala* Fabricius, 1794**

Gena de color amarillo a anaranjado así como setas en el área de la génula del mismo color; tiene setas de color café oscuro a negro en el espiráculo anterior torácico. Los ojos del macho, la parte media superior de las facetas (ojos) suele ser más alargados que las facetas de la parte media inferior. Es común en Norteamérica y se ha encontrado inclusive en Canadá durante el verano (com. per. Whitworth, 2019), sin embargo, la mayoría de los registros para esta especie han sido en el sureste de los Estados Unidos (Whitworth, 2017; Jones et al. 2019).

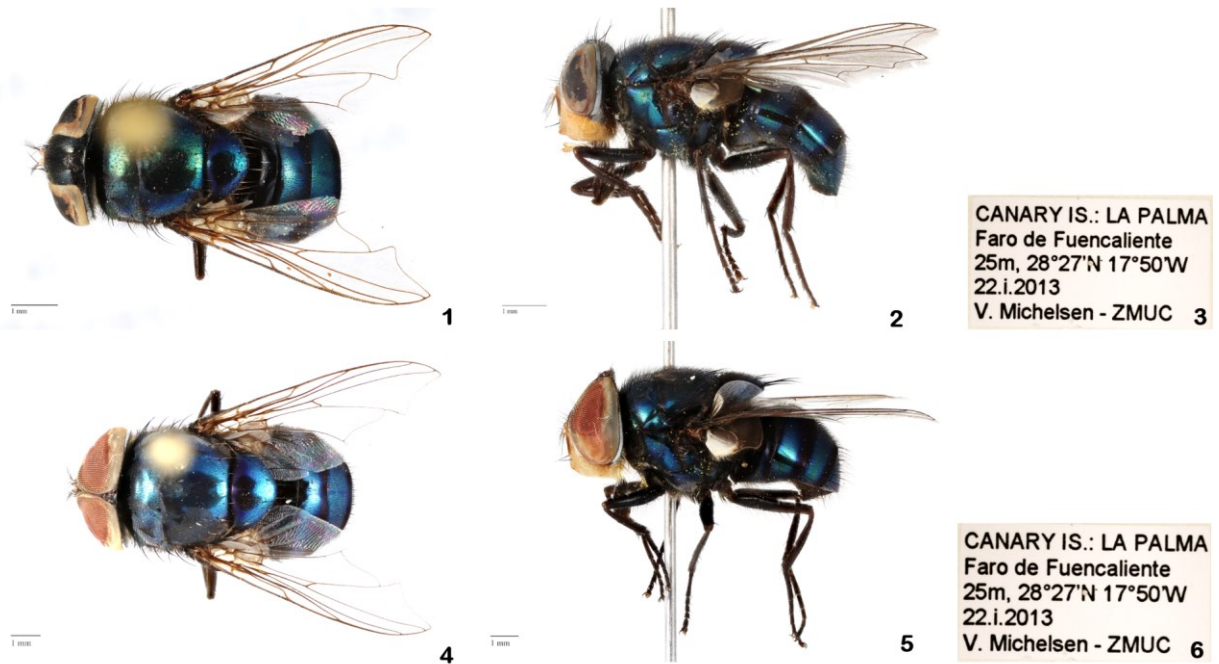


Figura 7.- Hembra de *Chrysomya megacephala*. 1. Vista dorsal, 2. Vista izquierda lateral, 3. Etiqueta de recolecta. Macho de *Chrysomya megacephala*. 4. Vista dorsal, 5. Vista izquierda lateral, 6. Etiqueta de recolecta. Ejemplares de NHMD—Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

***Chrysomya rufifacies* Macquart, 1843**

A diferencia de *Chrysomya megacephala* la gena de *C. rufifacies* es de color plateado a gris oscuro y el espiráculo anterior torácico presenta setas de color blanco (Whitworth, 2017). Las larvas en tercer estadio son depredadoras de otras larvas de insectos, por ejemplo, de *Cochliomyia macellaria* (Moretti y Godoy, 2013). Es nativa de la región Australiana y el Sureste de Asia, se ha reportado para el sur de California, Arizona, Nuevo México, Luisiana, Florida, Illinois y Michigan (Shahid et al. 2000). Rosati y VanLaerhoven (2007) reportan un área de expansión estacional para el norte de Ontario, Canadá, encontrando a esta especie solamente en el otoño.

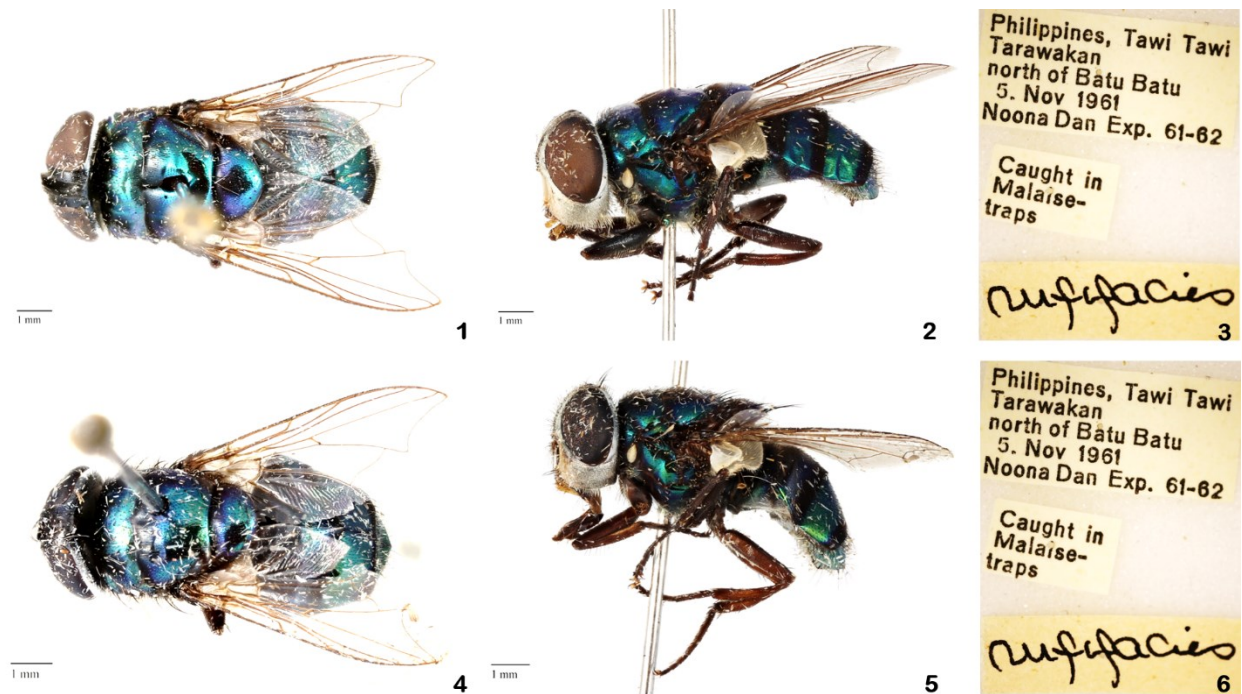


Figura 8.- Hembra de *Chrysomya rufifacies*. **1.** Vista dorsal, **2.** Vista izquierda lateral, **3.** Etiqueta de recolecta. Macho de *Chrysomya rufifacies*. **4.** Vista dorsal, **5.** Vista izquierda lateral, **6.** Etiqueta de recolecta. Ejemplares de NHMD— Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

1.1.2.2.2 Género *Cochliomyia* Townsend, 1915

El género *Cochliomyia* es endémico de América y lo integran cuatro especies: *C. aldrichi* (Del Ponte,) *C. minima* (Shannon,), *C. macellaria* y *C. hominivorax* (Coquerel, 1858), siendo *C. macellaria* la especie con mayor distribución (Whitworth, 2010). *C. aldrichi* y *C. minima* son especies endémicas del Caribe (Whitworth, 2010; Yussef-Vanegas y Agnarsson, 2016, 2017). *C. hominivorax*, que en fase de larva es parásito obligado, el cual produce miasis y se alimenta de tejido vivo de mamíferos y seres humanos (Guimarães et al. 1983), fue erradicada de Norteamérica, América Central, Puerto Rico y Las Islas Vírgenes, sin embargo, aún existen poblaciones de *C. hominivorax* en América del Sur y el Caribe generando grandes pérdidas para la industria del ganado (Vargas-Terán et al. 2005; Rodríguez-Diego et al. 2016 y Yussef-Vanegas y Agnarsson, 2016.)

***Cochliomyia macellaria* Fabricius, 1775**

Presenta tres líneas negras y verdes de color metálico en el tórax, palpos filiformes, calípteros de color blanco y en las hembras; la basicosta suele ser de color amarillo o anaranjado oscuro. Especie común y nativa de Norteamérica. Las larvas generalmente ovipositan en carroña, sin embargo, esta especie puede depositar sus huevos en heridas y tejido necrótico produciendo miasis secundaria (Whitworth, 2010, 2017), lo que resalta su importancia en entomología forense (Byrd y Caster, 2010). Tiene una amplia distribución en la región neotropical y es común en Norteamérica, encontrándose en la parte sur de Canadá y principalmente hacia el sur de Estados Unidos. Esta especie se caracteriza por su gran variedad de hábitos alimenticios, capacidad de dispersión y adaptación a diversos hábitats (Jones et al. 2019).

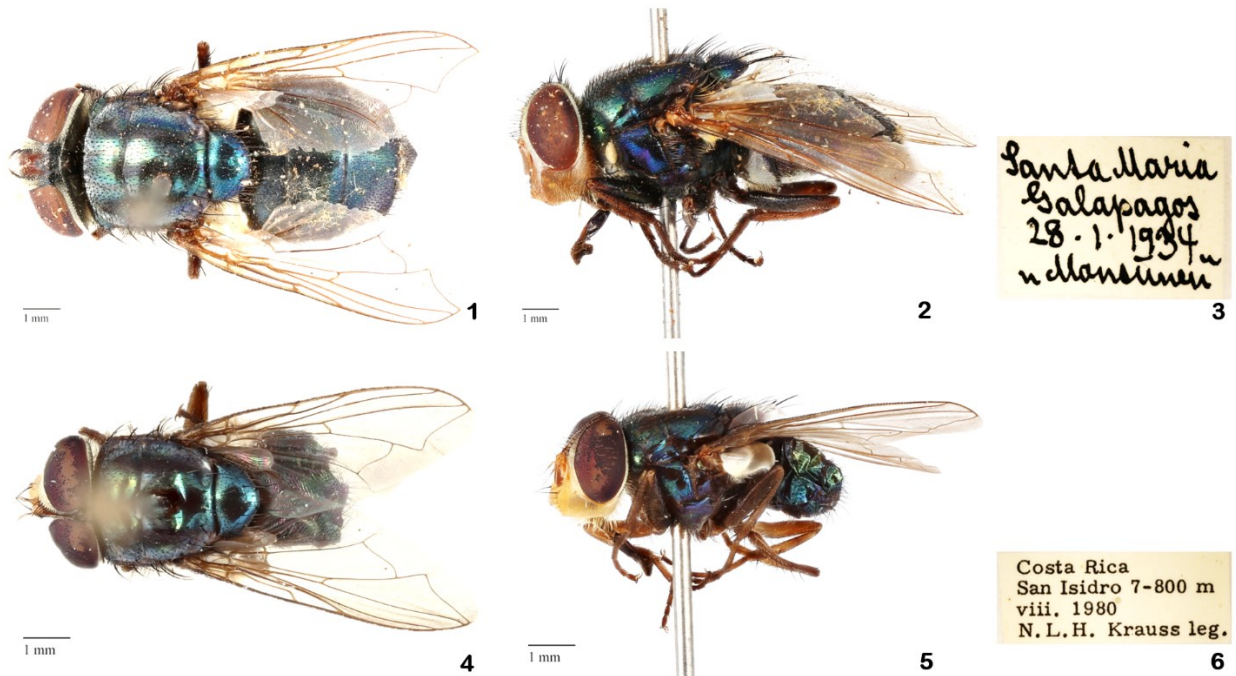


Figura 9.- Hembra de *Cochliomyia macellaria*. **1.** Vista dorsal, **2.** Vista izquierda lateral, **3.** Etiqueta de recolecta. Macho de *Cochliomyia macellaria*. **4.** Vista dorsal, **5.** Vista izquierda lateral, **6.** Etiqueta de recolecta. Ejemplares de NHMD—Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

1.1.2.2.3 Género *Compsomyiops* Townsend, 1918

Una sola especie descrita para la región Neártica.

Compsomyiops callipes Bigot, 1877

Puede confundirse con el género *Cochliomyia*, específicamente con la especie *C. macellaria*. Sin embargo, los individuos de *C. callipes* suelen ser de mayor tamaño y se puede identificar fácilmente por sus “palpos clavados” o en forma de bate de béisbol, y por presentar calípteros de color café oscuro con el borde de color blanco (Whitworth, 2017; Jones et al. 2019). Es una especie mayormente Neotropical pero también se distribuye en la Región Neártica. y se encuentra desde el suroeste de Estados Unidos y se ha registrado en California, Arizona, Nuevo México y Texas. Se ha reportado en montañas y bosques de niebla (Velásquez, 2008), siendo más abundante en zonas rurales que urbanas (Brundage y Byrd, 2016).

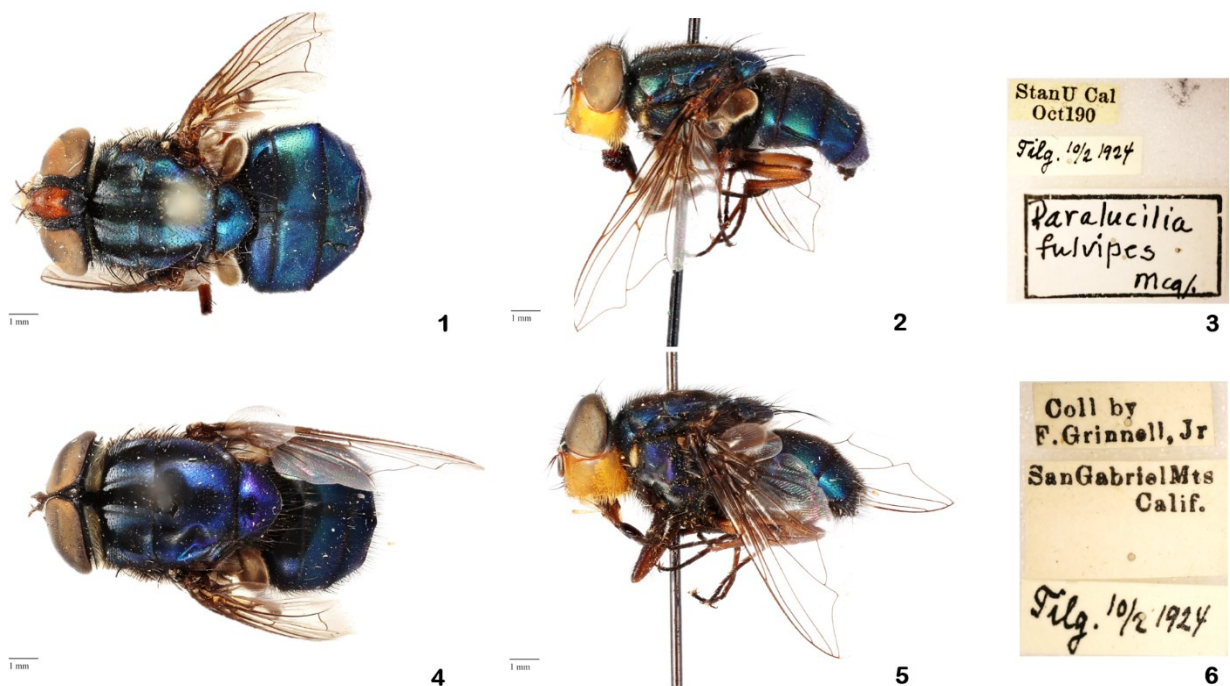


Figura 10.- Hembra de *Compsomyiops callipes*. 1. Vista dorsal, 2. Vista izquierda lateral, 3. Etiqueta de recolecta. Macho de *Compsomyiops callipes*. 4. Vista dorsal, 5. Vista izquierda lateral, 6. Etiqueta de recolecta. Ejemplares de NHMD—Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

1.1.2.2.4 Género *Phormia* Robineau – Desvoidy, 1830

Phormia regina Meigen, 1826

Es la única especie descrita para el género. Se caracteriza por tener dos setas en el área intra-alar postsutural, un espiráculo anterior torácico con setas de color anaranjado, el calíptero superior generalmente no presenta vellosidades y es de color blanco o amarillo pálido. Es una especie sinantrópica, atraída tanto al estiércol como a la carroña, con amplia distribución y muy común en Norteamérica. Puede ocasionar miasis secundaria en animales y se considera una peste en la industria del ganado. Los adultos usualmente sobreviven durante el invierno (Whitworth, 2017; Jones et al. 2019).

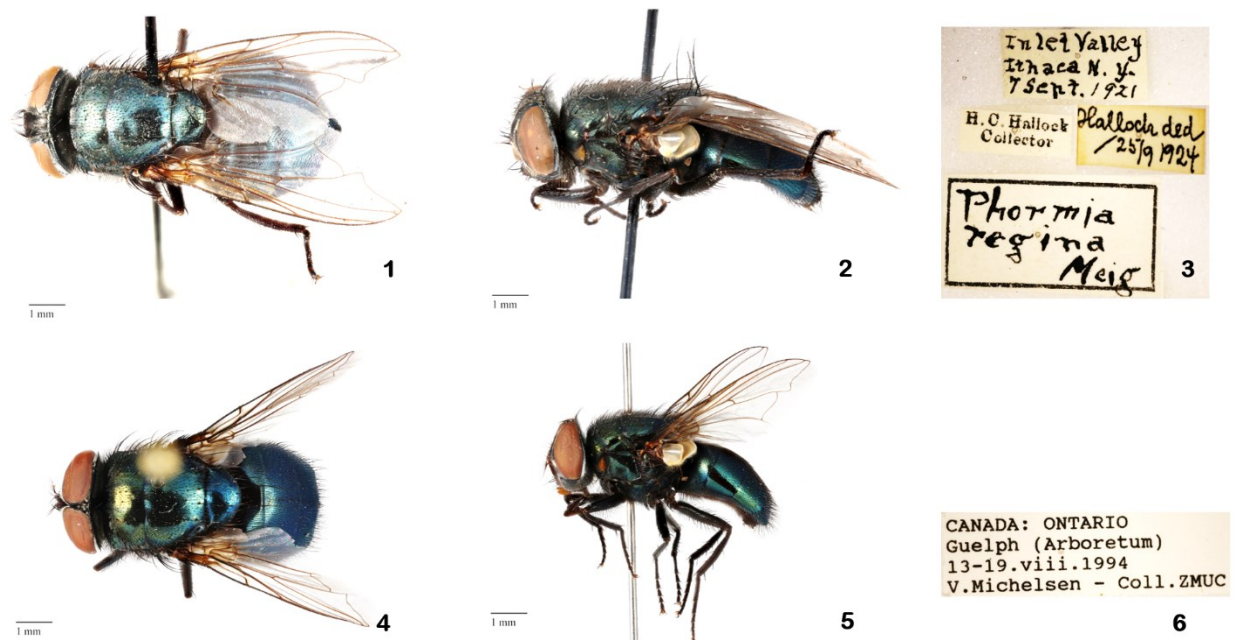


Figura 11.- Hembra de *Phormia regina*. 1. Vista dorsal, 2. Vista izquierda lateral, 3. Etiqueta de recolecta. Macho de *Phormia regina*. 4. Vista dorsal, 5. Vista izquierda lateral, 6. Etiqueta de recolecta. Ejemplares de NHMD—Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

1.1.2.3 Subfamilia Lucilinae

1.1.2.3.1. Género *Lucilia* Robineau-Desvoidy, 1830

El género incluye 12 especies descritas para Norteamérica (Whitworth, 2017). Las especies son cosmopolitas, la mayoría sinantrópicas y se les puede encontrar sobre flores, follaje, basura, estiércol o carroña. Son dípteros pequeños de entre 4-10 mm y es más común encontrarlos en lugares sombreados (Marshall, 2012). Algunas especies producen miasis secundaria y otras especies se utilizan en larvoterapia (Téllez et al. 2012).

Lucilia cuprina Wiedemann, 1830

Presenta una seta en el centro del área occipital, usualmente es pequeñas y de color verde olivo metálico. Es originaria de Australia y actualmente tiene una distribución cosmopolita. Genera miasis en ovejas y es considerada como una plaga en regiones de clima cálido. *L. cuprina* es una especie poco común en Estados Unidos, sin embargo, está distribuida en el oeste de Virginia, a través de Missouri, Florida hasta llegar a California, Estados Unidos (Whitworth, 2010, 2017; Jones et al. 2019; com. per. Yusseff-Vanegas, 2019).

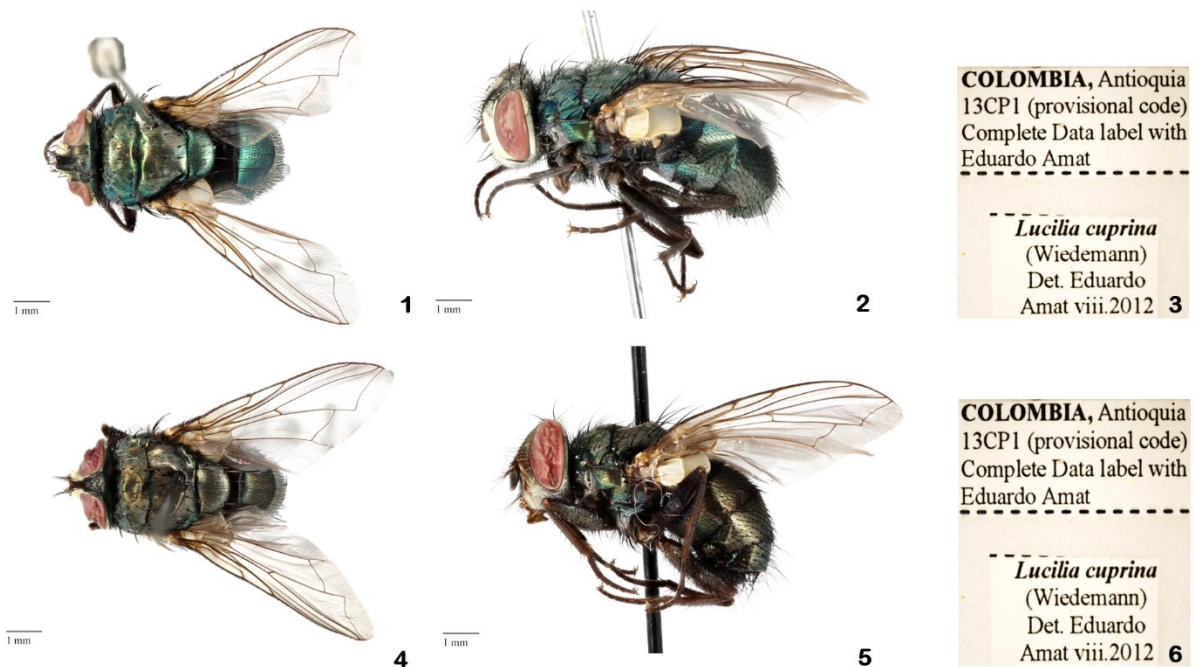


Figura 12.- Hembra de *Lucilia cuprina*. **1.** Vista dorsal, **2.** Vista izquierda lateral, **3.** Etiqueta de recolecta. Macho de *Lucilia cuprina*. **4.** Vista dorsal, **5.** Vista izquierda lateral, **6.** Etiqueta de recolecta. Ejemplares de NHMD—Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

***Lucilia sericata* Meigen, 1826**

Su color verde metálico es muy característico. A diferencia de *L. cuprina*, *L. sericata* presenta de dos a tres setas en el centro del área occipital, además el notopleuron presenta de cinco a más sétulas sobre el borde posterior (Jones et al. 2019). Suele ser un poco más grandes que *L. cuprina* aunque esto no debe tomarse como un carácter distintivo. Es sinantrópica y está ampliamente distribuida en Estados Unidos y Canadá, y desde México hasta Argentina (James, 1970; Whitworth, 2010, 2017). Produce miasis secundaria y su aplicación en medicina (larvoterapia) para la cura de heridas con algún grado de necrosis cutánea ha ido en aumento (Marshall, 2012).

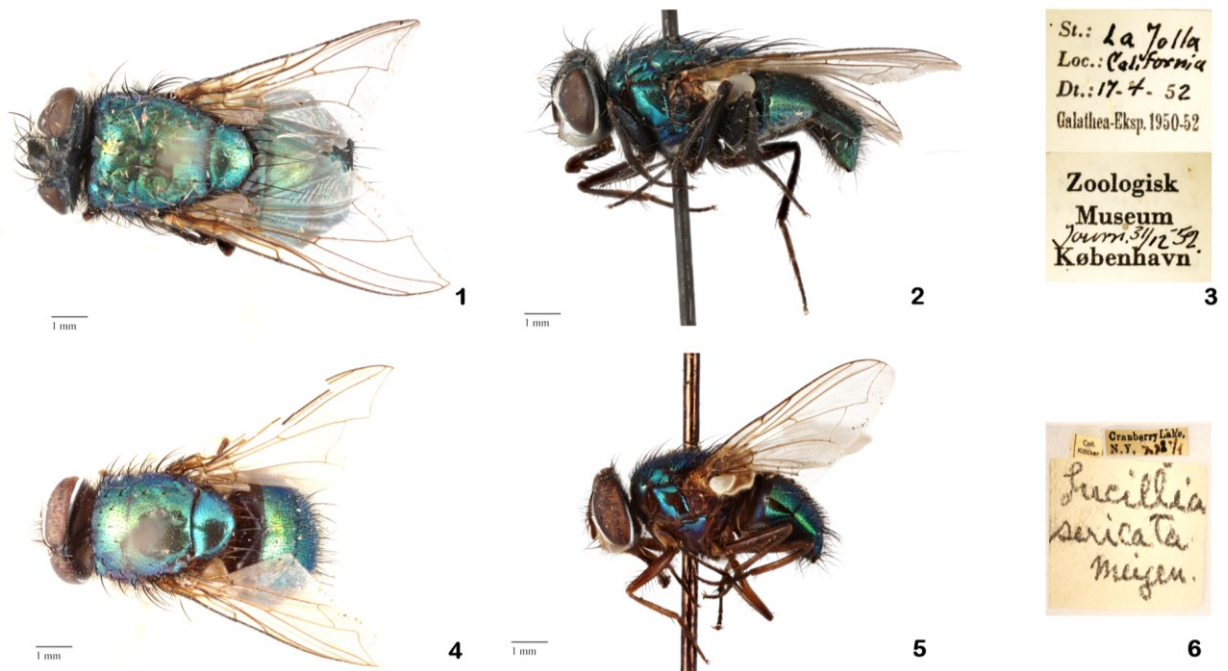


Figura 13.- Hembra de *Lucilia sericata*. 1. Vista dorsal, 2. Vista izquierda lateral, 3. Etiqueta de recolecta. Macho de *Lucilia sericata*. 4. Vista dorsal, 5. Vista izquierda lateral, 6. Etiqueta de recolecta. Ejemplares de NHMD—Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca. Foto A. Rytter Jensen. Editado K. Munguía-Ortega.

1.2 Justificación

Para conocer la dinámica de distribución espacio temporal de las especies y sus interacciones ecológicas impera tener estudios de base de la biodiversidad para el diseño de monitoreos a largo plazo con el fin de evaluar las fluctuaciones en las poblaciones y sus causas (ej. cambio climático, efectos antropogénicos o desplazamiento por especies invasoras). Aunado a esto, conocer la composición de especies de una zona geográfica nos permite aplicar este conocimiento en diversas áreas como la entomología médico-veterinaria y forense. Aquí se presenta el primer estudio completo de la distribución, riqueza y abundancia de especies de la familia Calliphoridae, moscas con un fuerte impacto ecológico, para el estado de Baja California, aportando información de la entomofauna del Estado. Con los resultados generados será posible hacer inferencias a futuro del posible desplazamiento de especies debido al cambio climático, contemplando la diversidad de adaptaciones que presentan estos califóridos ante la temperatura y fragmentación de hábitats.

1.3 Hipótesis

- a) Existen mayor riqueza y abundancia de califóridos en las ecorregiones de Baja California con altitudes y latitudes mayores, debido al fuerte componente Holártico de la familia.
- b) Las diferencias en la composición espacial de las especies de califóridos en Baja California están influenciadas por las ecorregiones y sus atributos únicos.
- c) Existen diferencias en la composición temporal de las especies de califóridos en cada ecorregión, debido a que los individuos se mueven de acuerdo a los cambios estacionales de temperatura.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar los patrones de distribución, riqueza y abundancia de la familia Calliphoridae en cinco ecorregiones del estado de Baja California tomando en consideración los atributos biogeográficos de las ecorregiones.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Describir la riqueza y abundancia de las especies de la familia Calliphoridae en cinco ecorregiones de Baja California.
- b) Evaluar la composición y diversidad de especies de la familia Calliphoridae para las cinco ecorregiones.
- c) Evaluar la variación estacional en la riqueza y abundancia de las especies de la familia Calliphoridae.

Capítulo 2. Metodología

2.1 Área de estudio

Se establecieron nueve sitios de colecta entre los 29.6° y 32°N en cinco ecorregiones de Baja California (Tabla 1, Fig. 14): (1) El Mogor (EM) en la zona de transición de Chaparral y Matorral Costero, (2) Punta Colonet (PC) en la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo, (3) Sierra de Juárez (SJ) y (4) Sierra San Pedro Mártir (SSPM) en la ecorregión Sierra Juárez–Sierra San Pedro Mártir, (5) Santa Catarina (SC) y (6) Cerro Santo Tomás en la ecorregión Desierto Central, y (7) Río Hardy (RH), (8) San Felipe (SF) y (9) Punta Final (PF) en la ecorregión Desierto de San Felipe. Las características geográficas de cada localidad se muestran en anexos (Tabla 27).

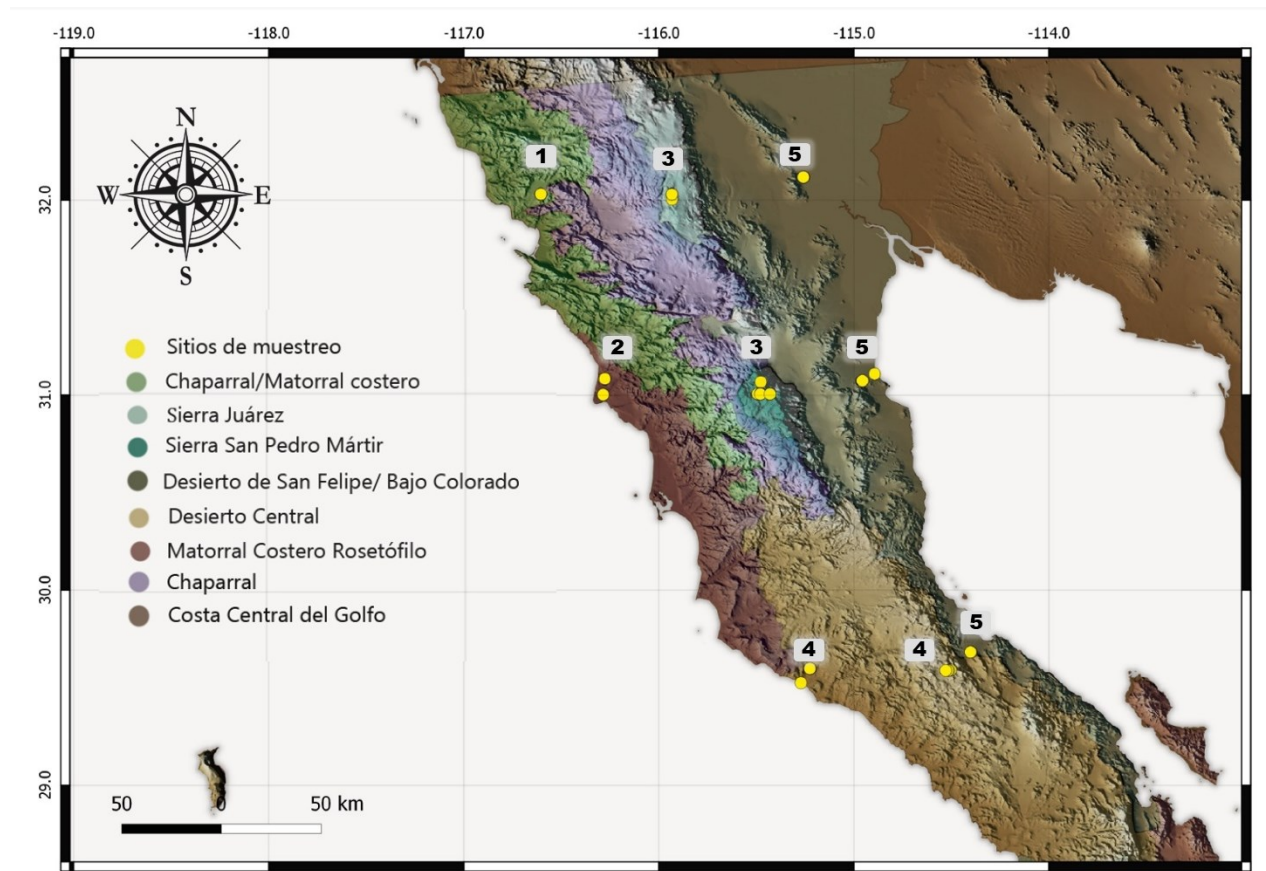


Figura 14.- Se muestran las cinco ecorregiones con sus respectivos sitios de muestreo. El mapa sólo muestra ocho de las nueve ecorregiones del estado de Baja California. Los colores indican la Ecorregión a la que pertenece cada sitio de muestreo y los números la ecorregión (Tabla 1). De Oeste a Este se encuentran en la Latitud 32°N: **(1) EM**: (zona de transición entre Chaparral y Matorral Costero; **(3) SJ** y **(5) RH**. Latitud 30°N: **(2) PC**, **(3) SSPM** y **(5) SF**. Latitud 29°N: **(4) SC**, **(4) CST** y **(9) PF**. Mapa realizado en QGIS Versión 2.14 (Essen) Basado en las Ecorregiones propuestas por González-Abraham et al. (2010).

2.2 Descripción de los nueve sitios de muestreo

Sitio 1: Ecorregión 1: Zona de transición entre Chaparral y Matorral Costero: Rancho El Mogor. Ubicado a unos 30 km del Océano Pacífico, en el Valle de Guadalupe. Presenta clima mediterráneo, con lluvias en invierno, y veranos cálidos y secos. La temperatura media anual (Tma) es de 17°C y la precipitación media anual (Pma) de 281 mm (Villareal et al. 2016; Cueva et al. 2017). La vegetación predominante es una mezcla entre Chaparral y Matorral Costero (González-Abraham et al. 2010).

Sitio 2: Ecorregión 2: Matorral Costero Rosetófilo: Punta Colonet. Ubicado a 121 km hacia el sur de la ciudad de Ensenada. Se encuentra un farallón de aproximadamente 90 metros de altura con una ladera abrupta que desaparece hacia la desembocadura del arroyo San Rafael. Clima mediterráneo árido con Tma que fluctúa entre los 15.6 y 18.9°C y Pma de 242.1 a 329.9 mm; con lluvias en invierno entre octubre y marzo. La temperatura media promedio para diciembre y enero es de 4.75°C, mientras que de julio a septiembre la temperatura promedio es de 29.7°C y presenta gran influencia de brisa marina con neblinas predominantes de verano y otoño (DIGAOHM, 2017). Vegetación predominante de matorral costero rosetófilo (González-Abraham et al. 2010).

Sitio 3: Ecorregión 3: Sierra Juárez–Sierra San Pedro Mártir: Sierra de Juárez. Ubicada a 190 km de la ciudad de Ensenada y una superficie total de 4,568 km² forma parte de la porción sur de las Cadenas Montañosas Transversales y Peninsulares en el sur de California. La parte oriental desciende abrupta y espectacularmente hacia el valle del Bajo Colorado; hacia el oeste desciende de una forma más suave hasta el Océano Pacífico, incorporándose gradualmente a la ecorregión de Chaparral. Presenta clima mediterráneo con inviernos fríos y lluviosos donde la precipitación anual varía entre los 500 y 700 mm. La nieve captada en este sistema montañoso representa sólo el 25% del total de la precipitación anual. Los veranos son cálidos y secos y su Tma oscila entre los 10 y 15°C; en su mes más caluroso presenta una temperatura media inferior de 22°C. El paisaje está dominado por bosques de *Pinus* y *Abies* (Delgadillo, 1998; González-Abraham et al. 2010).

Sitio 4: Ecorregión 3: Sierra Juárez–Sierra San Pedro Mártir: Sierra San Pedro Mártir. Ubicada aproximadamente a 235 km de la Ciudad de Ensenada, B.C., ésta cadena montañosa también forma parte de la porción sur de las Cadenas Montañosas Transversales y Peninsulares en el sur de California, descendiendo vertiginosamente hacia el valle del Bajo Colorado y de una forma suave hacia el Océano Pacífico. Su clima mediterráneo caracterizado por inviernos fríos y lluviosos donde la precipitación anual varía entre los 500 y 700 mm, y la nieve captada representa el 75% del total de la precipitación anual hacen

de esta sierra una de las barreos biogeográficas más importantes para el Estado. Los veranos son cálidos y secos y su Tma es de 10.3°C. Paisaje dominando por bosques de *Pinus* y *Abies* (Delgadillo, 1998; González-Abraham et al. 2010).

Sitio 5: Ecorregión 4: Desierto Central: Santa Catarina. Con dirección hacia el Océano Pacífico, se ubica a 386 km de la ciudad de Ensenada. Uno de los aportes más importantes de agua para la zona es el Arroyo Santa Catarina, con una cuenca total de 978 km². Se ubica en el Desierto Central muy cerca de la ecorregión de Matorral Costero Rosetófilo, su clima es muy seco y semicálido. Las precipitaciones anuales oscilan entre los 50 a 70 mm y la Tma oscila entre los 18 y 22°C (OEIDRUS, 2011; CONANP, 2008).

Sitio 6: Ecorregión 4: Desierto Central: Cerro de Santo Tomás. Ubicado a 397 km de la ciudad de Ensenada. Tiene clima muy seco y semicálido, puede recibir lluvias en invierno y verano con precipitaciones que oscilan entre los 50 a 70 mm anuales. La Tma oscila entre los 18 y 22°C. En la parte norte y central está un altiplano alargado e irregular y hacia el sur se presentan las lagunas secas de Chapala y La Güija y los valles de Santa Ana y de San Julián (CONANP, 2008).

Sitio 7: Ecorregión 5: Desierto de San Felipe: Río Hardy. Ubicado a 281 km de la ciudad de Ensenada, “Rancho Mil” se encuentra en el Municipio de Mexicali, en los márgenes del Río Hardy (50.80 km de longitud) que se encuentra hacia la parte oeste del río Colorado y hacia las faldas de la Sierra El Mayor (Romero et al. 2010). El clima es muy seco y semicálido con lluvias en verano e invierno; la precipitación máxima registrada es de 50mm. La Tma es de 18-24°C, pero la temperatura es extremosa, llegando a valores por debajo de los 0°C y máximas de 52°C. La vegetación predominante es matorral desértico micrófilo, acuática, halófila y dunas costeras (CONABIO, 2017).

Sitio 8: Ecorregión 5: Desierto de San Felipe: San Felipe. Es una bahía de 20 km de largo, ubicada a 246 km del municipio de Ensenada. Al oeste se encuentran las sierras Juárez y San Pedro Mártir, y hacia el este el Golfo de California. Hay periodos prolongados sin lluvia, y cuando ésta se presenta es en agosto y se obtiene una precipitación promedio anual de 50 mm. Es uno de los desiertos más calientes y secos, con temperaturas registradas de hasta 52°C. El paisaje está dominado por *Larrea tridentata*, *Ambrosia dumosa*, *Fouquieria splendens* y *Agave deserti* (González-Abraham et al. 2010; DIGAOHM, 2017).

Sitio 9: Ecorregión 5: Desierto de San Felipe: Punta Final. Ubicada al sur y sureste de Bahía San Luis Gonzaga, a 419 km de la ciudad de Ensenada. Hacia el este, sobre el litoral del Golfo de California, se encuentra el corredor costero Puertecitos-San Luis Gonzaga, con playas arenosas y salientes rocosas,

mientras que hacia el oeste está el Cerro de Santo Tomás. Las temperaturas registradas fluctúan de 48°C a 0°C, y la Tma entre 22 y 24°C; la Pma es de 50 mm y la vegetación de tipo matorral desértico micrófilo (González-Abraham et al. 2010; DIGAOHM, 2017).

2.3 Diseño de muestreo

Se realizaron tres muestreos durante las temporadas de verano, invierno y primavera durante dos años consecutivos, de agosto 2017 a junio 2017 para evaluar la distribución, riqueza y abundancia de califóridos (para las fechas exactas de cada muestreo, ver Tabla 27 en anexos). Se construyeron dos necrotrampas permanentes modificadas tipo NTP-80 y una trampa de red para mariposa modificada tipo Blendon o Van Someren-Rydon. Se evitaron los días lluviosos o con frío excesivo, y se siguió la metodología de Saloña et al. (2009). Para la recolecta de los especímenes se utilizaron tres trampas por sitio durante cinco horas, y la temperatura y humedad relativa se registraron con un sensor (LASCAR electronics, EasyLog EL-USB-2, Inglaterra).

2.4 Diseño de trampas

2.4.1 Necrotrampas permanentes modificadas tipo NTP-80

Para la construcción de la trampa se cortó la parte superior de una botella de soda de 3 L, se colocó de forma invertida dentro de un recipiente plástico de boca ancha (3.8L) y se selló con cinta de tipo “masking tape” de la marca Scotch (México) creando un embudo dentro del recipiente (Figura 15, 2). El embudo generado por la botella plástica permitió que los especímenes ingresaran a la trampa sin posibilidad de escapar. Un soporte cilíndrico de malla de alambre metálica se construyó con la finalidad de fijar la trampa y la carnada a los arbustos evitando pérdidas o derrame (Fig. 15).



Figura 15.- Trampas utilizadas para la captura de califóridos. **1 y 2.-** Trampas modificadas tipo NTP-80; **3.-** Trampa modificada tipo Blendon; **4.-** Sensor de temperatura y humedad relativa; **5.-** Recolecta de individuos en alcohol al 80%, en viales de 50 mL; **6.-** Individuo de la familia Calliphoridae, género *Cochliomyia* en Santa Catarina, B.C., México. Autor: Edgar Lima. **7.-** Especimen montado del género *Chrysomya* Fotografías de 1-3,5 y 6, Edgar Lima. Fotografía 4, Diego González Zamora.

2.4.2 Trampa de red para mariposa modificada tipo Blendon o Van Someren-Rydo

La trampa de red para mariposa modificada tipo Blendon o Van Someren-Rydo consistió en una red de poliéster fina de 55 cm de diámetro por 130 cm de altura y con una abertura en la parte superior de la red. Se manufacturó con hilo de coser tipo poliéster. En la parte inferior de la red se realizaron cuatro orificios de 2.5cm de diámetro a una altura de 15 cm para el ingreso de los embudos. Los embudos se obtuvieron de la parte superior de botellas recicladas de plástico de 1L/650ml. La base y armazón de la trampa se construyeron con plástico de color blanco. La base fue de 55 cm de diámetro y el armazón consistió en un rectángulo de 40 cm de altura por 150 cm de largo que se envolvía y ajustaba a la base para formar un cilindro. Al armazón también se le realizarán cuatro orificios con diámetro de 2.5 cm a una altura de 15 cm para el ingreso de los embudos. La base y el armazón se introducían dentro de la red de poliéster y la parte superior se ajustaba con ligas tipo “bandas de resistencia” para fijarla en los arbustos, en los diversos sitios de muestreo (Fig. 15, 3).

2.4.3 Carnada

Para la carnada se utilizaron aproximadamente 300 gr de una mezcla de carne de tiburón, pescado y mantarraya, esta se ubicó dentro de frascos plásticos de 500 ml con tapa negra, los cuales se mantenían cerrados hasta el momento de ser colocados dentro de la trampa de campo. Una vez en cada sitio de muestreo, se incorporó a cada frasco de carnada sulfuro de sodio (Na_2S) al 5% disuelto en 20 ml de agua, característico por presentar un olor a huevo podrido, para incrementar y prolongar la atracción del cebo hacia las moscas y sistematizar el grado de descomposición de la carnada en el espacio y tiempo de muestreo para los nueve sitios, evitando tomar datos de recolecta en diversas etapas de descomposición cadavérica como se recomienda en Cole (1996 en: García, 2013) y Feddern et al. (2018). Posteriormente, se destapaba el frasco con carnada y la parte superior del frasco se cubrió con una red de poliéster fina y se fijó con una banda elástica permitiendo que olor saliera y atrajera a las moscas. Las carnadas fueron ubicadas dentro de las trampas.

2.5 Captura e identificación de los especímenes

2.5.1 Colocación de las trampas

Las trampas se fijaron entre los arbustos con una cuerda aproximadamente a 1 -1.5 m del suelo para evitar que las hormigas o depredadores terrestres tuvieran acceso, y se colocaron entre 50 y 150 metros de distancia una de la otra, modificando la metodología de Olea et al. (2012). Se instaló un sensor de temperatura y humedad relativa cerca de las trampas, registrando los datos durante las cinco horas de muestreo efectivas para cada uno de los nueve sitios (Fig. 15).

2.5.2 Captura de los especímenes

Para evitar el daño de los individuos, se roció alcohol al 70% dentro de los recipientes plásticos para las trampas tipo NTP-80 y a través de la red para la trampa tipo Blendon. Los ejemplares se obtuvieron de cada una de las trampas vertiendo el alcohol a través de un tamiz de malla fina y se removieron con pinzas blandas para colocarlos en viales de 50 ml o recipientes plásticos de 1 L cuando los especímenes

recolectados eran abundantes. Cada colecta se etiquetó para su posterior conteo, montaje e identificación taxonómica.

2.5.3 Desechos biológicos y limpieza de equipo

Para las medidas de higiene correctas durante la instalación y desinstalación de las trampas, se utilizaron guantes de nitrilo Kirkland Signature (EE UU). Al finalizar las capturas, los recipientes plásticos de las trampas se lavaron en el sitio con agua y jabón eliminando todas las larvas y huevos que quedaron en los recipientes plásticos. Se rociaron con alcohol y se secaron con papel secante para ser transportados de un punto a otro. Las redes se rociaron con alcohol para evitar contaminación del equipo entomológico. La carnada se enterró en un hoyo poco profundo en cada uno de los sitios de muestreo para evitar contaminación cruzada entre sitios de muestreo.

2.5.4 Conteo e identificación taxonómica

Una vez en laboratorio se contabilizaron hembras y machos de cada uno de los géneros de califóridos encontrados por sitio y por trampa. Los datos se capturaron en una base de datos electrónica exclusiva para el trabajo de tesis y manejo de datos. Los individuos se montaron con ayuda de un microscopio estereoscópico y alfileres entomológicos No. 2 (BioQuip, CA, EE UU). En los sitios donde era muy abundante la misma especie y había más de 200 ejemplares, se procedió a guardarlos en viales de vidrio con alcohol al 80% debidamente etiquetados y separados por sexo. Para la identificación se utilizaron las claves taxonómicas de Whitworth (2006, 2010, 2012, 2014 y 2017), Tantawi et al. 2017, Marshall et al. (2011) y Rochefort et al. (2015). Se contó con la corroboración de algunos ejemplares por el Dr. Terry Whitworth, y para las especies más raras se corroboró la identificación por medio de genitalia (para detalles ver Tantawi y Whitworth, 2017). Los ejemplares fueron depositados en la colección y la información de recolecta agregada a la base de datos del Museo de Artrópodos de CICESE. Todas las fotografías fueron tomadas en el Museo de Historia Natural de Dinamarca, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca, con una cámara Canon 5D Mark III y lente macro C Canon MP-E 65 mm f / 2.8 1-5x. La iluminación se controló utilizando tres flashes Canon Speedlite 430EX III-RT. Las imágenes compiladas tomadas del mismo espécimen a varias profundidades de campo se tomaron con la ayuda de

StackShot y combinadas con el software ZereneStacker utilizando el método de apilamiento de foco. La imagen final apilada se editó digitalmente con Adobe Photoshop CS6. La edición final de las fotografías presentadas se realizó en Adobe Photoshop CS3.

2.6 Secuencias nucleotídicas y Código de Barras

Para corroborar las identificaciones basadas en morfología (Anexos, Tabla 28), se obtuvieron las secuencias nucleotídicas de fragmentos del gen “Código de Barras” (citocromo oxidasa I C). Se envió tejido de 29 individuos al nodo del CIBNOR en La Paz, B.C.S. de la red temática MEXBOL para la extracción de ADN y la amplificación del fragmento. El producto amplificado se envió para su secuenciación Sanger a Macrogen, Corea. Las secuencias se depositarán en la base de datos GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>). Utilizando el buscador de BLAST, se buscaron las especies presentes en la base de datos con mayor identidad nucleotídica a las secuencias obtenidas en este estudio.

2.7 Análisis estadístico

Para obtener el esfuerzo de muestro se realizó una curva de acumulación de especies, utilizando el Software Species Accumulation Function v. Beta, y Excel V.10 para la edición del gráfico de acuerdo con la metodología de Pineda-López y Verdú-Faraco (2013). Para comparar la abundancia total de califóridos durante los dos años de muestreo se realizó un análisis no paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon utilizando el software R Studio v.3.4.0 (Alvarez Garcia et al. 2018). La variación en la abundancia relativa de las especies entre temporadas y años de muestreo se analizó con la prueba de m proporciones (Fleiss, 1981). Para conocer si existen diferencias significativas en la riqueza de especies entre las tres temporadas, para cada ecorregión durante los dos años de muestreo, se utilizó un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis en el programa PAST v 3.25.

La abundancia, riqueza e índices de diversidad de cada ecorregión por temporada de muestreo se obtuvieron utilizando el software R v.3.4.0. y el paquete Vegan 2.5-6 (Oksanen et al. 2019). El índice de diversidad calculado fue el índice de Shannon (H') (Magurran, 2004):

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad (1)$$

donde $p_i = n_i/N$, siendo n_i el número de individuos de la especie i y N el número total de individuos de todas las especies. El índice tiene valores positivos. También se calculó el índice de equidad de Pielou (J'):

$$J' = H' / H_{\max} \quad (2)$$

donde H' es el valor del índice de Shannon y H_{\max} es el logaritmo del número total de especies en la muestra (S). El índice tiene valores de 0 a 1, donde 1 significa que todas las especies presentan la misma abundancia (Magurran 1988).

El índice de Simpson (D) se obtuvo para evaluar la dominancia en las ecorregiones como:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad (3)$$

que indica la probabilidad de que dos individuos que pertenecen a la misma comunidad muestreados al azar pertenezcan a la misma especie (Magurran, 2004). Donde p_i = abundancia proporcional de la i ésima especie, la cual representa la probabilidad de que un individuo de la especie i esté presente en la muestra, siendo la sumatoria de p_i igual a 1. El índice va de 0 a 1, donde los valores cercanos a 1 indican una menor diversidad (Fremdt y Amendt, 2014; Dufek et al. 2016, 2018 y Carvalho et al. 2017).

Se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) para evaluar la similitud entre ecorregiones, que es un análisis multivariado no paramétrico basado en el estadístico R , que tiene valores de -1 a 1 y un valor de significancia p . La hipótesis nula ($R=0$) establece que no hay diferencia entre los grupos. Valores positivos indican que los grupos difieren, y valores negativos indican que el promedio de los intervalos de diferencias dentro del grupo es mayor que el promedio de los intervalos de diferencias entre grupos (Anderson y Walsh, 2013). Para la obtención de los dendogramas y el análisis de ANOSIM, las matrices de similitud se construyeron utilizando el coeficiente de similitud Bray–Curtis y los datos de la matriz se trataron previamente para estandarizar la abundancia de cada especie por el esfuerzo de muestreo en cada ecorregión; esto es, la abundancia total se dividió entre el número de trampas por ecorregión. Los dendogramas y análisis ANOSIM se realizaron en el programa PAST v 3.25. Por último, se realizó el análisis porcentaje de similitud (SIMPER) el cuál evalúa qué taxones están aportando una diferencia entre los grupos de la muestra (Clarke, 1993), análisis que se utiliza para apoyar los resultados de ANOSIM (Dufek et al. 2019) y para el que se utilizó la misma matriz de similitud Bray–Curtis.

Capítulo 3. Resultados

3.1 Abundancia, riqueza y diversidad de Calliphoridae en Baja California

Se recolectaron 30,307 individuos de califóridos distribuidos en seis géneros y 13 especies (Tabla 1). La curva de acumulación de especies durante los dos años de muestreo indica que el mejor estimador que se ajusta a los datos fue el de Clench, con una eficiencia de muestreo del 95.98% (Fig. 16). *Cochliomyia macellaria* fue la especie más abundante (77.11 %), seguida por *Phormia regina* (16.37%) y *Chrysomya rufifacies* (2.95%) (Tabla 1). Las tres especies suman el 96.43% del total de individuos recolectados. La especie menos abundante fue *Compsomyiops callipes* con dos ejemplares.

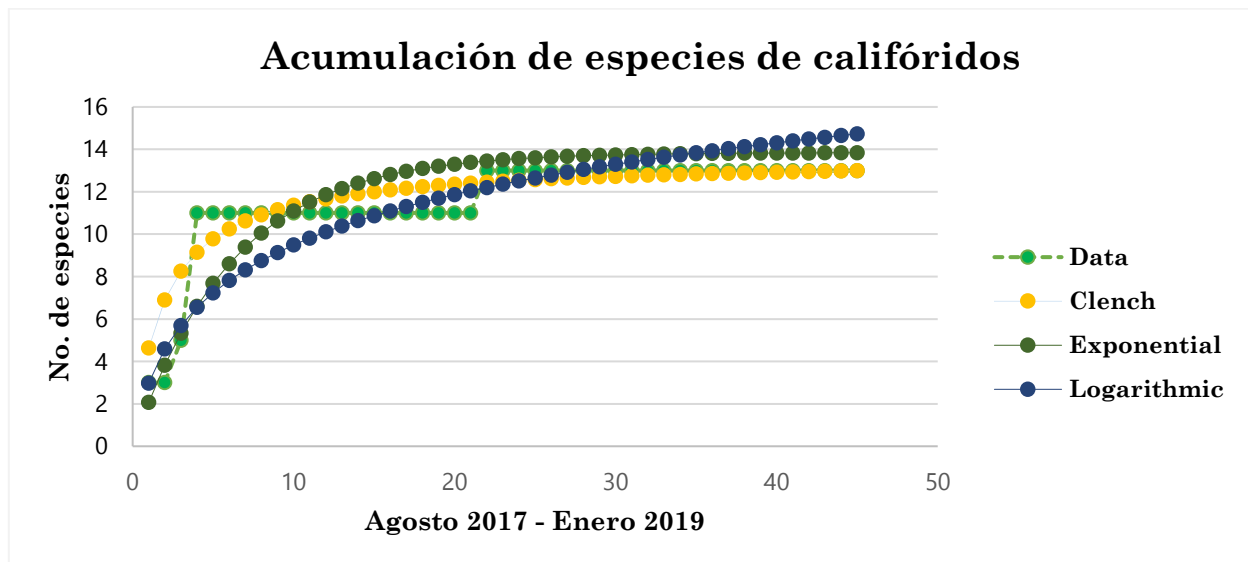


Figura 16.- Acumulación de especies durante los dos años de muestreo, de agosto 2017 a enero 2019. El mejor estimador que se ajusta a los datos fue el de Clench, con una eficiencia de muestreo del **95.98%**.

Tabla 1.- Abundancia absoluta por especie en cada año y temporada. (**Ver:** Verano; **Inv:** Invierno; **Prim:** primavera).

Especie	Año 1				Año 2				Total				%
	Ver	Inv	Prim	Total	Ver	Inv	Prim	Total	Verano	Invierno	Primavera	Total	
	2017	2017-18	2018		2018	2019	2019						
<i>Calliphora coloradensis</i>	3	2		5		1	2	3	3	3	2	8	0.0264
<i>Calliphora grahami</i>	13			13			2	2	13		2	15	0.0495
<i>Calliphora latifrons</i>	34	173	6	213	1	154	166	321	35	327	172	534	1.762
<i>Calliphora livida</i>	26	34		60	3	2	1	6	29	36	1	66	0.2178
<i>Calliphora terraenovae</i>	3			3			3	3	3		3	6	0.0198
<i>Calliphora vomitoria</i>	3		1	4			4	4	3		5	8	0.0264
<i>Chrysomya megacephala</i>	23	21	3	47	1	4	82	87	24	25	85	134	0.4421
<i>Chrysomya rufifacies</i>	172	42	95	309	264		322	586	436	42	417	895	2.9531
<i>Cochliomyia macellaria</i>	983	1915	6421	9319	1909	2069	10073	14051	2892	3984	16494	23370	77.111
<i>Comptosyiops callipes</i>			2	2							2	2	0.0066
<i>Lucilia cuprina</i>			2	2	2		27	29	2		29	31	0.1023
<i>Lucilia sericata</i>	1	1	8	10	2	7	256	265	3	8	264	275	0.9074
<i>Phormia regina</i>	143	218	3550	3911	51	1	1000	1052	194	219	4550	4963	16.376
Total	1404	2406	10088	13898	2233	2238	11938	16409	3637	4644	22026	30307	100
S	11	8	9	13	8	7	12	12	12	8	13	13	

No se encontró diferencia significativa en la abundancia absoluta entre años ($Z=0.124$, $P=0.901$) ni entre temporadas: $Z= -0.313$, $P=0.754$ para verano, $Z= 0.940$, $P=0.347$ para invierno y $Z=-0.105$, $P=0.917$ para primavera (Fig. 17). Hubo diferencia en la abundancia relativa y diversidad de las especies entre años y temporadas (Tabla 2, Tabla 3).

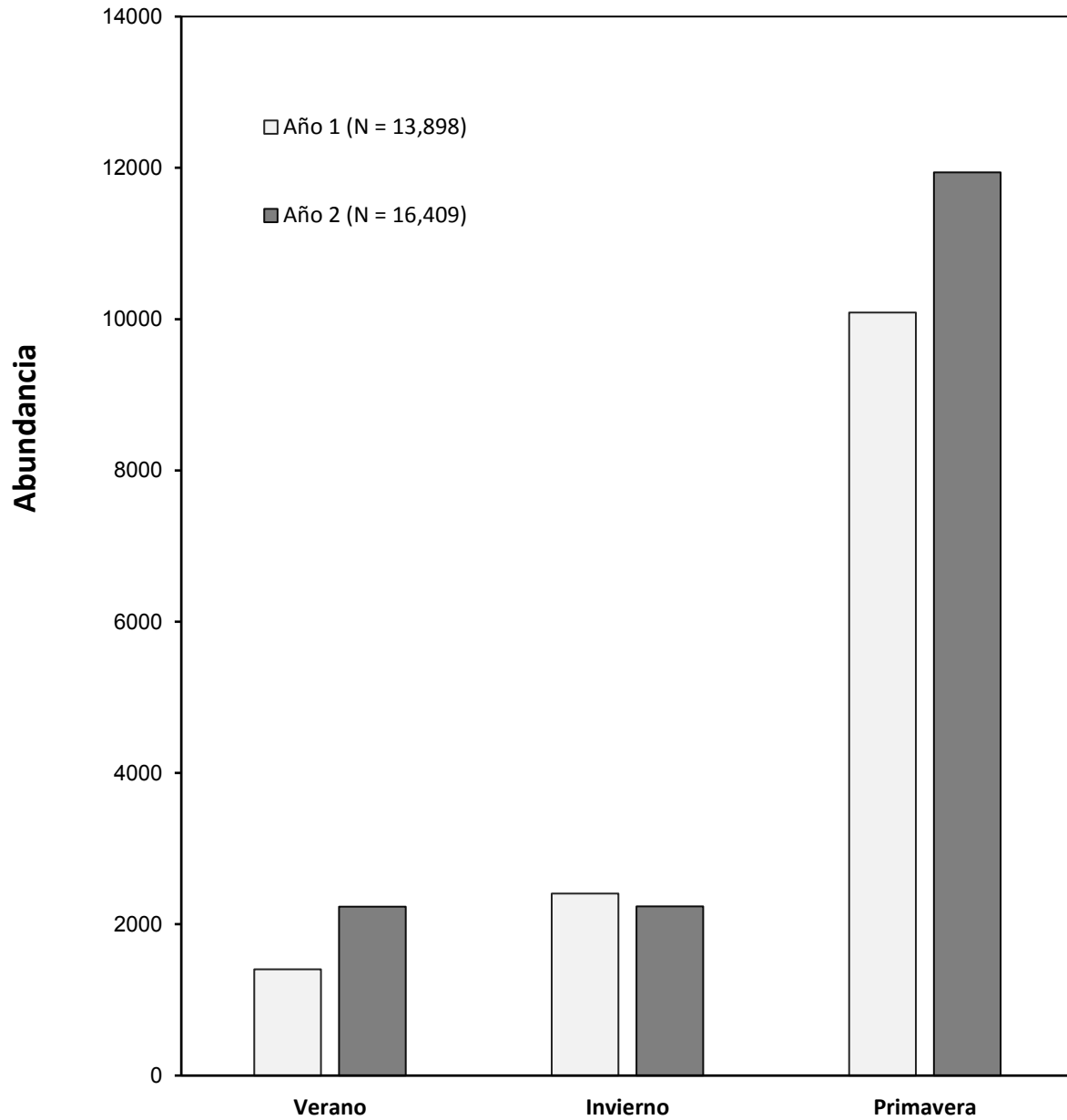


Figure 17.- Abundancia total de califóridos por temporada durante los dos años de muestreo agosto 2017 a junio 2019

De acuerdo a la presencia/ausencia de especies por temporada, *Calliphora coloradensis*, *C. latifrons*, *C. livida*, *Chrysomya megacephala*, *C. rufifacies*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia sericata* y *Phormia regina* se encontraron durante las tres temporadas. *Calliphora grahami*, *C. terraenovae*, *C. vomitoria* y *Lucilia cuprina* se recolectaron durante verano y primavera y *Comptosomyiops callipes* sólo se encontró durante primavera 2018 (Tabla 1).

La abundancia relativa de *Calliphora grahami*, *C. livida* y *Phormia regina* fue menor en el segundo año respecto al primero, mientras que para *Calliphora latifrons*, *Chrysomya megacephala*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia cuprina* y *L. sericata* se incrementó (Tabla 3). El resto de las especies tuvieron abundancias relativas similares entre estos dos años (Tabla 3). Entre verano e invierno, la abundancia relativa de *Calliphora grahami* y *Chrysomya rufifacies* disminuyó, y la de *Calliphora latifrons* y *Cochliomyia macellaria* incrementó, mientras que entre verano y primavera disminuyó para *Calliphora coloradensis*, *C. grahami*, *C. livida* y *Chrysomya rufifacies*, incrementándose para *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala*, *L. sericata* y *P. regina*, mientras que la abundancia relativa fue similar para *C. terraenovae*, (Tabla 2). Finalmente, entre invierno y primavera disminuyó para *Calliphora coloradensis*, *C. latifrons* y *C. livida*, e incrementó para *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia cuprina*, *L. sericata* y *Phormia regina* (Tabla 2, Fig. 17).

La mayor riqueza de especies se encontró durante el primer año, con 13 especie. Las temporadas con una mayor riqueza de especies fueron verano 2017 y primavera 2019, con 11 y 12 especies, respectivamente (Tabla 3); sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la riqueza entre las temporadas de ambos años ($H= 3.071$, $p=0.205$). La mayor diversidad y equitatividad se encontró durante el primer año, siendo la temporada de verano 2017 donde se presentaron los valores más alto de estos índices. La mayor dominancia se encontró durante el segundo año y la temporada con la mayor dominancia fue invierno 2019 (Tabla 3).

Tabla 2.- Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas.

Especies	Entre años		Verano-Invierno		Verano-Primavera		Invierno-Primavera	
	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P
<i>Calliphora coloradensis</i>	0.893	0.345	0.090	0.764	8.635	0.003	6.307	0.012
<i>Calliphora grahami</i>	10.066	0.002	16.625	<0.001	64.847	<0.001	0.422	0.516
<i>Calliphora latifrons</i>	7.802	0.005	180.304	<0.001	1.284	0.257	818.730	<0.001
<i>Calliphora livida</i>	54.071	<0.001	0.013	0.909	168.041	<0.001	164.417	<0.001
<i>Calliphora terraenovae</i>	0.041	0.832	3.832	0.05	6.333	0.012	0.633	0.426
<i>Calliphora vomitoria</i>	0.055	0.814	3.832	0.05	3.580	0.058	1.054	0.304
<i>Chrysomya megacephala</i>	6.303	0.012	0.512	0.474	5.540	0.019	2.169	0.141
<i>Chrysomya rufifacies</i>	47.701	<0.001	460.663	<0.001	989.911	<0.001	22.171	<0.001
<i>Cochliomyia macellaria</i>	1471.293	<0.001	56.954	<0.001	36.246	<0.001	255.797	<0.001
<i>Comptosyiops callipes</i>	2.362	0.124		---	0.330	0.566	0.422	0.516
<i>Lucilia cuprina</i>	19.408	<0.001	2.554	0.109	1.521	0.217	6.121	0.013
<i>Lucilia sericata</i>	199.251	<0.001	1.239	0.266	37.767	<0.001	40.020	<0.001
<i>Phormia regina</i>	2594.552	<0.001	1.646	0.199	486.416	<0.001	663.782	<0.001

Tabla 3.- Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas.

	Temporada			Año 1	Temporada			Año 2
	ver 2017	inv 2017-18	prim 2018		ver 2018	inv 2019	prim 2019	
S	11	8	9	13	8	7	12	12
H'	1.059	0.77	0.716	0.838	0.501	0.299	0.647	0.62
J'	0.442	0.37	0.326	0.327	0.241	0.154	0.26	0.249
D	0.517	0.647	0.529	0.53	0.745	0.859	0.72	0.739

3.2 Abundancia, riqueza y diversidad de califóridos en las cinco ecorregiones

Las especies que se encontraron en las cinco ecorregiones fueron *Calliphora latifrons*, *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia sericata*. La mayoría de las especies del género *Calliphora* se distribuyeron en un área estrecha, encontrándolas en las ecorregiones Chaparral/Matorral Costero, Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir y Desierto de San Felipe. Sin embargo, la especie *C. latifrons* fue la única que se presentó en todas las ecorregiones (Tabla 4). Las especies que sólo se han encontrado en la Ecorregión Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir fueron *Calliphora grahami*, *C. terraenovae*, *C. vomitoria* y *Comptosomyiops callipes*. La única ecorregión en donde no se encontró a *Lucilia cuprina* fue el Desierto Central.

La ecorregión con una mayor abundancia fue Desierto de San Felipe, donde predominó *Cochliomyia macellaria*, seguida de la ecorregión Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir, donde se encontró a *P. regina*, y la ecorregión Chaparral/Matorral Costero, donde volvió a predominar *C. macellaria*. La ecorregión con la mayor riqueza de especies fue Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir, donde se encontraron las trece especies, seguida de Chaparral/Matorral Costero y Desierto de San Felipe con ocho especies cada una, aunque la composición de especies fue diferente (Tabla 4). La ecorregión con menor riqueza de especies fue Matorral Costero Rosetófilo, con cinco especies.

La ecorregión con mayor dominancia fue Desierto de San Felipe, la diversidad fue mayor en la ecorregión Chaparral/Matorral Costero, y la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo presentó mayor equitatividad (Tabla 4).

Tabla 4.- Abundancia total, relativa (%) y riqueza (S) de las trece especies de califóridos recolectados de agosto 2017 a junio 2019 y diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) en las cinco ecorregiones del estado de Baja California.

Especies	Chaparral/ Matorral Costero	Matorral Costero Rosetófilo	Sierra de Juárez y Sierra San Pedro Mártir	Desierto Central	Desierto de San Felipe	Total	%
	ECO 1	ECO 2	ECO 3	ECO 4	ECO 5		
	n	n	n	n	n		
<i>Calliphora coloradensis</i> (Hough 1899)			6		2	8	0.026
<i>Calliphora grahami</i> (Aldrich, 1930)			15			15	0.049
<i>Calliphora latifrons</i> (Hough, 1899)	78	46	358	23	29	534	1.762
<i>Calliphora livida</i> (Hall, 1948)	2		64			66	0.218
<i>Calliphora terraenovae</i> (Macquart, 1851)			6			6	0.020
<i>Calliphora vomitoria</i> (L, 1758)			8			8	0.026
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)	16		6	2	110	134	0.442
<i>Chrysomya rufifacies</i> (Macquart, 1843)	474	177	10	134	100	895	2.953
<i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius, 1775)	1224	483	37	535	21091	23370	77.111
<i>Comptosyriops callipes</i> (Townsend,1918)			2			2	0.007
<i>Lucilia cuprina</i> (Wiedemann, 1830)	3	1	4		23	31	0.102
<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	173	39	59	1	3	275	0.907
<i>Phormia regina</i> (Meigen, 1826)	12		4940	1	10	4963	16.376
Total (N)	1982	746	5515	696	21368	30307	100
Abundancia (%)	6.54	2.46	18.20	2.30	70.51	100	
Total de especies (S)	8	5	13	6	8	13	
Simpson (D) $(D) = \sum p_i^2$	0.44784	0.48203	0.80687	0.62904	0.97429		
Shannon (H') $= -\sum p_i \ln p_i$	1.06658	0.95772	0.47736	0.66773	0.08713		
Hmax = Ln(S)	2.07944	1.60944	2.56495	1.79176	2.07944		
J' = H'/Hmax	0.51292	0.59507	0.18611	0.37267	0.04190		

3.2.1 Ecorregión 1: Transición Chaparral/Matorral Costero

Se recolectaron 1,952 individuos pertenecientes a cinco géneros y ocho especies (Tabla 5). La especie *Cochliomyia macellaria* fue la más abundante (61.16 %), seguida de *Chrysomya rufifacies* (24.28 %), *Lucilia sericata* (8.86 %) y *Calliphora latifrons* (3.99%) (Tabla 5). Las cuatro especies suman el 98.29% de individuos recolectados. La abundancia absoluta fue similar entre años ($Z=0.654$, $P=0.512$) pero hubo patrones estacionales diferentes (Fig. 18). Durante el primer año la temporada con mayor abundancia absoluta fue invierno mientras que para el segundo año fue primavera (Fig. 18, Tabla 5). Se observó diferencia en la abundancia relativa de las especies entre años y temporadas (Tabla 6), y en la diversidad (Tabla 7).

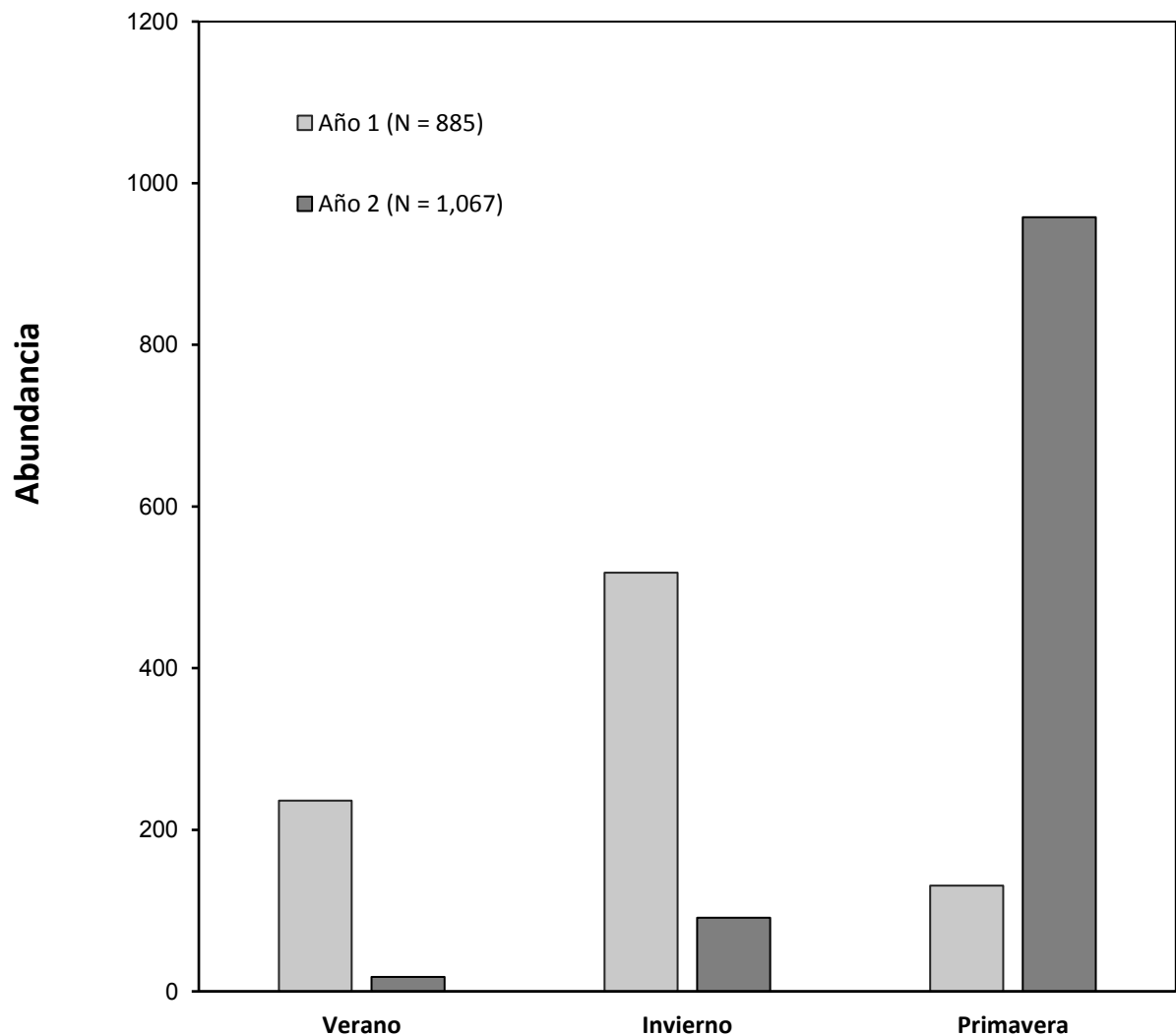


Fig.18.- Abundancia total de califóridos en la ecorregión de transición Chaparral/Matorral Costero.

De acuerdo a la presencia/ausencia de especies por temporada, *Chrysomya megacephala* se encontró en verano e invierno del primer año mientras que *Calliphora latifrons* y *C. livida* sólo se recolectaron durante invierno del segundo año. *Chrysomya rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* se encontraron durante las tres temporadas de ambos años. *Lucilia cuprina* se encontró sólo en primavera del segundo año mientras que *L. sericata* se recolectó en invierno y primavera del segundo año y *Phormia regina* se encontró en invierno del primer año y primavera del segundo año (Tabla 5).

La abundancia relativa de *Chrysomya rufifacies* y *Phormia regina* fue mayor durante el segundo año con respecto al primer año, mientras que para *Cochliomyia macellaria* disminuyó (Tabla 6). Entre verano e invierno, la abundancia relativa de *Chrysomya megacephala* y *C. rufifacies* disminuyó y la de *Cochliomyia macellaria* incrementó, mientras que entre verano y primavera aumentó para *C. rufifacies* y *C. macellaria* (Tabla 6). Entre invierno y primavera incrementó para *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia cuprina*, *L. sericata* y *Phormia regina* (Tabla 6).

En el segundo año la riqueza de especies fue mayor, con siete especies; las temporadas con una mayor riqueza de especies fueron primavera 2019, con cinco especies, y los inviernos 2017-2018 y 2019, con cuatro especies (Tabla 7); sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la riqueza entre las temporadas de ambos años ($H= 2$, $p= 0.357$). La mayor diversidad se encontró durante la primavera del segundo año. El valor más alto de equitatividad se presentó durante el segundo año, con mayor equitatividad durante el verano 2017. Durante el primer año hubo mayor dominancia, aunque fue verano 2018 la temporada con la mayor dominancia (Tabla 7).

Tabla5.- Abundancia en la ecorregión Chaparral/Matorral Costero por especie en cada año y cada temporada. (**Ver:** Verano; **Inv:** Invierno; **Prim:** primavera).

Especies	Año 1				Año 2				Total				%
	Ver	Inv	Prim	total	Vver	ilnv	Prim	total	Verano	Invierno	Primavera	total	
	2017	2017-18	2018		2018	2019	2019		Verano	Invierno	Primavera		
<i>Calliphora latifrons</i>					78			78	78			78	3.996
<i>Calliphora livida</i>					2			2	2			2	0.102
<i>Chrysomya megacephala</i>	11	5		16					11	5		16	0.820
<i>Chrysomya rufifacies</i>	165	23	16	204	18		252	270	183	23	268	474	24.283
<i>Cochliomyia macellaria</i>	60	489	115	664		7	523	530	60	496	638	1194	61.168
<i>Lucilia cuprina</i>							3	3			3	3	0.154
<i>Lucilia sericata</i>						4	169	173		4	169	173	8.863
<i>Phormia regina</i>		1		1			11	11		1	11	12	0.615
Total	236	518	131	885	18	91	958	1067	254	609	1089	1952	100
S	3	4	2	4	1	4	5	7	3	7	5	8	

Tabla 6.- Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas en la ecorregión de transición Chaparral/Matorral Costero.

Especies	Entre años		Verano-Invierno		Verano-Primavera		Invierno-Primavera	
	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P
<i>Calliphora latifrons</i>	67.388	<0.0002	35.765	<0.0001			146.193	<0.0001
<i>Calliphora livida</i>	1.661	0.1975	0.836	0.3605			3.581	0.058
<i>Chrysomya megacephala</i>	19.45	<0.0001	12.134	0.0005	47.551	<0.0001	8.967	0.003
<i>Chrysomya rufifacies</i>	1.336	0.2477	459.723	<0.001	207.797	<0.0001	119.372	<0.0001
<i>Cochliomyia macellaria</i>	130.944	<0.001	261.486	<0.001	100.87	<0.0001	92.005	<0.0001
<i>Lucilia cuprina</i>	2.492	0.1144			0.701	0.402	1.681	0.195
<i>Lucilia sericata</i>	157.445	<0.001	1.676	0.195	45.092	<0.001	94.281	<0.0001
<i>Phormia regina</i>	6.672	0.0097	0.418	0.518	2.587	0.108	3.983	0.046

Tabla 7.- Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión de transición Chaparral/Matorral Costero.

	Temporada			Año 1	Temporada			Año 2
	ver 2017	inv 2017-18	prim 2018		ver 2018	inv 2018-19	prim 2019	
S	3	4	2	4	1	4	5	7
H'	0.741	0.250	0.371	0.634	0	0.551	1.039	1.240
J'	0.675	0.180	0.535	0.457	0	0.397	0.646	0.637
D	0.556	0.893	0.786	0.616	1	0.743	0.398	0.343

3.2.2 Ecorregión 2: Matorral Costero Rosetófilo

Se recolectaron 746 individuos de cuatro géneros y cinco especies (Tabla 8). La especie *Cochliomyia macellaria* fue la más abundante (64.74 %) seguida de *Chrysomya rufifacies* (23.72 %) *Calliphora latifrons* (6.16 %) y *Lucilia sericata* (5.22%) (Tabla 8). Las cuatro especies representan el 99.84% del total de individuos recolectados. La abundancia absoluta fue significativamente diferente entre años ($Z=-1.963$, $P=0.049$), encontrando una mayor abundancia de especies durante el segundo año (Fig. 19), pero el patrón estacional no fue diferente, siendo la temporada de verano donde se encontró la mayor abundancia absoluta (Fig. 19). Hubo diferencia en la abundancia relativa de las especies entre años y temporadas (Tabla 9) y en la diversidad (Tabla 10).

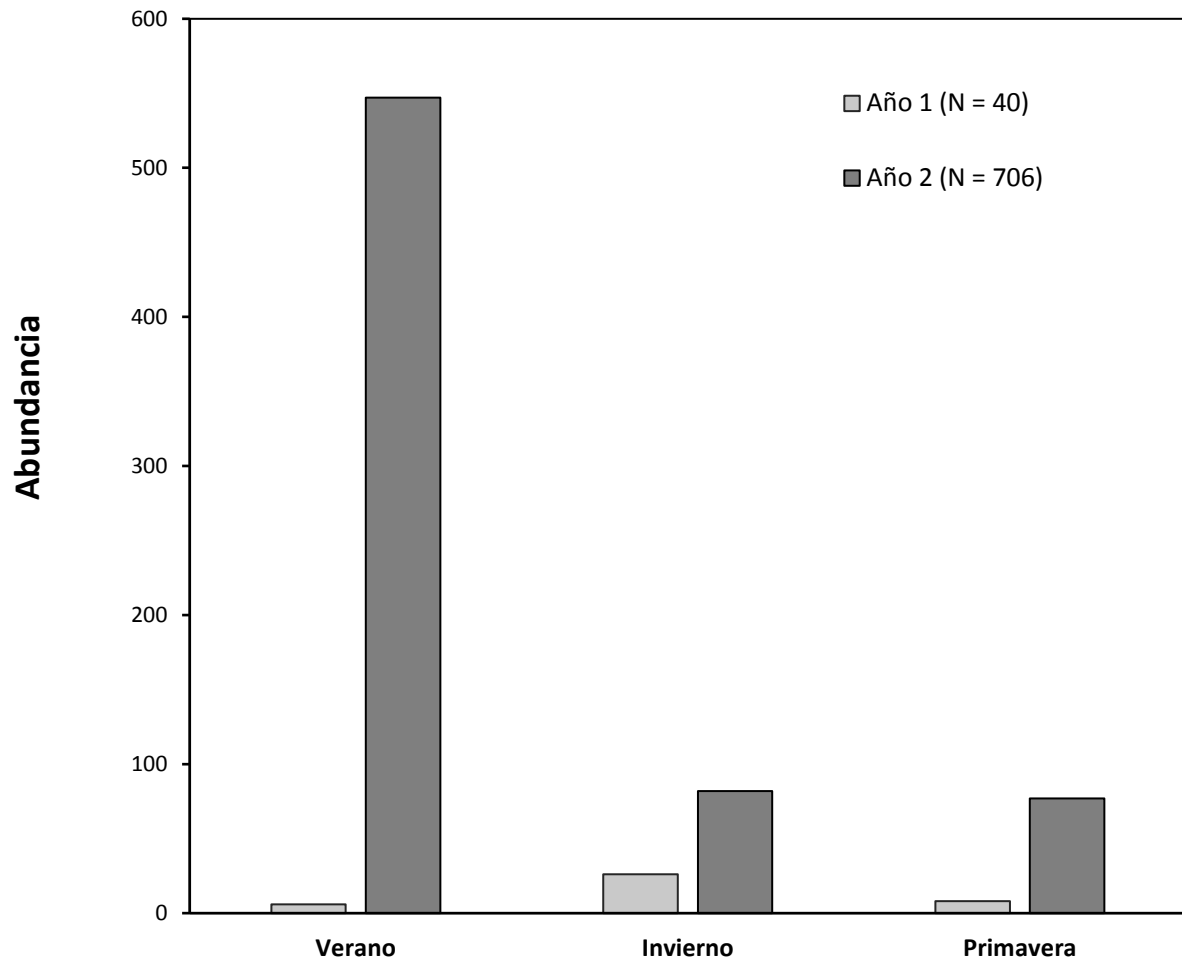


Fig.19.- Abundancia total de califóridos en la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo.

De acuerdo a la presencia/ausencia de especies por temporada, *Lucilia cuprina* sólo se encontró durante el segundo año en verano 2018 con un ejemplar (Tabla 8). *Calliphora latifrons* se recolectó en invierno mientras que *Chrysomya rufifacies* se encontró en verano y primavera (Tabla 8). La abundancia relativa de *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia sericata* fue mayor en el segundo año respecto al primero y para *Calliphora latifrons* fue similar (Tabla 9). Entre verano e invierno, la abundancia relativa de *Cochliomyia macellaria* disminuyó y la de *L. sericata* fue similar. Entre verano y primavera la abundancia relativa de *Calliphora latifrons*, *Chrysomya rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* disminuyó, incrementándose para *L. sericata* (Tabla 9). Entre invierno y primavera disminuyó para *Calliphora latifrons* y *Cochliomyia macellaria*, e incrementó para *L. sericata* (Tabla 9).

La riqueza de especies fue mayor durante el segundo año, con cinco especies. Las temporadas con una mayor riqueza de especies fueron verano 2018 y primavera 2019 con cuatro especies (Tabla 10). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la riqueza entre las temporadas de ambos años ($H= 1.143$, $p= 0.535$). La mayor diversidad y equitatividad se encontró durante el primer año, las temporadas donde se encontró mayor diversidad fueron las primaveras de ambos años, y durante la temporada de primavera 2018 se encontró el valor más alto de equitatividad. La mayor dominancia se registró durante el segundo año, mientras que para la temporada de invierno 2017-2018 se observó la mayor dominancia (Tabla 10).

Tabla 8.- Abundancia en la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo por especie en cada año y cada temporada. (**Ver:** Verano; **Inv:** Invierno; **Prim:** primavera).

Especie	Año 1				Año 2				Total				%
	ver	inv	prim	total	ver	inv	prim	total	Verano	Invierno	Primavera	total	
	2017	2017-18	2018		2018	2019	2019		Verano	Invierno	Primavera		
<i>Calliphora latifrons</i>		25		25		16	5	21		41	5	46	6.166
<i>Chrysomya rufifacies</i>	1		1	2	174		1	175	175		2	177	23.727
<i>Cochliomyia macellaria</i>	5		2	7	371	63	42	476	376	63	44	483	64.745
<i>Lucilia cuprina</i>					1			1	1			1	0.134
<i>Lucilia sericata</i>		1	5	6	1	3	29	33	1	4	34	39	5.228
Total	6	26	8	40	547	82	77	706	553	108	85	746	100
S	2	2	3	4	4	3	4	5	4	3	4	5	

Tabla 9.- Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas.

Especies	Entre años		Verano-Invierno		Verano-Primavera		Invierno-Primavera	
	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P
<i>Calliphora latifrons</i>	231.821	<0.00000001	223.818	<0.0001	32.786	<0.0001	26.966	<0.0002
<i>Chrysomya rufifacies</i>	8.19	0.0042115	46.484	<0.0001	31.536	<0.0001	2.568	0.109
<i>Cochliomyia macellaria</i>	41.332	0.0000000001	3.78	0.051	8.626	0.003	0.831	0.362
<i>Lucilia cuprina</i>	0.057	0.8117899	0.196	0.658	0.154	0.695		
<i>Lucilia sericata</i>	8.146	0.00431467	14.937	0.00011	225.301	<0.0001	39.629	<0.0003

Tabla 10.- Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo.

	Temporada			Año 1	Temporada			Año 2
	ver 2017	inv 2017-18	prim 2018		ver 2018	inv 2018-19	prim 2019	
S	2	2	3	4	4	3	4	5
H'	0.451	0.163	0.900	1.033	0.650726	0.642	0.932	0.869
J'	0.650	0.235	0.819	0.745	0.469	0.585	0.673	0.540
D	0.722	0.926	0.469	0.446	0.561	0.630	0.444	0.519

3.2.3 Ecorregión 3: Sierra Juárez-Sierra San Pedro Mártir

Se recolectaron 5,535 individuos de seis géneros y 13 especies (Tabla 11). *Phormia regina* fue la especie más abundante (89.61 %), seguida de *Calliphora latifrons* (6.46 %), *Calliphora livida* (1.15 %) y *Lucilia sericata* (1.06%) (Tabla 11). Las cuatro especies representa el 98.28% del total de ejemplares recolectados. La abundancia absoluta fue similar entre años ($Z= 1.091$, $P= 0.275$) pero se observaron patrones estacionales diferentes, siendo primavera donde se encontró la mayor abundancia absoluta (Fig. 20). Se encontraron diferencias en la abundancia relativa de las especies entre años y temporadas (Tabla 12), y en la diversidad (Tabla 13).

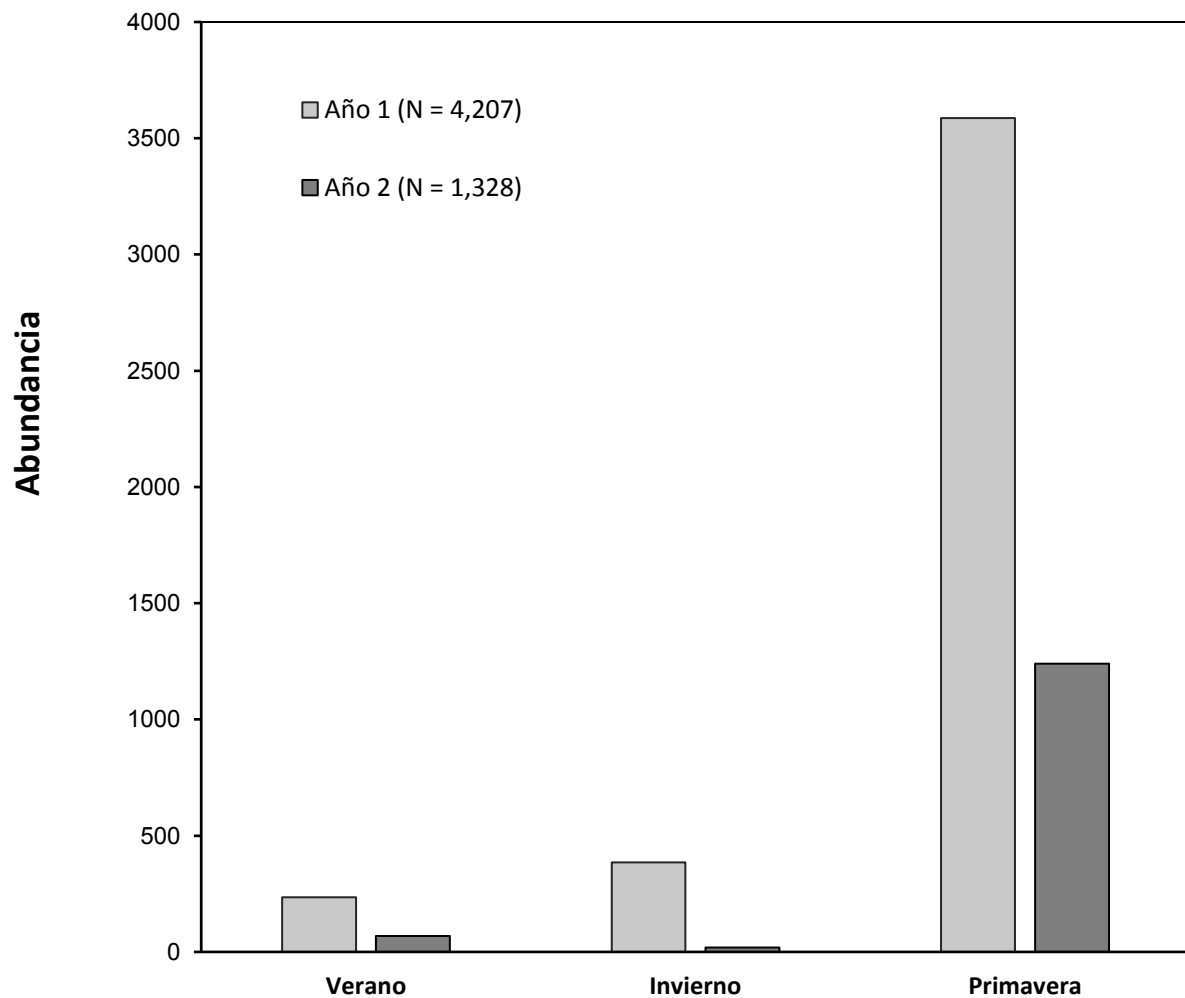


Fig.20.- Abundancia total de califóridos en la ecorregión Sierra Juárez-Sierra San Pedro Mártir.

De acuerdo a la presencia/ausencia de especies por temporada, *Calliphora coloradensis*, *C. latifrons*, *C. livida* y *P. regina* se encontraron durante las tres temporadas mientras que las especies restantes se recolectaron durante verano y primavera. *Chrysomya megacephala* y *Comptosomyiops callipes* sólo se registraron durante el primer año, en las temporadas de verano 2017 y primavera 2018 (Tabla 11).

La abundancia relativa de *Calliphora grahami*, *C. livida* y *Phormia regina* fue menor en el segundo año respecto al primero, mientras que para *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia sericata* incrementó (Tabla 12). Las especies restantes tuvieron abundancias relativas similares entre ambos años, con excepción de *Chrysomya megacephala* y *Comptosomyiops callipes* que sólo se recolectaron durante el primer año (Tabla 11 y 13). Entre verano e invierno, la abundancia relativa de *Calliphora livida* aumentó; *Calliphora coloradensis*, *C. livida* y *Phormia regina* tuvieron abundancias relativas similares, mientras que entre verano y primavera disminuyó para *Calliphora grahami* y *C. livida*, incrementándose para *C. latifrons*, *Cochliomyia macellaria*, *L. sericata* y *P. regina* (Tabla 12). Las especies restantes *Calliphora coloradensis*, *C. terraenovae*, *C. vomitoria*, *Chrysomya rufifacies* y *Lucilia cuprina* tuvieron abundancias similares entre verano y primavera (Tabla 12). Por último, entre invierno y primavera disminuyó para *Calliphora livida* e incrementó para *C. latifrons*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia sericata* y *Phormia regina*, para las especies restantes se registraron abundancias relativas similares (Tabla 12).

La mayor riqueza de especies se encontró durante el primer año, con 13 especies, las temporadas con una mayor riqueza de especies fueron verano 2017 y primavera 2019 con 11 especies cada una (Tabla 13); sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la riqueza entre las temporadas de ambos años ($H= 3.429$, $p=0.162$). La mayor diversidad se encontró durante el segundo año y la temporada con el valor más alto de diversidad fue verano 2017. La mayor equitatividad se encontró durante el primer año; la temporada donde se observó la mayor equitatividad fue primavera 2018. La mayor dominancia se registró durante el segundo año y la temporada con la mayor dominancia fue verano 2017 (Tabla 13).

Tabla 11.- Abundancia en la ecorregión Sierra Juárez-Sierra San Pedro Mártir por especie en cada año y cada temporada. (**Ver:** Verano; **Inv:** Invierno; **Prim:** primavera).

Especie	Año 1				Año 2				Total				%
	ver	inv	prim	total	ver	inv	prim	total	Verano	Invierno	Primavera	total	
	2017	2017-18	2018		2018	2019	2019		Verano	Invierno	Primavera		
<i>Calliphora coloradensis</i>	3	1		4			2	2	3	1	2	6	0.1084
<i>Calliphora grahami</i>	13			13			2	2	13		2	15	0.271
<i>Calliphora latifrons</i>	34	138	6	178	1	19	160	180	35	157	166	358	6.4679
<i>Calliphora livida</i>	26	34		60	3		1	4	29	34	1	64	1.1563
<i>Calliphora terraenovae</i>	3			3			3	3	3		3	6	0.1084
<i>Calliphora vomitoria</i>	3		1	4			4	4	3		5	8	0.1445
<i>Chrysomya megacephala</i>	6			6					6			6	0.1084
<i>Chrysomya rufifacies</i>	1			1	5		4	9	6		4	10	0.1807
<i>Cochliomyia macellaria</i>	2		7	9	7		21	28	9		28	37	0.6685
<i>Comptosyiops callipes</i>			2	2							2	2	0.0361
<i>Lucilia cuprina</i>			2	2	1		1	2	1		3	4	0.0723
<i>Lucilia sericata</i>	1		2	3	1		55	56	2		57	59	1.0659
<i>Phormia regina</i>	143	212	3567	3922	51		987	1038	194	212	4554	4960	89.612
Total	235	385	3587	4207	69	19	1240	1328	304	404	4827	5535	100
S	11	4	7	13	7	1	11	11	12	4	13	13	

Tabla 12.- Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas.

Especies	Entre años		Verano-Invierno		Verano-Primavera		Invierno-Primavera	
	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P
<i>Calliphora coloradensis</i>	0.287	0.592	1.688	0.194	26.257	0.0000002	2.763	0.096497
<i>Calliphora grahami</i>	0.937	0.333	17.599	0.00002	175.96	<0.0004	0.167	0.682343
<i>Calliphora latifrons</i>	145.029	<0.0002	65.644	<0.0005	49.534	<0.0001	807.406	<0.0001
<i>Calliphora livida</i>	11.177	0.0008	0.27	0.6032	445.797	<0.0005	395.331	<0.0005
<i>Calliphora terraenovae</i>	2.228	0.1355	4.004	0.0454	20.936	0.000004	0.251	0.61623
<i>Calliphora vomitoria</i>	2.971	0.0847	4.004	0.04540	14.332	0.000153	0.419	0.51749
<i>Chrysomya megacephala</i>	1.896	0.1685	8.042	0.00457	95.381	<0.0001		
<i>Chrysomya rufifacies</i>	23.935	<0.0009	8.042	0.00457	52.565	<0.0004	0.335	0.56273
<i>Cochliomyia macellaria</i>	54.56	<0.0001	12.115	0.00050	22.637	0.000001	2.356	0.12479
<i>Comptosyriops callipes</i>	0.632	0.427			0.126	0.722616	0.167	0.68234
<i>Lucilia cuprina</i>	1.485	0.223	1.331	0.24866	2.613	0.105971	0.251	0.61623
<i>Lucilia sericata</i>	164.49	<0.0001	2.665	0.10255	0.688	0.406811	4.823	0.02808
<i>Phormia regina</i>	246.013	<0.0001	9.121	0.00253	385.882	<0.0006	806.906	<0.0001

Tabla 13.- Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión Sierra Juárez-Sierra San Pedro Mártir.

	Temporada			Año 1	Temporada			Año 2
	ver 2017	inv 2017-18	prim 2018		ver 2018	inv 2018-19	prim 2019	
S	11	4	7	13	7	1	11	11
H'	1.333	0.926	0.043	0.333	0.966	0.000	0.737	0.790
J'	0.650	0.235	0.819	0.745	0.469	0.585	0.673	0.540
D	0.722	0.926	0.469	0.446	0.561	0.630	0.444	0.519

3.2.4 Ecorregión 4: Desierto Central

Se recolectaron 696 individuos de cinco géneros y seis especies (Tabla 14). La especie *Cochliomyia macellaria* fue la más abundante (76.86 %), seguida de *Chrysomya rufifacies* (19.25 %) y *Calliphora latifrons* (3.30%) representando el 99.41% de ejemplares recolectados (Tabla 14). La abundancia absoluta fue similar entre años ($Z=0.218$, $P=0.827$), pero hubo patrones estacionales diferentes. Durante el primer año la temporada con mayor abundancia fue primavera y para el segundo fue verano (Fig. 18). Hubo diferencia en la abundancia relativa de las especies entre años y temporadas (Tabla 15), y en la diversidad (Tabla 16).

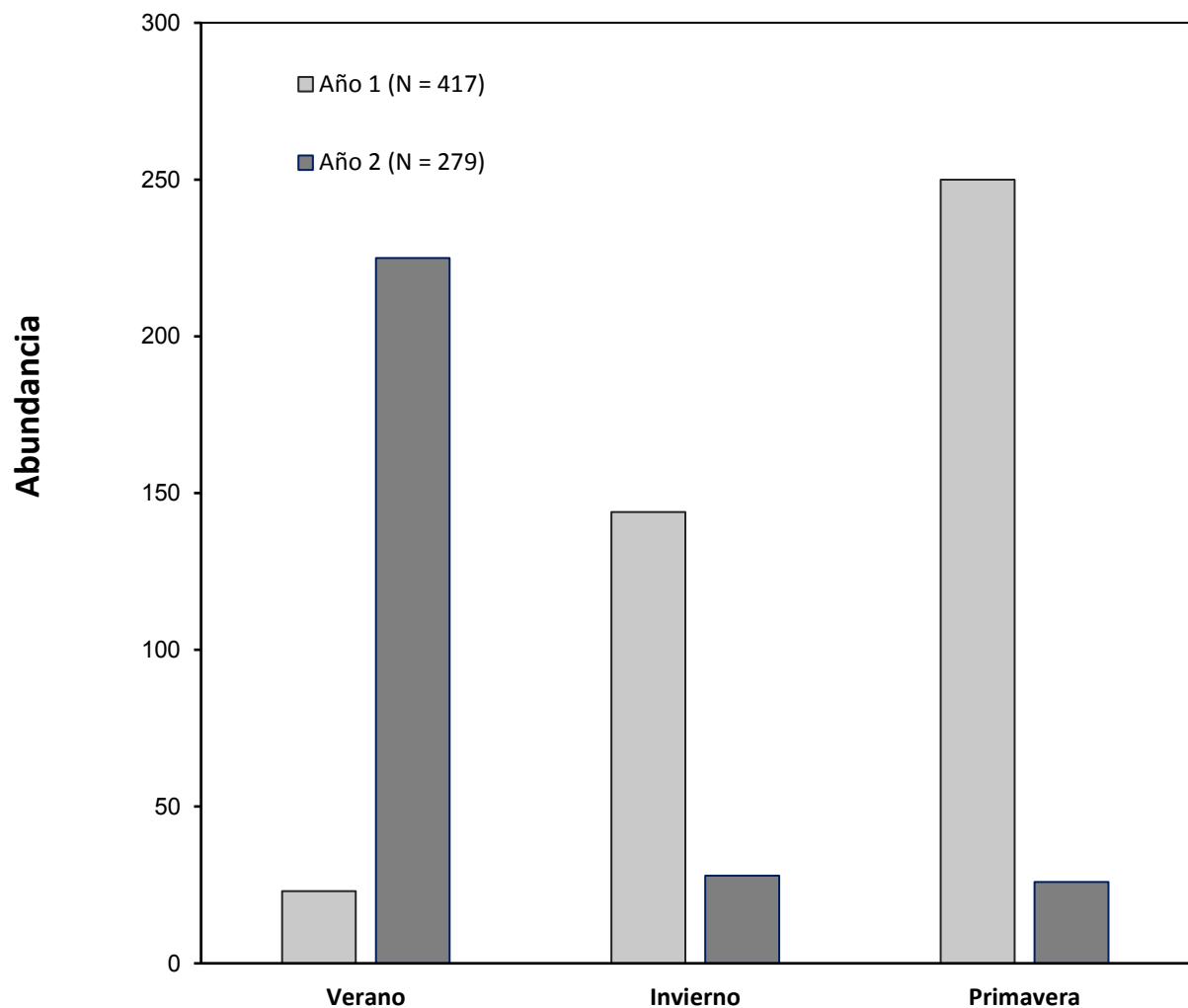


Fig.21.- Abundancia total de califóridos en la ecorregión Desierto Central.

De acuerdo a la presencia/ausencia de especies por temporada, *Calliphora latifrons* sólo se encontró durante el invierno mientras que *Chrysomya megacephala*, *Lucilia sericata* y *Phormia regina* sólo se recolectaron durante el primer año, en la primavera. *Cochliomyia macellaria* se registró durante las tres temporadas (Tabla 14). La abundancia relativa de *C. macellaria* fue menor en el segundo año respecto al primero y para *Calliphora latifrons* incrementó, a su vez, *Chrysomya rufifacies* tuvo una abundancia relativa similar entre ambos años (Tabla 15). Entre verano e invierno, la abundancia relativa de *Cochliomyia macellaria* disminuyó, mientras que entre verano y primavera fue similar y para *Chrysomya rufifacies* aumentó (Tabla 15). Entre invierno y primavera la abundancia relativa de *Cochliomyia macellaria* incrementó.

La riqueza de especies se encontró durante el primer año, con seis especies, siendo la temporada de primavera la de mayor riqueza, con cinco especies (Tabla 16); no se encontraron diferencias significativas en la riqueza entre las temporadas de ambos años ($H= 0.857$, $p= 0.367$). La mayor diversidad se registró durante el segundo año y la temporada con el valor más alto de diversidad fue primavera durante los dos años. La mayor equitatividad se registró durante el segundo año, la temporada donde se observó la mayor equitatividad fue primavera 2019. La mayor dominancia se observó durante el segundo año, la temporada con la mayor dominancia fue invierno 2017-2018, seguida de verano 2017 (Tabla 16).

Tabla 14.- Abundancia en la ecorregión Desierto Central por especie en cada año y cada temporada. (**Ver:** Verano; **Inv:** Invierno; **Prim:** primavera).

Especie	Año 1				Año 2				Total				%
	ver	inv	prim	total	ver	inv	prim	total	Verano	Invierno	Primavera	total	
	2017	2017-18	2018		2018	2019	2019		2019				
<i>Calliphora latifrons</i>		1		1		22		22		23		23	3.3046
<i>Chrysomya megacephala</i>			2	2							2	2	0.2874
<i>Chrysomya rufifacies</i>	1		72	73	53		8	61	54		80	134	19.253
<i>Cochliomyia macellaria</i>	22	143	174	339	172	6	18	196	194	149	192	535	76.868
<i>Lucilia sericata</i>			1	1							1	1	0.1437
<i>Phormia regina</i>			1	1							1	1	0.1437
Total	23	144	250	417	225	28	26	279	248	172	276	696	100
S	2	2	5	6	2	2	2	3	2	2	5	6	

Tabla 15.- Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas. (**Ver:** Verano; **Inv:** Invierno; **Prim:** primavera).

Especies	Entre años		Verano-Invierno		Verano-Primavera		Invierno-Primavera	
	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P
<i>Calliphora latifrons</i>	30.579	<0.0003	35.084	<0.0003			38.904	<0.0004
<i>Chrysomya megacephala</i>	1.342	0.24668			1.804	0.1792		
<i>Chrysomya rufifacies</i>	2.042	0.15301	42.977	<0.0005	3.569	0.05886	60.693	<0.0006
<i>Cochliomyia macellaria</i>	11.466	0.00070	4.789	0.02864	5.05	0.02462	16.97	0.00003
<i>Lucilia sericata</i>	0.67	0.41305			0.9	0.34270	0.625	0.42934
<i>Phormia regina</i>	0.67	0.41305			0.9	0.34270	0.625	0.42934

Tabla 16.- Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión Desierto Central.

	Temporada			Año 1	Temporada			Año 2
	ver 2017	inv 2017-18	prim 2018		ver 2018	inv 2018-19	prim 2019	
S	2	2	5	6	2	2	2	3
H'	0.179	0.041	0.694	0.542	0.546	0.520	0.617	0.781
J'	0.258	0.060	0.431	0.303	0.788	0.750	0.890	0.711
D	0.917	0.986	0.567	0.692	0.640	0.663	0.574	0.548

3.2.5 Ecorregión 5: Desierto de San Felipe

Se recolectaron 21,368 individuos de cinco géneros y ocho especies (Tabla 17). *Cochliomyia macellaria* fue la especie más abundante (98.70 %), seguida de *Chrysomya megacephala* (0.51 %) y *C. rufifacies* (0.46 %) (Tabla 17). Las tres especies suman el 99.67% del total de individuos recolectados. La abundancia absoluta fue similar entre años ($Z=-1.091$, $P=0.275$), y se observaron patrones estacionales diferentes, siendo primavera donde se registró la mayor abundancia absoluta (Fig. 22). Hubo diferencia en la abundancia relativa de las especies entre años y temporadas (Tabla 18) y en la diversidad (Tabla 19).

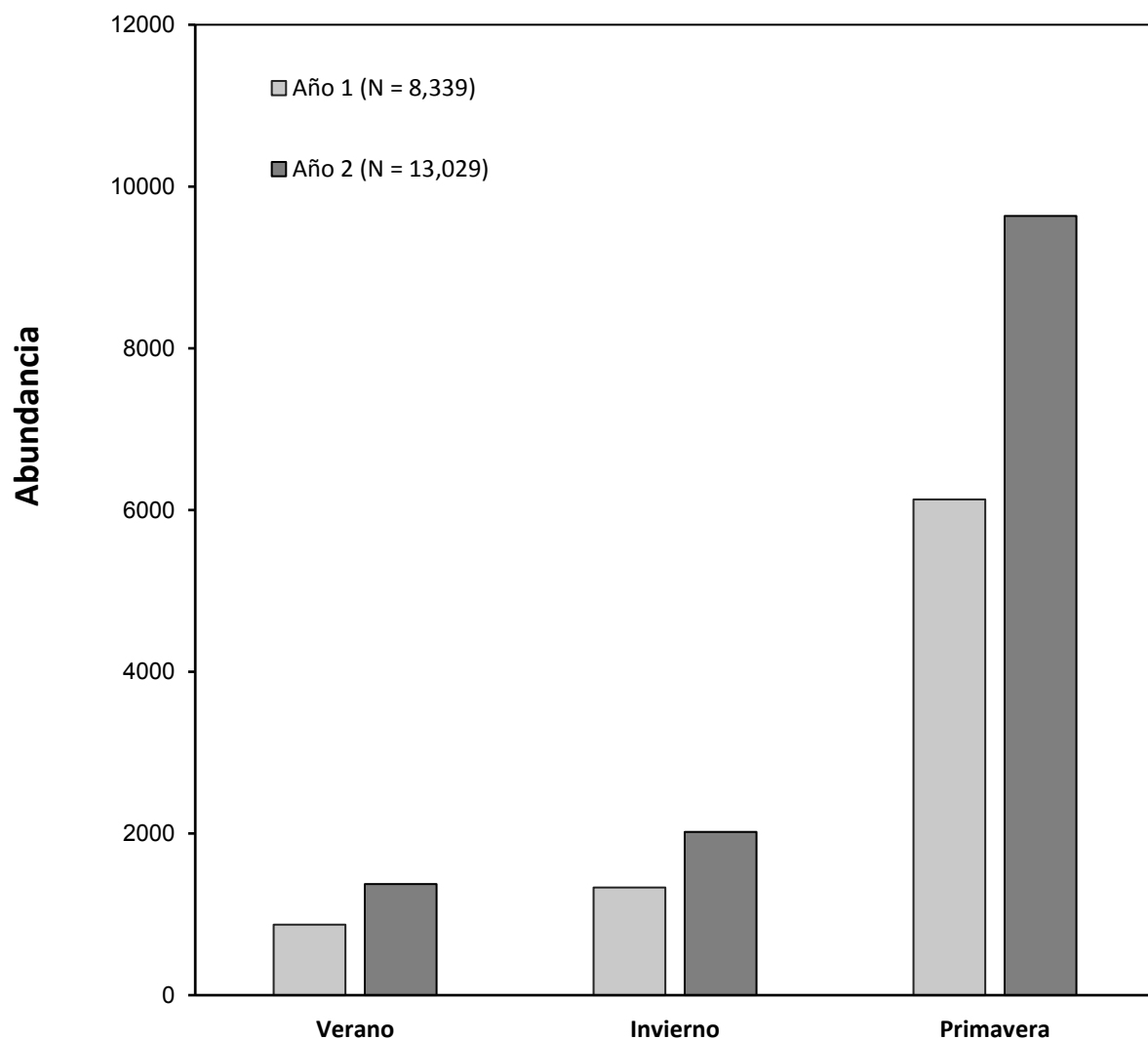


Fig.22.- Abundancia total de califóridos en la ecorregión Desierto de San Felipe.

De acuerdo a la presencia/ausencia de especies por temporada, *Calliphora coloradensis* sólo se encontró durante el invierno, *Lucilia cuprina* y *L. sericata* sólo se recolectaron durante la primavera 2019 del segundo año. *Calliphora latifrons* y *Phormia regina* se registraron durante invierno y primavera mientras que *Chrysomya megacephala*, *C. rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* se registraron durante las tres temporadas (Tabla 17).

La abundancia relativa de *Calliphora latifrons*, *Chrysomya megacephala*, *C. rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* fue mayor durante el segundo año y *Calliphora coloradensis* y *Phormia regina* presentaron una abundancia relativa similar (Tabla 18). Entre verano e invierno, la abundancia relativa de *Chrysomya megacephala* y *Cochliomyia macellaria* aumentó, mientras que para *Chrysomya rufifacies* fue similar (Tabla 18). Entre verano y primavera incrementó para *Chrysomya megacephala*, *C. rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* (Tabla 18). Entre invierno y primavera disminuyó para *Calliphora latifrons* y aumentó para *Chrysomya megacephala*, *C. rufifacies* y *Cochliomyia macellaria*, mientras que para *Phormia regina* se registró una abundancia relativa similar (Tabla 18).

La riqueza de especies fue mayor durante el segundo año, con ocho especies; las temporadas con una mayor riqueza de especies fueron invierno 2017-2018 y primavera 2019, con seis y siete especies, respectivamente (Tabla 19); no se encontraron diferencias significativas en la riqueza entre las temporadas de ambos años ($H=3.429$, $p= 0.171$). La mayor diversidad y equitatividad se encontró durante el segundo año; la temporada donde se registró el valor más alto de diversidad y equitatividad fue invierno 2017-2018 (Tabla 19). La mayor dominancia se registró durante el primer año y primavera 2018, aunque se observó un valor de dominancia muy similar en las tres temporadas de ambos años (Tabla 19).

Tabla 17.- Abundancia en la ecorregión Desierto de San Felipe por especie en cada año y cada temporada. (**Ver:** Verano; **Inv:** Invierno; **Prim:** primavera).

Especie	Año 1				Año 2				Total				%
	Ver	Inv	Prim	total	Ver	Inv	Prim	total	Verano	Invierno	Primavera	total	
	2017	2017-18	2018		2018	2019	2019		Verano	Invierno	Primavera		
<i>Calliphora coloradensis</i>		1		1		1		1		2		2	0.0094
<i>Calliphora latifrons</i>		9		9		19	1	20		28	1	29	0.1357
<i>Chrysomya megacephala</i>	6	16	1	23	1	4	82	87	7	20	83	110	0.5148
<i>Chrysomya rufifacies</i>	4	19	6	29	14		57	71	18	19	63	100	0.468
<i>Cochliomyia macellaria</i>	864	1283	6123	8270	1359	1993	9469	12821	2223	3276	15592	21091	98.704
<i>Lucilia cuprina</i>							23	23			23	23	0.1076
<i>Lucilia sericata</i>							3	3			3	3	0.014
<i>Phormia regina</i>		5	2	7		1	2	3		6	4	10	0.0468
Total	874	1333	6132	8339	1374	2018	9637	13029	2248	3351	15769	21368	100
S	3	6	4	6	3	5	7	8	3	6	7	8	

Tabla 18.- Comparación de la abundancia relativa de especies entre años y temporadas.

Especie	Entre años		Verano-Invierno		Verano-Primavera		Invierno-Primavera	
	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P
<i>Calliphora coloradensis</i>	0.101	0.75039	1.342	0.24664			9.413	0.00215
<i>Calliphora latifrons</i>	0.779	0.37735	18.878	0.00005	0.143	0.70571	125.484	<0.0003
<i>Chrysomya megacephala</i>	15.251	<0.0009	2.284	0.13068	1.829	0.17622		
<i>Chrysomya rufifacies</i>	4.244	0.0393	1.12	0.29002	7.076	0.00781	1.815	0.17787
<i>Cochliomyia macellaria</i>	23.5	<0.0006	9.725	0.00181	0.002	0.96523	26.45	<0.0002
<i>Lucilia cuprina</i>	14.737	0.00124			3.283	0.07000	4.894	0.0269
<i>Lucilia sericata</i>	1.92	0.16581			0.428	0.51312	0.638	0.4245
<i>Phormia regina</i>	4.034	0.04459	4.029	0.04471	0.57	0.45010	12.487	0.0004

Tabla 19.- Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (J) y dominancia (D) por años y temporadas en la ecorregión Desierto de San Felipe.

	Temporada			Año 1	Temporada			Año 2
	ver 2017	inv 2017-18	prim 2018		ver 2018	inv 2018-19	prim 2019	
S	3	6	4	6	3	5	7	8
H'	0.070	0.211	0.012	0.059	0.063	0.076	0.108	0.103
J'	0.064	0.118	0.009	0.033	0.057	0.047	0.055	0.050
D	0.977	0.927	0.997	0.984	0.978	0.975	0.966	0.968

3.3 Análisis de similitud (ANOSIM)

3.3.1 Variabilidad espacial

En general, la composición de la comunidad de califóridos fue diferente entre las ecorregiones ($R_{\text{global}}=0.2961$, $p=0.0002$). En el análisis SIMPER se obtuvo un porcentaje general de disimilitud del 85.42%. La ecorregión Desierto de San Felipe (Eco 5) fue diferente a todas las demás, y también fueron disimiles las ecorregiones de transición Chaparral/Matorral Costero (Eco 1) y Montaña Californiana (Eco 3) (Fig.23, Tabla 20). Las especies que contribuyeron a la disimilitud entre ecorregiones fueron *Cochliomyia macellaria* (57.96%), *Phormia regina* (17.17%), *Chrysomya rufifacies* (10.66%) y *Calliphora latifrons* (8.989%) (Tabla 21).

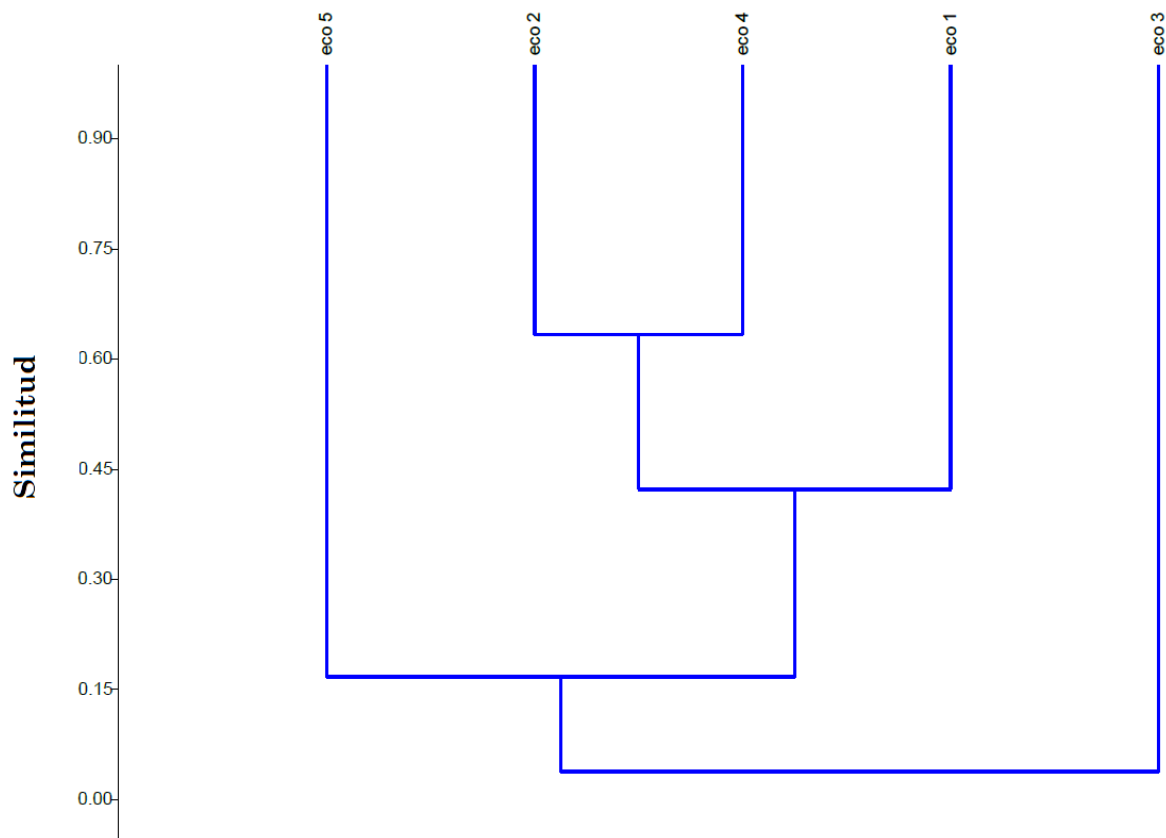


Figura 23.-. Dendrograma para los dos años de muestreo 2017-2019, las ecorregiones con un valor de similitud mayor son 2 y 4. **Eco 1:** Chaparral/Matorral Costero, **Eco 2:** Matorral Costero Rosetófilo, **Eco 3:** Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir, **Eco 4:** Desierto Central, **Eco 5:** Desierto de San Felipe.

Tabla 20.- Resultados del análisis de similitud ANOSIM entre las ecorregiones para todo el periodo de estudio (verano 2017-primavera 2019). **Eco1:** Chaparral/Matorral Costero, **Eco2:** Matorral Costero Rosetófilo, **Eco3:** Sierra Juárez—Sierra San Pedro, **Eco4:** Desierto Central, **Eco5:** Desierto de San Felipe.

	Eco 1		Eco 2		Eco 3		Eco 4		Eco 5	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Eco 1			0.1093	0.1634	0.4361	0.0135	0.03148	0.3437	0.1843	0.0222
Eco 2	0.1093	0.1634			0.2028	0.0921	-0.09259	0.7507	0.4861	0.0048
Eco 3	0.4361	0.0135	0.2028	0.09209			0.187	0.1031	0.7389	0.0026
Eco 4	0.03148	0.3437	-0.09259	0.7507	0.187	0.1031			0.5148	0.0021
Eco 5	0.1843	0.0222	0.4861	0.0048	0.7389	0.0026	0.5148	0.0021		

Tabla 21.- Resultados del análisis de porcentaje de similitud SIMPER 2017-2019. Av. Dissim: Disimilitud media, Contrib. %: porcentaje de contribución, Cumulative %: porcentaje acumulado, Mean 1: promedio ecorregión 1, Mean 2: promedio ecorregión 2, Mean 3: Promedio ecorregión 3, Mean 4: promedio ecorregión 4, Mean 5: promedio ecorregión 5.

Taxon	Av. dissim	Contrib. %	Cumulative					
			%	Mean 1	Mean 2	Mean 3	Mean 4	Mean 5
<i>Cochliomyia macellaria</i>	49.51	57.96	57.96	68	26.8	1.11	14.3	391
<i>Phormia regina</i>	14.66	17.17	75.13	0.667	0	133	4	0.185
<i>Chrysomya rufifacies</i>	9.106	10.66	85.79	26.3	9.83	0.278	3.72	1.85
<i>Calliphora latifrons</i>	7.678	8.989	94.78	4.33	2.56	9	1.58	0.537
<i>Lucilia sericata</i>	2.832	3.316	98.09	9.61	2.17	1.61	0.0556	0.0556
<i>Calliphora livida</i>	0.7715	0.9032	98.99	0.111	0	1.06	0.722	0
<i>Chrysomya megacephala</i>	0.4474	0.5237	99.52	0.889	0	0	0.222	2.04
<i>Calliphora grahami</i>	0.173	0.2025	99.72	0	0	0.0556	0.361	0
<i>Lucilia cuprina</i>	0.07242	0.08478	99.81	0.167	0.0556	0.111	0	0.426
<i>Calliphora coloradensis</i>	0.0593	0.06943	99.88	0	0	0.0833	0.0833	0.037
<i>Calliphora vomitoria</i>	0.0544	0.06369	99.94	0	0	0.139	0.0833	0
<i>Calliphora terraenovae</i>	0.04899	0.05736	100	0	0	0.0833	0.0833	0
<i>Comptosomyia callipes</i>	0.003207	0.003755	100	0	0	0.0556	0	0

Para el primer año de muestreo la composición de la comunidad de califóridos fue diferente entre las ecorregiones ($R_{\text{global}} = 0.2963$, $p = 0.0281$) (Fig. 24); sin embargo, no se encontraron valores significativos en las pruebas pareadas (Tabla 22). En el análisis SIMPER se obtuvo un porcentaje general de disimilitud del 86.61% (Tabla 23). Las especies que contribuyeron a la disimilitud entre ecorregiones fueron *Cochliomyia macellaria* (58.30%), *Phormia regina* (22.02%), *Chrysomya rufifacies* (9.48%) y *Calliphora latifrons* (6.11%) (Tabla 21).

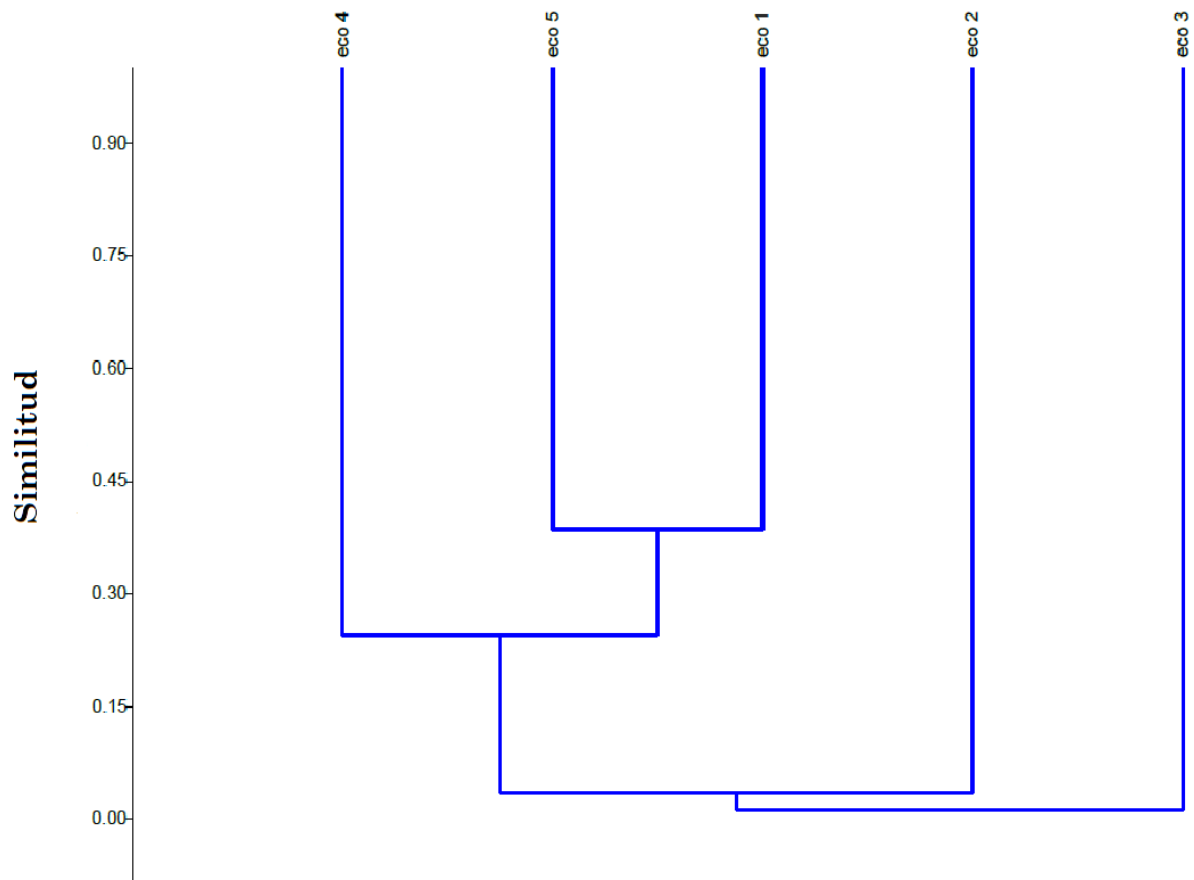


Figura 24.- Dendrograma para el primer año de muestreo agosto 2017- mayo 2019, las ecorregiones con un valor de similitud mayor son 2 y 4. **Eco 1:** Chaparral/Matorral Costero, **Eco 2:** Matorral Costero Rosetófilo, **Eco 3:** Sierra Juárez—Sierra San Pedro, **Eco 4:** Desierto Central, **Eco 5:** Desierto de San Felipe.

Tabla 22.- Resultados del análisis de similitud ANOSIM entre las ecorregiones para el primer año de muestreo (agosto 2017- mayo-2018). **Eco1:** Chaparral/Matorral Costero, **Eco2:** Matorral Costero Rosetófilo, **Eco3:** Sierra Juárez—Sierra San Pedro, **Eco4:** Desierto Central, **Eco5:** Desierto de San Felipe.

	Eco 1		Eco 2		Eco 3		Eco 4		Eco 5	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Eco 1			0.6852	0.102	0.4444	0.2006	0	0.6938	0.03704	0.4936
Eco 2	0.6852	0.102			-0.07407	0.5971	0.07407	0.5003	0.7037	0.09879
Eco 3	0.4444	0.2006	-0.07407	0.5971			-0.03704	0.5007	0.463	0.09809
Eco 4	0	0.6938	0.07407	0.5003	-0.03704	0.5007			0.2222	0.1997
Eco 5	0.03704	0.4936	0.7037	0.09879	0.463	0.0981	0.2222	0.1997		

Tabla 23.- Resultados del análisis de porcentaje de similitud SIMPER 2017-2018. Av. Dissim: Disimilitud media, Contrib. %: porcentaje de contribución, Cumulative %: porcentaje acumulado, Mean 1: promedio ecorregión 1, Mean 2: promedio ecorregión 2, Mean 3: Promedio ecorregión 3, Mean 4: promedio ecorregión 4, Mean 5: promedio ecorregión 5.

Taxon	Av. dissim	Contrib. %	Cumulative					
			%	Mean 1	Mean 2	Mean 3	Mean 4	Mean 5
<i>Cochliomyia macellaria</i>	50.49	58.30	58.30	77.1	0.778	0.667	17.7	306
<i>Phormia regina</i>	19.07	22.02	80.32	0.111	0	209	8	0.259
<i>Chrysomya rufifacies</i>	8.217	9.488	89.8	22.7	0.222	0.0556	4.06	1.07
<i>Calliphora latifrons</i>	5.295	6.114	95.92	0	2.78	8	1.94	0.333
<i>Calliphora livida</i>	1.271	1.467	97.38	0	0	1.89	1.44	0
<i>Lucilia sericata</i>	0.9082	1.049	98.43	0	0.667	0.111	0.111	0
<i>Chrysomya megacephala</i>	0.7333	0.8466	99.28	1.78	0	0	0.444	0.852
<i>Calliphora grahami</i>	0.3465	0.4001	99.68	0	0	0	0.722	0
<i>Calliphora coloradensis</i>	0.1012	0.1169	99.8	0	0	0.0556	0.167	0.037
<i>Calliphora vomitoria</i>	0.08265	0.09543	99.89	0	0	0.0556	0.167	0
<i>Calliphora terraenovae</i>	0.07996	0.09233	99.98	0	0	0	0.167	0
<i>Lucilia cuprina</i>	0.00655	0.007563	99.99	0	0	0.111	0	0
<i>Comptosomyiops callipes</i>	0.00655	0.007563	100	0	0	0.111	0	0

Para el segundo año de muestreo la composición de la comunidad de califóridos entre las ecorregiones no fue significativamente diferente de la composición adentro de las ecorregiones ($R_{\text{global}} = 0.1993$, $p = 0.09349$) (Tabla 25). En el análisis SIMPER se obtuvo un promedio general de disimilitud del 86.61% (Tabla 25). Las especies que contribuyeron a la disimilitud entre ecorregiones fueron *Cochliomyia macellaria* (59.89%), *Phormia regina* (12.24%), *Chrysomya rufifacies* (11.35%) y *Calliphora latifrons* (10.23%) (Tabla 25).

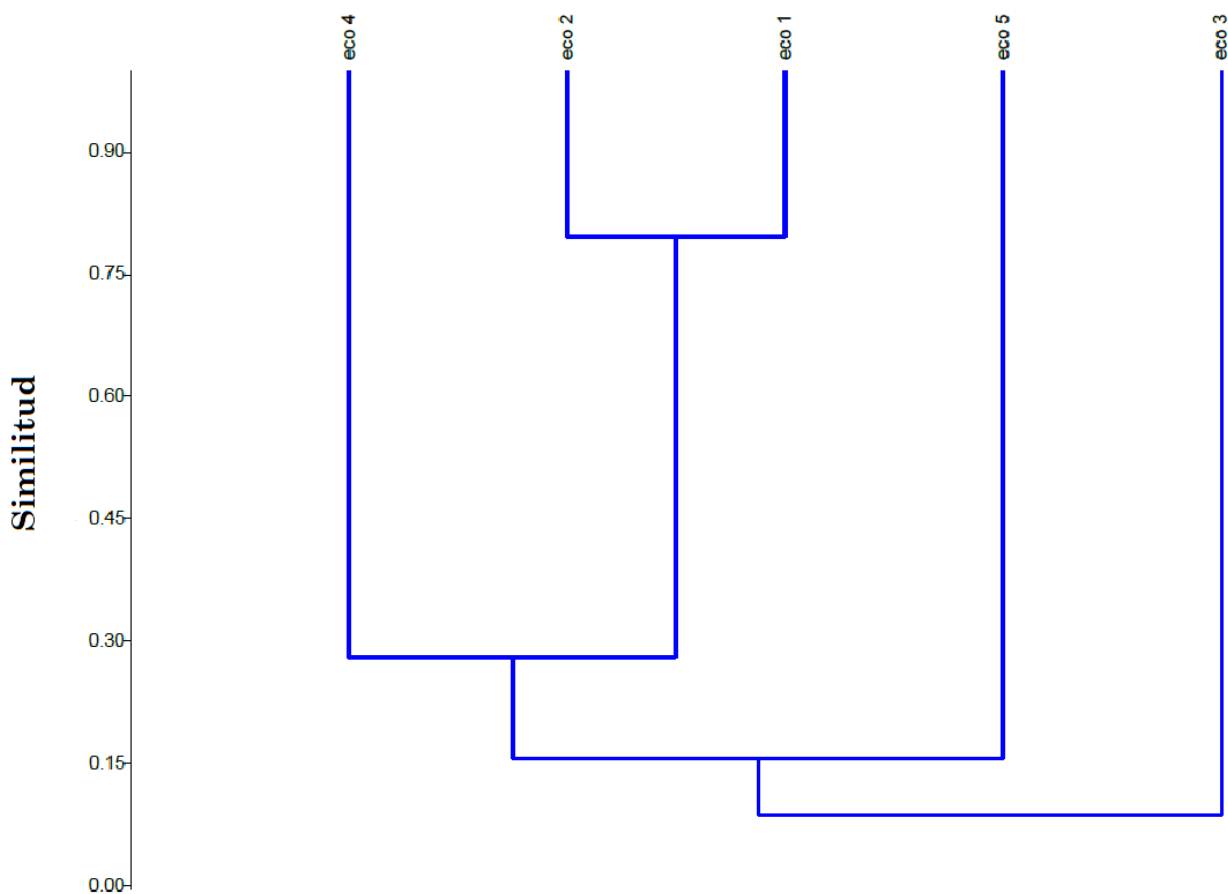


Figura 25.- Dendrograma para el segundo año de muestreo agosto 2018- junio 2019, las ecorregiones con un valor de similitud mayor son 1 y 2. **Eco 1:** Chaparral/Matorral Costero, **Eco 2:** Matorral Costero Rosetófilo, **Eco 3:** Sierra Juárez—Sierra San Pedro, **Eco 4:** Desierto Central, **Eco 5:** Desierto de San Felipe.

Tabla 24.- Resultados del análisis de similitud ANOSIM entre las ecorregiones para el segundo año de muestreo (agosto 2018- junio 2019). **Eco1:** Chaparral/Matorral Costero, **Eco2:** Matorral Costero Rosetófilo, **Eco3:** Sierra Juárez—Sierra San Pedro, **Eco4:** Desierto Central, **Eco5:** Desierto de San Felipe.

	Eco 1		Eco 2		Eco 3		Eco 4		Eco 5	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Eco 1			-0.0556	0.4957	-0.2222	0.8022	-0.2778	0.8967	0.2037	0.2001
Eco 2	-0.0556	0.4957			0.2963	0.2033	-0.07407	0.5902	0.4444	0.09669
Eco 3	-0.2222	0.8022	0.2963	0.2033			0.07407	0.5025	0.8889	0.1054
Eco 4	-0.2778	0.8967	-0.0741	0.5902	0.0741	0.5025			0.7037	0.1019
Eco 5	0.2037	0.2001	0.4444	0.09669	0.8889	0.1054	0.7037	0.1019		

Tabla 25.- Resultados del análisis de porcentaje de similitud SIMPER 2018-2019. Av. Dissim: Disimilitud media, Contrib. %: porcentaje de contribución, Cumulative %: porcentaje acumulado, Mean 1 - 5: promedio en cada ecorregión 1 - 5.

Taxon	Av. dissim	Contrib. %	Cumulative					
			%	Mean 1	Mean 2	Mean 3	Mean 4	Mean 5
<i>Cochliomyia macellaria</i>	51.27	59.89	59.89	58.9	52.9	1.56	10.9	475
<i>Phormia regina</i>	10.48	12.24	72.12	1.22	0	57.7	0	0.111
<i>Chrysomya rufifacies</i>	9.718	11.35	83.47	30	19.4	0.5	3.39	2.63
<i>Calliphora latifrons</i>	8.762	10.23	93.71	8.67	2.33	10	1.22	0.741
<i>Lucilia sericata</i>	4.748	5.545	99.25	19.2	3.67	3.11	0	0.111
<i>Calliphora livida</i>	0.279	0.3259	99.58	0.222	0	0.222	0	0
<i>Chrysomya megacephala</i>	0.1364	0.1593	99.74	0	0	0	0	3.22
<i>Lucilia cuprina</i>	0.134	0.1565	99.9	0.333	0.111	0.111	0	0.852
<i>Calliphora vomitoria</i>	0.03068	0.03584	99.93	0	0	0.222	0	0
<i>Calliphora terraenovae</i>	0.02301	0.02688	99.96	0	0	0.167	0	0
<i>Calliphora coloradensis</i>	0.02021	0.02361	99.98	0	0	0.111	0	0.037
<i>Calliphora grahami</i>	0.01534	0.01792	100	0	0	0.111	0	0
<i>Comptosyiops callipes</i>	0	0	100	0	0	0	0	0

3.3.2 Variabilidad estacional

La composición de especies de califóridos entre las estaciones durante los dos años de muestreo fue significativamente diferente (R global= 0.1036, $p= 0.0391$). Las estaciones que difirieron en su composición fueron verano e invierno ($R=0.1844$, $p=0.0288$) y primavera e invierno ($R=0.1499$, $p=0.0438$) (Tabla 26).

Tabla 26.-Resultados del análisis de similitud ANOSIM ($R= 0.1036$, $p= 0.0391$) de la composición de califóridos entre las estaciones verano, invierno y primavera.

	verano		invierno		primavera	
	<i>R</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>p</i>
verano			0.1844	0.0288	-0.04167	0.7361
invierno	0.1844	0.0288			0.1499	0.0438
primavera	-0.04167	0.7361	0.1499	0.0438		

Capítulo 4. Discusión

4.1 Diversidad y abundancia de la familia Calliphoridae en Baja California

Los resultados obtenidos en el presente estudio constituyen un primer acercamiento al conocimiento de la distribución espacio temporal de la familia Calliphoridae para el estado de Baja California. Se registraron trece especies distribuidas en tres subfamilias y seis géneros y el esfuerzo de muestreo resultó adecuado para la familia Calliphoridae. Las especies registradas por Whitworth (2017) y Jones et al. (2019) para la Región Neártica son 93, por lo que lo reportado en el presente estudio corresponde al 13.97% de las especies reportadas para Norteamérica.

De las trece especies recolectadas, se encontraron diferencias en las especies reportadas por tres investigaciones cercanas al área de estudio. James (1955) reportó para California 16 especies de las cuales coinciden once especies; las que no se encontraron en Baja California fueron *Calliphora vicina*, *Lucilia elongata*, *L. silvarum*, *L. thatuna* y *Protophormia terraenovae*. Para 1955 las especies invasoras *Chrysomya megacephala* y *C. rufifacies* no se reportaban para México o Estados Unidos, ya que *C. rufifacies* y *C. megacephala* se reportaron por primera vez en La Paz, B.C.S., en febrero de 1987 por Greenberg (1988), mientras que *C. rufifacies* se reportó en Arizona por Baumgartner (1986). Brundage et al. (2011), en su estudio realizado durante dos años (2001- 2003), encontró para California siete especies, de las cuales *Lucilia mexicana* fue la única especie que no se encontró en Baja California. Cumming (2019) reportó 12 especies de la familia Calliphoridae en su trabajo de campo de las cuales *L. mexicana* no se registró para Baja California, mientras que 11 especies se comparten (Anexos Tabla 29). Con base en lo registrado, se sugiere para futuros trabajos, aumentar las horas de muestreo, así como la recolecta durante las cuatro temporadas del año ya que *L. mexicana* podría recolectarse para el estado. Jones et al. (2019) reportan a *L. mexicana* para el suroeste de Estados Unidos, México, Guatemala y Honduras, además la posibilidad de obtener especies raras o con distribución restringida reportadas para la Región Neártica, no debería descartarse.

La especie nativa *Cochliomyia macellaria* fue la más abundante (77.11%), seguida de la especie común norteamericana *Phormia regina* (16.37%) y la especie invasora *Chrysomya rufifacies* (2.95%), representando el 96.43% de ejemplares obtenidos. Resultados que difieren de lo encontrado por Cumming (2019) para el condado de Los Ángeles, California en cuatro ecorregiones, donde de los 4,933 califóridos recolectados, *Chrysomya rufifacies* (61.3%) y *Lucilia sericata* (26.6%) fueron las más abundantes, representando el 87.9% de sus recolectas. En el presente estudio *L. sericata* representó sólo el 0.90% del

total de ejemplares recolectados. Esta discrepancia pudo ocurrir porque las temporadas en las que recolectó Cumming (2019) fueron verano, otoño e invierno de julio 2017 a enero 2019 y, de las ecorregiones propuestas por Cumming (2019): coinciden sólo dos: Montaña Costera (Montaña Santa Mónica) y Montañas Internas (Montaña San Gabriel) para tres de las cinco ecorregiones del presente estudio: Chaparral/Matorral Costero, Matorral Costero Rosetófilo y Sierra Juárez-Sierra San Pedro Mártir. La diferencia en la composición de especies abundantes entre Baja California y los Ángeles podría explicarse si se toma en consideración el esfuerzo de muestreo y la diferencia en la temporada de primavera (donde se encontró mayor abundancia) para este estudio, además *Chrysomya rufifacies* y *Lucilia sericata* son especies sinantrópicas (Paraluppi, 1996; Hwang y Turner 2005 y Patitucci et al. 2011) y el hecho de que la población en el Condado de los Ángeles, California sea mayor que en el estado de Baja California, aunado a la mayor disponibilidad de alimento y acceso a basureros podría estar marcando estas diferencias.

La mayor abundancia de *Cochliomyia macellaria* se encontró en la ecorregión Desierto de San Felipe, ecorregión que se caracteriza por altas temperaturas y humedad durante los meses más cálidos, condiciones que favorecen el desarrollo de *Cochliomyia macellaria* (Byrd y Butler, 1996; et al. 1996 y Yusseff-Vanegas, 2007), además de ser una ecorregión distinta a todas las ecorregiones en donde recolectó Cumming (2019). Por su parte, *Phormia regina* fue más abundante en la ecorregión Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir, ecorregión que coincide con la ecorregión Montañas Internas propuesta por Cumming (2019), sin embargo, la abundancia de esta especie fue menor en las Montañas Internas, discrepancia que puede deberse a la disponibilidad de alimento que se encuentra en la ecorregión Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir, específicamente en Sierra Juárez donde el área de recolecta se encontraba cerca de pequeñas rancherías con cabezas de ganado, lo que coincide con las preferencias alimentarias de *P. regina*, atraída al estiércol y carroña, además de considerarse como una peste para el ganado (Whitworth, 2017; Jones et al. 2019).

Compsomyiops callipes fue la especie menos abundante para Baja California, con sólo dos ejemplares recolectados, al igual que en el estudio de Cumming (2019) donde sólo encontró 13 ejemplares de *C. callipes* (0.30%). *Compsomyiops callipes* se ha reportado para montañas y bosques de niebla (Velásquez, 2008), Brundage y Byrd (2016) la reportan más abundante en zonas rurales que urbanas, en el presente estudio se recolectó específicamente en Sierra San Pedro Mártir durante la primavera 2018 a una altura de 2,434 m.s.n.m. lo que concuerda con lo reportado por Cumming (2019) que sólo recolectó a *C. callipes* en la ecorregión Montañas Internas (Montaña San Gabriel) a una altura de 2,133 m.s.n.m.

4.2 Riqueza y abundancia de especies en las ecorregiones

Calliphora latifrons, *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia sericata* se encontraron en las cinco ecorregiones, resultados que concuerdan para cuatro de las cinco especies reportadas por Cumming (2019). *Phormia regina* sólo se encontró en cuatro ecorregiones de Baja California, mientras que en Los Ángeles se registró para las cuatro ecorregiones.

De las seis especies del género *Calliphora* recolectadas en este estudio, *Calliphora grahami*, *C. terraenovae* y *C. vomitoria* únicamente se encontraron en la Ecorregión Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir, lo que difiere de lo reportado por Cumming (2019) quien no recolectó a *C. grahami* ni a *C. terraenovae*, mencionando que *C. grahami* no se ha recolectado desde 1952 (James, 1955) y *C. terraenovae* desde 1953 (James, 1955), por lo tanto estas especies se pueden considerar especialistas de áreas restringidas, como lo mencionan Whitworth (2017) y Jones et al. (2019).

En general, de las ecorregiones localizadas hacia las costas, la ecorregión Desierto de San Felipe ubicada frente a la costa del Golfo de California fue donde se encontró una mayor abundancia (70.51%), seguida de la ecorregión Sierra Juárez —Sierra San Pedro Mártir (18.20%) mientras que la ecorregión con mayor altitud fue donde se observó una mayor riqueza de especies (13 especies), y, siendo esta ecorregión caracterizada por bosques de pinos, el dato de mayor riqueza concuerda con las observaciones de Feddern et al. (2018) en su estudio sobre distribución espacio temporal de califóridos en Bern, Suiza, en donde encontraron una mayor riqueza en los bosques. Con base en lo anterior se concluye que existe mayor riqueza en las ecorregiones con una mayor altitud y latitud como se predijo en la primera hipótesis, dado que la mayoría de las especies tienen afinidades neárticas. Sin embargo, para las ecorregiones con una menor altitud, se encontró una mayor abundancia de las especies generalistas.

En este estudio, la especie nativa *Cochliomyia macellaria*, fue la más abundante en cuatro de las cinco ecorregiones, con una mayor abundancia en la ecorregión Desierto de San Felipe, donde las temperaturas son muy cálidas y hay más disponibilidad de alimento debido a la gran actividad pesquera del Golfo de California. Esto concuerda con la naturaleza generalista de *C. macellaria* (Jones et al. 2019). Además, esta especie se encontró como la más abundantes en diversos hábitats como la montaña tropical en Chiapas (Mañas-Jordá et al. 2017), en la región caribeña de Colombia (Alvarez-Garcia et al. 2018) y en la ecorregión húmeda del Chaco en Argentina (Dufek et al.2019). Como se menciona en Lomolino et al. (2006), la

diferencia en las preferencias de hábitat depende de la especie y su distribución estará determinada por factores bióticos y abióticos, por lo tanto, cada especie tiende a ser más abundante donde los factores ambientales favorecen su desarrollo, lo que concuerda con lo encontrado en cada ecorregión del presente estudio.

4.3 Composición espacial de especies en las ecorregiones

Cada ecorregión tiene una composición de especies propia, como se ve en los resultados de ANOSIM donde no se encontró una similitud entre las ecorregiones. Por ejemplo, las ecorregiones Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir y Desierto de San Felipe fueron las más contrastantes entre sí. Estas dos ecorregiones, aún colindando, tienen características biogeoclimáticas muy diferentes una de la otra, debido a factores ambientales afectados por la orografía (Delgado, 1998; González-Abraham, 2011). Por lo tanto, las diferencias encontradas en este estudio apoyan la segunda hipótesis donde la composición de las especies estaría dada por las características de cada una de las ecorregiones.

Las especies que contribuyeron a las diferencias entre las ecorregiones concuerdan con los resultados de riqueza y abundancias en cada ecorregión mencionados anteriormente. Por ejemplo, la especie generalista *Cochliomyia macellaria*, la cual se encontró en todas las ecorregiones, fue la que más contribuyó a la disimilitud entre ecorregiones debido a la gran diferencia en abundancia de una ecorregión a otra. De la misma manera, *Phormia regina* contribuyó a la disimilitud, debido a su gran abundancia en la ecorregión Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir.

En los análisis de similitud se encontraron diferencias dentro de las ecorregiones, las cuales estuvieron asociadas a la composición intraespecífica de las especies en las localidades que conformaron a cada una de las ecorregiones, lo cual contribuyó a los valores negativos encontrados en ANOSIM. Por ejemplo, para la ecorregión Desierto Central donde las dos localidades que se estudiaron estuvieron distantes una de la otra por aproximadamente 98 km, la mayor abundancia y riqueza de especies se encontró en Santa Catarina. Sin embargo, para la localidad Cerro Santo Tomás las recolectas estuvieron caracterizadas por una falta de ejemplares, lo que podría estar asociado tanto a la metodología (cinco horas de muestreo) como a las condiciones adversas que se presentaron a lo largo de las recolectas, con viento durante las tres estaciones de muestreo, temperaturas extremas y baja humedad.

Aunque las ecorregiones propuestas por González-Abraham et al. (2010) utilizadas para los análisis en el presente estudio sugieren una distribución espacial con diferencias entre las ecorregiones, se destaca que, para las ecorregiones Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir, Desierto Central y Desierto de San Felipe, se encontró que la composición espacial de califóridos fue diferente en cada una de las localidades que conforman a estas tres ecorregiones (Anexos Tabla 30). Un caso muy particular son las Sierra Juárez y Sierra San Pedro Mártir donde la variación en su diversidad y características fisiográficas es evidente, a pesar de pertenecer ambas al remanente de la cadena montañosa de California, ya que se ha observado, a través de estos dos años de muestreo, que las diferencias en la composición de especies de dípteros califóridos entre ambas sierras son singulares si consideramos la función ecológica de cada especie, por lo que se recomienda en futuras investigaciones considerar las características de cada una de las Sierras, si lo que se desea es realizar análisis de diversidad y distribución o en gradientes altitudinales de una manera más exhaustiva.

4.4 Variabilidad temporal de Calliphoridae

Las temporadas con diferencias significativas en la composición de especies de califóridos fueron verano e invierno, lo que difiere con lo encontrado por Dufek y colaboradores (2019) en la ecorregión húmeda de Chaco en Argentina donde mencionan que las temporadas con menor índice de similitud fueron invierno y primavera. Las diferencias encontradas en el presente estudio pueden estar asociadas a las condiciones ambientales de ambos veranos, donde el primer verano fue más seco y cálido que el segundo. Dufek y colaboradores (2019) reportan una menor abundancia de califóridos recolectados para la estación de invierno (en el mes agosto). Sin embargo, en este estudio, la menor abundancia de califóridos se encontró durante la estación de verano 2017 del primer año (n=1,404), durante el mes de agosto. Estas diferencias se podrían explicar tomando en consideración las características entre la ecorregión húmeda del Chaco, que es más húmeda con un clima subtropical, una gran variedad de ecosistemas y una precipitación anual de 1,300 mm, mientras que las ecorregiones que se estudiaron en Baja California, en general son más secas, particularmente en verano. Con base en estas características se infiere que las diferencias encontradas entre ambos estudios son de particular interés para la variabilidad temporal y espacial de califóridos.

Las especies que se recolectaron durante las tres temporadas y los dos años de muestreo fueron: *Calliphora coloradensis*, *C. latifrons*, *C. livida*, *Chrysomya megacephala*, *C. rufifacies*, *Cochliomyia*

macellaria, *Lucilia sericata* y *Phormia regina*. La variación interanual y temporal de *Calliphora latifrons* concuerda con lo reportado por Brundage et al. (2011) para California y Anderson y Vanlaerhoven (1996) para Canadá. La variación temporal de *Calliphora coloradensis*, *Chrysomya megacephala*, *C. rufifacies* L. *sericata*, *P. regina*, coincide con lo encontrado por Cumming (2019) mientras que, *Calliphora livida*, y *Cochliomyia macellaria* difieren de los reportado por Cumming (2019), quien encontró estas especies sólo en verano y otoño en las ecorregiones de los Ángeles, California.

Durante verano y primavera las especies que se encontraron fueron: *Calliphora grahami*, *C. terraenovae*, *C. vomitoria* y *Lucilia cuprina*. La variación temporal de *C. grahami* y *C. terraenovae* concuerda con lo reportado por Núñez et al. (2010) y los registros históricos de James (1955) (Anexos Tabla 29) mientras que para *C. vomitoria* concuerda con lo reportado por Anderson y Vanlaerhoven (1996) en Canadá y Brundage et al. (2011) en California. Con respecto a *Lucilia cuprina*, la variación temporal difiere de lo reportado por Cumming (2019), ya que en Los Ángeles se recolectó para verano, otoño y principios de invierno.

Las diferencias en la composición temporal de califóridos mencionadas anteriormente, coinciden con la tercera hipótesis donde se espera encontrar una variación en las especies de califóridos para las tres temporadas las cuales difieren en cuanto a factores ambientales como temperatura y precipitación. Sin embargo, a pesar de la diferencia significativa de la abundancia de las especies entre los dos años y las tres temporadas de muestreo, la falta de estudios preliminares para Baja California limitan las comparaciones de la variabilidad estacional. Además, no se encontró ningún patrón en cuanto a la abundancia y la riqueza de las especies con los cambios de variables ambientales entre temporadas y ecorregiones, dado que los datos de temperatura sólo se tomaron durante las cinco horas de muestreo, los cuales no son representativos de patrones climáticos más generales, como por ejemplo la temperatura promedio mensual. Por lo tanto, se recomienda para futuros trabajos, registrar las variables ambientales de manera más general, y además, realizar las recolectas mensualmente por al menos un año, durante 48 horas como mínimo o una semana como lo realizaron Hwang y Turner (2005) o Femdt y Amendt (2014) en cada localidad y comparar los resultados obtenidos en el presente estudio.

No se encontraron diferencias entre la abundancia de ambos años o entre temporadas para cuatro de las cinco ecorregiones, la ecorregión donde se encontró diferencia entre años fue la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo. Sin embargo, si se observaron diferencias en la abundancia relativa de las especies entre años y temporadas en cada una de las ecorregiones. Estas diferencias denotan la complejidad en cada ecorregión. Anderson (1995) menciona que la presencia y abundancia de califóridos depende en gran

medida de la época del año, posición geográfica, características ambientales y micro-hábitats. De manera general, como mencionado anteriormente, no se encontró un patrón entre la abundancia de las especies con la temperatura en las tres temporadas del año, ya que en cada ecorregión las diferencias en la abundancia relativa entre temporadas fueron distintas. Kavazos y Wallman (2012) mencionan que las fluctuaciones temporales en las poblaciones de califóridos son difíciles de modelar, ya que las interacciones entre la disponibilidad de recursos son complejas, además la competencia interespecífica, el clima y la estructura del hábitat en el que se encuentren a las comunidades de califóridos influirá de manera directa.

4.5 Consideraciones finales

Zabala y colaboradores (2014) mencionan que la composición de especies depende del grado de conservación en un ecosistema. Estudios recientes indican que la familia Calliphoridae se puede utilizar como bioindicador de ecosistemas fragmentados: si se conoce la composición de especies en ambientes protegidos, se puede estimar el grado de conservación de un área en particular y predecir el impacto en dicho ecosistema por especies invasoras, cambio climático o efectos antropogénicos (Vasconcelos et al. 2015).

Con respecto al género sinantrópico *Lucilia*, *L. sericata* se encontró ampliamente distribuida durante los dos años de muestreo registrándose en todas las ecorregiones, sin embargo su mayor abundancia se registró para la ecorregión de transición Chaparral/Matorral Costero. *L. cuprina* no se registró en la ecorregión Desierto Central y contrario a *L. sericata*, *L. cuprina* fue más abundante en la ecorregión Desierto de San Felipe. Algo a considerar en este primer estudio sobre la distribución de califóridos es que no se midió el Índice de Sinantropía (IS) de las especies, sobre todo del género *Lucilia* el cual determina la asociación entre *la especie de interés* y el grado de urbanización Olea et al. (2012) y Patitucci et al. (2011). Por lo tanto, el IS es un análisis que se recomienda para investigaciones futuras, el cual podría ayudar a explicar la distribución y abundancia de especies sinantrópicas como *L. sericata* y *L. cuprina* en las ecorregiones donde los asentamientos humanos son grandes o cercanos al área de recolecta. Por ejemplo la ecorregión de transición Chaparral/Matorral Costero que se localiza en el Valle de Guadalupe, área rural con una gran afluencia de turismo durante la mayor parte del año. Teniendo en cuenta que *Calliphora grahmi* se reporta como especie sinantrópica capaz de transmitir enfermedades a seres humanos y animales, incluyendo el vector del virus de la influenza aviar (H5N1) (Sawabe et al. 2006), es importante

considerar el continuo monitoreo de esta especie en las Sierras Juárez y Sierra San Pedro Mártir. A pesar de que los asentamientos humanos cercanos no son grandes, las partes más altas son áreas naturales protegidas con acceso al turismo la mayor parte de año y en ambas sierras se encuentra una singular diversidad de aves de cuidado para su conservación.

En el presente estudio, durante la primavera 2018, el género *Chrysomya* se registró en todas de las ecorregiones excepto en Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir. Las alturas a las que se le registró fueron 1,514 m.s.n.m. como mínima para Sierra Juárez y 2,447 m.s.n.m. como máxima para Sierra San Pedro Mártir. Con excepción de la temporada verano 2018, la especie más dominante en todas las temporadas fue *Cochliomyia macellaria*, con una abundancia mayor que las especies invasoras *Chrysomya rufifacies* y *C. megacephala*. Rosati y VanLaerhoven (2007) encontraron que debido a los requisitos de temperatura para su ciclo de vida (15°-14°C) *Chrysomya rufifacies* ha expandido su área de distribución en Estados Unidos de América hacia el suroeste de Ontario, Canadá sólo durante la temporada de otoño donde recientemente las temperaturas han aumentado por efecto del cambio climático. Debido a su gran capacidad competitiva con otras especies nativas, como *Cochliomyia macellaria*, se ha observado un desplazamiento y un cambio en la composición de las especies durante el otoño. Con base en los resultados para las ecorregiones de Baja California, se infiere que la especie nativa *Cochliomyia macellaria* no está sufriendo un desplazamiento por *Chrysomya rufifacies* como se menciona en Rosati y VanLaerhoven (2007) y Moretti y Godoy (2013). Sin embargo, algo que destaca, es la asociación de ambas especies en la mayoría de las ecorregiones por lo tanto, es importante evaluar el comportamiento y dinámica poblacional de estas especies a futuro.

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio se ha encontrado que las especies características de zonas altas pueden ampliar su área de distribución en invierno siempre y cuando las condiciones ambientales favorezcan la dispersión. Además, otras especies que son aún más específicas o dependientes del clima se encuentran localizadas sólo en ciertas ecorregiones sin posibilidad de desplazarse. Turchetto y Vanin (2004) encontraron que las especies con distribución nortea o con una amplia área de distribución se enfrentan con una baja probabilidad de colonizar nuevas áreas en latitudes o elevaciones más altas, limitando sus nichos o enfrentándose a una posible extinción, mientras que las especies sureñas se han visto favorecidas colonizando nuevas áreas. Por lo tanto, es importante seguir realizando estudios sobre la distribución y variabilidad estacional de estas especies para llegar a un mejor entendimiento sobre la dinámica de las comunidades de califóridos y evaluar mecanismos de dispersión y áreas potenciales para estas especies.

4.5.1 Reportes sobre distribución de Califóridos para Baja California

El género *Protocalliphora* (Hough, 1899) presenta 28 especies descritas para Norteamérica, se distribuye en zonas templadas de alta montaña y se caracteriza por ser parásito de aves, siendo común en los nidos de aves atriciales donde las larvas succionan la sangre de las crías (Sabrosky et al. 1989). Whitworth (2017) menciona que los adultos de este género son difíciles de recolectar, aunque las pupas vacías son relativamente fáciles de encontrar en nidos viejos de pájaros.

Whitworth (com. per.) menciona que, del género *Protocalliphora* se han encontrado las especies *P. asiovora* (Shannon and Dobrosky, 1924), *P. hesperioides* (Sabrosky, Bennett, and Whitworth, 1989) y *P. beameri* (Sabrosky, Bennett, and Whitworth, 1989) en el Área de San Diego. Sabrosky y colaboradores (1989) reportan a las especies *P. asiovora* y *P. beameri* para Baja California. La distribución para *P. asiovora* se reporta para Arizona, California, Idaho, Oregon, Utah, Washington y México (Baja California). Un ejemplar macho de *P. asiovora* se registró en Sierra San Pedro Mártir, La Grulla, 6,900 pies (1,100 msnm), 15 de junio de 1953. La distribución para *P. beameri* se reporta desde Columbia Británica a Montana, hacia Baja California, México y Nuevo México. Dos ejemplares macho de *P. beameri* se recolectaron en dos localidades del estado, el primer ejemplar se registró en Sierra San Pedro Mártir, 3,000 pies (915 msnm), 2 mi 83.2 km al Oeste de Socorro, 04 de junio de 1958, el segundo ejemplar se recolectó en el Arroyo Santo Domingo, 5.7 mi E del Rancho Hamilton, 23 de abril de 1963 (H. B. Leech y P. H. Arnaud, Jr.). Sin embargo, en el presente estudio no se encontraron a estas especies, debido a su hábito parasitario, no siendo atraídas por carroña. Los autores mencionan que *P. asiovora* se asocia a cuervos, halcones, urraca piñonera y búhos, mientras *P. beameri* se asocia a nidos de golondrina.

Teniendo en consideración que ya existen registros de especies del género *Protocalliphora*, para las Sierras Juárez y Sierra San Pedro Mártir que son sitios que albergan una gran diversidad de poblaciones de aves, además del programa de reintroducción del Cóndor para Sierra San Pedro Mártir, la continuidad en las recolectas con diversas estrategias de muestreo como la búsqueda en nidos y diversos sitios, sería de gran ayuda para monitorear poblaciones de género *Protocalliphora* y evitar posibles problemas de infestación por miasis en las poblaciones de aves de ambas Sierras.

Es importante mencionar que, aunque este es el primer estudio sobre la distribución de la familia *Calliphoridae* en el estado, sólo se tomaron en cuenta datos de recolecta realizados en el trabajo de campo de agosto 2017 a junio 2019. Por lo que esta información requiere ampliarse en el futuro con datos de recolecta de museos y datos de bases biológicas como GBIF para obtener un listado de especies más

completo para la región. Información que se propone anexar en futuros estudios. Aunado a esto, se anexa una tabla con información de ejemplares recolectados para Baja California proporcionada por Lyle Stotelmyre del Museo de Historia Natural de San Diego, USA (Anexos Tabla 29). Esta información tampoco fue tomada en cuenta para los análisis ya que fue proporcionada posterior al diseño de muestreo y objetivos del presente trabajo.

Aunque este estudio tiene por objetivo la diversidad y patrones de distribución con un enfoque biogeográfico, no se descarta la posibilidad de que la información proporcionada sea útil en otras áreas como la entomología médica veterinaria o entomología forense por el componente biológico y las características propias de la familia, sin embargo, no fue el objetivo del presente estudio.

4.5.2 Sugerencias metodológicas y perspectivas a futuro

Se recomiendan más trampas por sitio y utilizar sólo las trampas modificadas tipo Blendon o Van Someren-Rydo para lograr obtener ejemplares en buen estado, evitando complicaciones durante la identificación taxonómica. No se debe descartar el corroborar individuos por medio de genitalia cuando sean especies raras, en particular del género *Calliphora*. La recolecta de individuos en etanol al 95% para continuar con los análisis moleculares y ampliar los registros para el estado debe tomarse en cuenta para futuros estudios. También se sugiere ampliar el número de localidades, así como las horas de muestreo. Además de considerar un estudio mensual por al menos un año para comparar la variabilidad interanual y estacional del presente trabajo.

Ampliar los registros con datos de recolecta de museos y datos de bases biológicas como GBIF y BOLD SYSTEM para obtener un listado de especies más completo para la región. Además de realizar una clave de identificación de la familia Calliphoridae para el estado de Baja California.

Capítulo 5. Conclusiones

De los 30,307 ejemplares, se encontraron trece especies distribuidas en seis géneros para la región. Las especies más abundantes fueron *Cochliomyia macellaria*, *Phormia regina* y la especie invasora *Chrysomya rufifacies*.

La abundancia fue mayor hacia la costa del Golfo de California y la mayor riqueza de especies se encontró hacia las Sierras, a una mayor altitud.

Considerando únicamente las ecorregiones cercanas a las costas del Pacífico y del Golfo de California, donde la altitud no es mayor a los 400 m.s.n.m., se encontró una mayor riqueza de especies en la ecorregión Desierto de San Felipe ubicada frente al Golfo de California. Riqueza que se asocia a la diferencia intraespecífica de las tres localidades de muestreo.

La variabilidad interanual y temporal que se encontró entre las ecorregiones se asoció a las características de las ecorregiones y la fenología de cada especie.

Las diferencias en la composición de especies en las ecorregiones a nivel interespecífica e intraespecífica denotan la complejidad y diversidad en el estado de Baja California para la familia Calliphoridae.

Durante los dos años de muestreo, la mayor dominancia (D') se encontró en la ecorregión Desierto de San Felipe seguida de la ecorregión Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir. La diversidad (H') fue mayor en la ecorregión Chaparral/Matorral Costero y Matorral Costero Rosetófilo. Por otra parte, la ecorregión con mayor equitatividad (J') fue Matorral Costero Rosetófilo.

Calliphora latifrons, *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia sericata* se encontraron en las cinco ecorregiones, mostrando una amplia área de distribución y variabilidad estacional para dichas especies en el estado.

Las especies que sólo se han encontrado en la ecorregión Sierra Juárez—Sierra San Pedro Mártir son *Calliphora grahami*, *C. terraenovae*, *C. vomitoria* y *Comptosomyiops callipes* indicando un área de distribución limitada y podrían ser consideradas como especies indicadoras de hábitats.

Lucilia cuprina, especie sinantrópica, fue la única que no se encontró en la ecorregión Desierto Central, a su vez, en la ecorregión Matorral Costero Rosetófilo no se recolectaron a *Chrysomya megacephala* ni a *Phormia regina*. Las tres especies se encontraron sólo en cuatro de las cinco ecorregiones asociando el patrón de distribución a las características ambientales de las ecorregiones.

Literatura citada

- Adair, T. W., y Kondratieff, B. C. (2006). Three species of insects collected from an adult human corpse above 3300 m in elevation: a review of a case from Colorado. *Journal of forensic sciences*, 51(5), 1164-1165.
- Aldrich, J. M. (1930). New two-winged flies of the Family Calliphoridae from China. Smithsonian Institution. *Proceedings of the United States National Museum* 2844 78: 1-5.
- Alvarez Garcia, D. M., Pérez-Hérazo, A., y Amat, E. (2018). Spatial and Temporal Variation of the Blowflies Community (Diptera: Calliphoridae) From an Urban Area in Northern South America. *Journal of medical entomology*, 56(2), 464-471.
- Amendt, J., Krettek, R., y Zehner, R. (2004). Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, 91(2), 51-65.
- Anderson, G.S. (1995). The use of insect in death investigations: an analysis of cases in British Columbia over a five year period. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 28(4), 277-292.
- Anderson, G. S., y VanLaerhoven, S. L. (1996). Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Science*, 41(4), 617-625.
- Anderson, M. J., & Walsh, D. C. (2013). PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing?. *Ecological monographs*, 83(4), 557-574.
- Baumgartner, D. L. (1986). The hairy maggot blow fly *Chrysomya rufifacies* (Macquart) confirmed in Arizona. *Journal of Entomological Science*, 21(2), 130-132.
- Beltrán-Ontiveros, D., Munguía-Ortega, K. K., Rodarte-Venegas, D., Vergara-Pineda, S. (2013). Histología de los aparatos reproductores de la familia Calliphoridae. En: XLVIII Congreso Nacional de Entomología de la Sociedad Mexicana de Entomología. A.C. pp. 865-872.
- Brundage, A., Bros, S., y Honda, J. Y. (2011). Seasonal and habitat abundance and distribution of some forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) in Central California. *Forensic Science International*, 212(1-3), 115-120.
- Brundage, A., and J. H. Byrd. (2016). Forensic entomology in animal cruelty cases. *Vet. Pathol.* 53: 1–12.
- Byrd, J. H., & Butler, J. F. (1996). Effects of temperature on *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) development. *Journal of Medical Entomology*, 33(6), 901-905.
- Byrd JH, Castner, J.L. (2010). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, 705 pp.
- Carmo, R. F., Vasconcelos, S. D., Brundage, A. L., y Tomberlin, J. K. (2018). How do invasive species affect native species? Experimental evidence from a carrion blowfly (Diptera: Calliphoridae) system. *Ecological Entomology*.

- Charabidze, D., Gosselin, M., y Hedouin, V. (2017). Use of necrophagous insects as evidence of cadaver relocation: myth or reality?. *PeerJ*, 5, e3506.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology*, 18(1), 117-143.
- Clarke, K. R., and R. N. Gorley. (2001). Primer v.7. Primer-E, Plymouth, United Kingdom.
- CONABIO (2017). Delta del Río Colorado. Consultado en agosto de 2018 de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_011.html
- CONABIO (2017). Sierra de Juárez: Consultado en agosto de 2018 de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_012.pdf
- CONANP (2008). Programa de manejo. Área de protección de flora y fauna Valle de los Cirios. Consultado en agosto de 2018 de <http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/VCiriosProgramaManejo08.pdf>
- Cueva, A., Bullock, S. H., López-Reyes, E., y Vargas, R. (2017). Potential bias of daily soil CO₂ efflux Estimates due to sampling time. *Scientific reports*, 7(1), 11925.
- De Azeredo-Espin, A. M. L., y Lessinger, A. C. (2006). Genetic approaches for studying myiasis-causing flies: molecular markers and mitochondrial genomics. *Genetica*, 126(1-2), 111-131.
- De Jong, G. D., y Chadwick, J. W. (1999). Decomposition and arthropod succession on exposed rabbit carrion during summer at high altitudes in Colorado, USA. *Journal of Medical Entomology*, 36(6), 833-845.
- Delgadillo, J. (1998). Florística y ecología del norte de Baja California, corregida y aumentada. *Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California*.
- Delgadillo, J., y Rodríguez, J. D. (2004). El bosque de coníferas de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Instituto Nacional de Ecología.
- Delgado-Fernández, M., Escobar-Flores, J. G., y Franklin, K. (2017). El cardón gigante (*Pachycereus pringlei*) y sus interacciones con la fauna en la península de Baja California, Méxic. *Acta Universitaria*, 27(5).
- DIGAOHM (2017). Puerto de Bahía Colonet, B.C. Consultado en agosto de 2018 de <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioColonet.pdf>
- Dufek, M. I., Oscherov, E. B., Damborsky, M. P., y Mulieri, P. R. (2016). Assessment of the abundance and diversity of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in sites with different degrees of human impact in the Iberá Wetlands (Argentina). *Journal of medical entomology*, 53(4), 827-835.
- Dufek, M. I., Oscherov, E. B., Damborsky, M. P., y Mulieri, P. R. (2019). Calliphoridae (Diptera) in Human Transformed and Wild Habitats: Diversity and Seasonal Fluctuations in the Humid Chaco Ecoregion of South America. *Journal of medical entomology*, 56(3), 725-736.
- Echverri, M.I.W., C. R. Alvarez, S.E.H. Higueta, J.C.W. Idárraga, and M.M.E. FranC. (2010). *Lucilia eximia* (Diptera: Calliphoridae), una nueva alternativa para la terapia larval y reporte de casos en Colombia. *Iatreia*, 23(2), 107-118.

- Eggermont, H., y Verschuren, D. (2007). Taxonomy and diversity of Afroalpine Chironomidae (Insecta: Diptera) on Mount Kenya and the Rwenzori mountains, East Africa. *Journal of biogeography*, 34(1), 69-89.
- Feddern, N., Amendt, J., Schyma, C., Jackowski, C., y Tschui, J. (2018). A preliminary study about the spatiotemporal distribution of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) in the area of Bern, Switzerland. *Forensic science international*, 289, 57-66.
- Fiene, J. G., Sword, G. A., VanLaerhoven, S. L., y Tarone, A. M. (2014). The role of spatial aggregation in forensic entomology. *Journal of medical entomology*, 51(1), 1-9.
- Fleiss, J. L., Levin, B., & Paik, M. C. (2013). *Statistical methods for rates and proportions*. John Wiley & Sons.
- Förster, M., S. Klimpel, H. Mehlhorn, K. Sievert, S. Messler, and K. Pfeffer. (2007). Pilot study on synanthropic flies (e.g. Musca, Sarcophaga, Calliphora, Fannia, Lucilia, Stomoxys) as vectors of pathogenic microorganisms. *Parasitol. Res.* 101: 243-246.
- Fremdt, H., & Amendt, J. (2014). Species composition of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) and flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) through space and time. *Forensic science international*, 236, 1-9.
- Frontera Carrión, E. M., Pérez Martín, J. E., y Serrano Aguilera, F. J. (2017). Distribución de dípteros vectores en el suroeste español y consecuencias sanitarias debido a especies productoras de miasis invasoras y autóctonas.
- Godoy, W. A. C., Von Zuben, C. J., & Dos Reis, S. F. (1996). Larval dispersal in *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya putoria* and *Cochliomyia macellaria* (Dipt., Calliphoridae): ecological implications of aggregation behaviour. *Journal of Applied Entomology*, 120(1-5), 423-426.
- González, C. R., Llanos, L., Oses, C., y Elgueta, M. (2017). Calliphoridae from Chile: key to the genera and species (Diptera: Oestroidea). *Anales Instituto Patagonia (Chile)*. 45(3), 19-27.
- González-Abraham, C. E., Garcillán, P. P., y Ezcurra, E. (2010). Ecorregiones de la península de Baja California: una síntesis. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (87), 69-82.
- Greenberg B. (1971). *Flies and Disease, Vol. I: Ecology, classification and biotic association*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 856 p.
- Greenberg B. (1973). *Flies and Disease, Vol. II: Biology and Disease Transmission*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 447 p.
- Greenberg, B. (1988). *Chrysomya megacephala* (F.)(Diptera: Calliphoridae) collected in North America and notes on *Chrysomya* species present in the New World. *Journal of Medical Entomology*, 25(3), 199-200.
- Greenberg, B., y Kunich, J. C. (2002). *Entomology and the law: flies as forensic indicators*. Cambridge University Press. 306 pp.

- Guimarães, J. H. (1978). Three newly introduced blowfly species in Southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Rev Bras Entomol*, 22, 53-60.
- Hall, M., Wall, R. (1995). Myiasis of humans and domestic animals. *Adv. Parasitol.* 35, 257–334.
- Hammer, O. Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST. Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electrónica* (4)1: 9 pp.
- Hwang, C., y Turner, B. D. (2005). Spatial and temporal variability of necrophagous Diptera from urban to rural areas. *Medical and veterinary entomology*, 19(4), 379-391.
- James, M. T. (1955). *The blowflies of California (Diptera: Calliphoridae)*. University of California Press. Vol. 4, No. 1.
- Johnson, R. A., y Ward, P. S. (2002). Biogeography and endemism of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Baja California, Mexico: a first overview. *Journal of Biogeography*, 29(8), 1009-1026.
- Jones, N., Whitworth, T., y Marshall, S.A. (2019). Blow flies of North America: Keys to the subfamilies and genera of Calliphoridae, and to the species of the subfamilies Calliphorinae, Luciliinae and Chrysomyinae. *Canadian Journal of Arthropod Identification* 39: 191 pp. doi:10.3752/cjai.2019.39
- Kavazos, C. R., & Wallman, J. F. (2012). Community composition of carrion-breeding blowflies (Diptera: Calliphoridae) along an urban gradient in south-eastern Australia. *Landscape and Urban Planning*, 106(2), 183-190.
- Kutty, S. N., Pape, T., Wiegmann, B. M., & Meier, R. (2010). Molecular phylogeny of the Calyptratae (Diptera: Cyclorrhapha) with an emphasis on the superfamily Oestroidea and the position of Mystacinobiidae and McAlpine's fly. *Systematic Entomology*, 35(4), 614-635.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. John Wiley y Sons.
- Mañas-Jordá, S., León-Cortés, J. L., García-García, M. D., Caballero, U., y Infante, F. (2017). Dipteran Diversity and Ecological Succession on Dead Pigs in Contrasting Mountain Habitats of Chiapas, MexiC. *Journal of medical entomology*, 55(1), 59-68.
- Marinho, M. A. T., Junqueira, A. C. M., Paulo, D. F., Esposito, M. C., Villet, M. H., yamp; Azeredo-Espin, A. M. L. (2012). Molecular phylogenetics of Oestroidea (Diptera: Calyptratae) with emphasis on Calliphoridae: insights into the inter-familial relationships and additional evidence for paraphyly among blowflies. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 65(3), 840-854.
- Marshall, S. A. (2012). *Flies. The natural history and diversity of Diptera*.
- Marshall, S. A., Whitworth, T., y Roscoe, L. (2011). Blow flies (Diptera: Calliphoridae) of eastern Canada with a key to Calliphoridae subfamilies and genera of eastern North America, and a key to the eastern Canadian species of Calliphorinae, Luciliinae and Chrysomyiinae. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 11(11).

- Maya-Morales, J., Jiménez, M. L., Murugan, G., y Palacios-Cardiel, C. (2017). Four new genera of funnel-web spiders (Araneae: Agelenidae) from the Baja California Peninsula in Mexico. *The Journal of Arachnology*, 45(1), 30-66.
- Montoya, L., Augusto, G., Sanchez, R., David, J., and Wolff, M.E. (2009). Synanthropy of Calliphoridae (Diptera) From La Pintada, Antioquia-Colombia. *Rev. Colomb. Entomol.* 35:73-82.
- Moretti, T. D. C., y Godoy, W. A. C. (2013). Spatio-temporal dynamics and preference for type of bait in necrophagous insects, particularly native and introduced blow flies (Diptera: Calliphoridae). *Journal of medical entomology*, 50(2), 415-424.
- Nuorteva, P. (1963). Synanthropy of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Finland. In *Annales Entomologici Fennici* (Vol. 29, No. 1). Entomological Society of Finland.
- OEIDRUS (2011). Áreas naturales protegidas de Baja California. Consultado en agosto de 2018 <http://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/1940.pdf>
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Legendre, Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Michin, P.R., O'hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E., Wagner, H. (2019). Package 'vegan'. Community ecology package, version, 2.5-6, pp.1-295.
- Olea, M. S., Dantur Juri, M. J., Mulieri, P. R., Patitucci, L. D., Centeno, N. D., y Mariluis, J. C. (2012). Calliphoridae (Diptera) en parches de Selva Pedemontana con distinto grado de intervención antrópica en Tucumán (Argentina).
- Pape, T., Blagoderov, V., Mostovski, M., B. (2011). Order Diptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.Q. (Ed.), *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness*. Zootaxa. 3148, 222–229.
- Paraluppi, N. D. (1996). Calliphoridae (Diptera) da Bacia do Alto Rio Urucu, Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 13(3), 553-559.
- Patitucci, L. D., Mulieri, P. R., Schnack, J. A., & Mariluis, J. C. (2011). Species composition and heterogeneity of blowflies assemblages (Diptera: Calliphoridae) in urban–rural gradients at regional scale in Argentinean Patagonia. *Studies on neotropical fauna and environment*, 46(1), 49-58.
- Peinado, M. L., Alcaraz, F. J. A., Delgadillo, J., y Aguado, I. S. (1993). Fitogeografía de la península de Baja California, México. In *Anales del Jardín Botánico de Madrid* (Vol. 51, No. 2, pp. 255-277). Real Jardín Botánico.
- Peinado, M., F. Alcaraz, J. Delgadillo y Aguado, I. S. (1994). Phytogeography of the Baja California peninsula, México. *Anales Jard. Bot. Madrid* 51(2): 255-277
- Peinado, M., Bartolomé, C., Delgadillo, J., y Aguado, I. (1994). Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. *Acta Botánica Mexicana*, (29), 1-30.
- Pineda-López R. y J. R. Verdú FaraC. (2013). Cuaderno de Prácticas. Medición de la biodiversidad: diversidades alfa, beta y gamma. Universidad Autónoma de Querétaro y Universidad de Alicante. ISBN: 978-607-513-057-6. México. 120p.

- Rebman, J. P., Roberts, C. N. (2012). Baja California Plant Field Guide. (3rd ed.). San Diego Natural History Museum Publication. Sunbelt Publication. San Diego, CA.
- Rivas-Martínez, S. (1994). *Bases para una nueva clasificación bioclimática de la Tierra: (Bioclimatic classification. system of the World)*. Departamento de Biología Vegetal II (Botánica), Facultad de Farmacia, Universidad Complutense.
- Rocheftort, 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.
- Rodríguez Diego, J. G., Olivares Orozco, J. L., Sánchez Castilleja, Y., & Arece García, J. (2016). El Gusano Barrenador del Ganado, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae): un problema en la salud animal y humana. *Revista de Salud Animal*, 38(2), 120-130.
- Romero, S., García, J., Valdez, B., y Vega, M. (2010). Calidad del agua para actividades recreativas del Río Hardy en la región fronteriza México-Estados Unidos. *Información tecnológica*, 21(5), 69-78.
- Rosati, J. Y., y VanLaerhoven, S. L. (2007). New record of *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) in Canada: predicted range expansion and potential effects on native species. *The Canadian Entomologist*, 139(5), 670-677.
- Sabrosky, C. W., Bennett, G. F., y Whitworth, T. L. (1989). Bird blow flies (Protocalliphora) in North America (Diptera: Calliphoridae) with notes on Palearctic species. Smithsonian Institution Press.
- Saloña Bordas, M. I., Moneo Pellitero, J., yamp; Díaz Martín, B. (2009). Estudio sobre la distribución de califóridos (Diptera, Calliphoridae) en la Comunidad Autónoma del País VasC. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 33(1-2), 63-89.
- Sawabe, K., K. Hoshino, H. Isawa, T. Sasaki, T. Hayashi, Y. Tsuda, H. Kurahashi, K. Tanabayashi, A. Hotta, T. Saito, A. Yamada, and M. Kobayashi. (2006). Detection and isolation of highly pathogenic H5N1 avian influenza a viruses from blow flies collected in the vicinity of an infected poultry farm in Kyoto, Japan, 2004. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 75: 327-332
- Shahid, S.A., R.D. Hall, N.H. Haskell and R.W. Merritt. (2000). *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera:Calliphoridae) established in the vicinity of Knoxville, Tennessee, USA. *Journal of Forensic Sciences* 45(4): 896–897
- Singh, B., & Wells, J. D. (2013). Molecular systematics of the Calliphoridae (Diptera: Oestroidea): evidence from one mitochondrial and three nuclear genes. *Journal of Medical Entomology*, 50(1), 15-23.
- Smith, K.G.V. (1986). *A Manual of Forensic Entomology*. British Museum of Natural History, London and Cornell University Press, Ithaca.
- Stevens, J. R., y Wallman, J. F. (2006). The evolution of myiasis in humans and other animals in the Old and New Worlds (part I): phylogenetic analyses. *TRENDS in Parasitology*, 22(3), 129-136.
- Stevens, J. R., Wallman, J. F., Otranto, D., Wall, R., y Pape, T. (2006). The evolution of myiasis in humans and other animals in the Old and New Worlds (part II): biological and life-history studies. *TRENDS in Parasitology*, 22(4), 181-188.

- Tantawi, T. I., Whitworth, T. L., y Sinclair, B. J. (2017). Revision of the Nearctic *Calliphora* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae). *Zootaxa*, 4226(3), 301-347.
- Téllez, G. A., Acero, M. A., Pineda, L. A., y Castaño, J. C. (2012). Effect of maggot therapy on minimally necrotic tissues: characterization of larval enzymatic excretion/secretion. *Biomédica*, 32(3), 312-320.
- The Catalogue of Life Partnership. BioSystematic Database of World Diptera. Checklist dataset accessed via GBIF.org on 2018-07-19.
- Thompson, F.C. (2013). Nomenclator status statistics. In: The BioSystematic Database of World Diptera. Consultado en Agosto de 2017 de [WWW.document] <http://www.sel.barc.usda.gov/Diptera/names/Status/bdwdstat.htm>
- Turchetto, M., y Vanin, S. (2004). Forensic entomology and climatic change. *Forensic science international*, 146, S207-S209.
- Vargas-Terán, M., Hofmann, H. C., & Tweddle, N. E. (2005). Impact of screwworm eradication programmes using the sterile insect technique. In *Sterile insect technique*. Springer, Dordrecht. (pp. 629-650).
- Vasconcelos, S. D., Barbosa, T. M., y Oliveira, T. P. B. (2015). Diversity of forensically-important dipteran species in different environments in northeastern Brazil, with notes on the attractiveness of animal baits. *Florida Entomologist*, 770-775.
- Velásquez, Y. (2008). A checklist of arthropods associated with rat carrion in a montane locality of northern Venezuela. *Forensic Science International*, 174(1), 68-70.
- Walter, H. (1985). Introduction: the classification of ecological systems. In *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere* (pp. 1-18). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Whitworth, T. L. (2002). Two new species of North American *Protocalliphora* Hough (Diptera: Calliphoridae) from bird nests. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 104, 801-811.
- Whitworth, T. L. (2003). A new species of North American *Protocalliphora* Hough (Diptera: Calliphoridae) from bird nests. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 105, 664-673.
- Whitworth, T. (2006). Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*.
- Whitworth, T. (2010). Keys to the blow fly species (Diptera Calliphoridae) of America, north of Mexico. *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 581-625.
- Whitworth, T. (2014). A revision of the neotropical species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae). *Zootaxa*, 3810(1), 1-76.
- Whitworth, T. (2017). Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*.

- Whitworth, T., y Rognes, K. (2012). Identification of Neotropical blow flies of the genus *Calliphora* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae) with the description of a new species. *Zootaxa*, 3209(1), 1-27.
- Yang, S. T., Kurahashi, H., yamp; Shiao, S. F. (2014). Keys to the blow flies of Taiwan, with a checklist of recorded species and the description of a new species of *Paradichosia* Senior-White (Diptera, Calliphoridae). *ZooKeys*, (434), 57.
- Yusseff-Vanegas SZ. 2007. Efectos de la temperatura sobre el desarrollo de *Chrysomya rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae), dos especies importantes para la entomología forense en Puerto Rico. Thesis MS, Universidad de Puerto Rico, Mayaguez, 85 pp.
- Yusseff-Vanegas, S., y Agnarsson, I. (2016). Molecular phylogeny of the forensically important genus *Cochliomyia* (Diptera: Calliphoridae). *ZooKeys*, (609), 107.
- Yusseff-Vanegas, S. Z., y Agnarsson, I. (2017). DNA-barcoding of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) in the Caribbean Region. *PeerJ*, 5, e3516.
- Zabala, J., Díaz, B., y Saloña-Bordas, M. I. (2014). Seasonal blowfly distribution and abundance in fragmented landscapes. Is it useful in forensic inference about where a corpse has been decaying?. *PloS one*, 9(6), e99668.
- Zumpt, F. (1965). Myiasis in man and animals in the Old World. A textbook for physicians, veterinarians and zoologists. London, Butterworths, p. 267.

Anexos

Tabla 27.- Sitios de colecta por ecorregión en cada temporada. La latitud y longitud están representadas en grados decimales y se muestra la altura de cada trampa, altura promedio por sitio y ecorregión de los sitios de muestreos. Localidad: EM: El Mogor, PC: Punta Colonet, SJ: Sierra Juárez, SSPM: Sierra San Pedro Mártir, SC: Santa Catarina, CST: Cerro Santo Tomás, RH: Río Hardy, SF: San Felipe, PF: Punta Final. Ecorregiones: Eco 1: Chaparral/Matorral Costero, Eco 2: Matorral Costero Rosetófilo, Eco 3: Sierra Juárez–Sierra San Pedro Mártir, Eco 4: Desierto Central, Eco 5: Desierto de San Felipe.

TEM	FECHA	SITIO	ECO	AÑO	LAT	LONG	ALT	ALT	ALT	ALT P	ALT P
							T1	T2	T3	SITIO	ECO
VERANO 2017	15/08/2017	EM	1	1	32.03095	-116.60493	381	367	367	371.67	371.67
	31/08/2017	PC	2	1	31.00304	-116.28519	74	71	75	73.33	73.33
	19/08/2017	SJ	3	1	32.03111	-115.9332	1514	1645	1638	1599.00	846.83
	16/09/2017	SSPM	3	1	31.00714	-115.49409	2438	2440	2447	2441.67	2020.33
	30/08/2017	SC	4	1	29.59764	-115.22337	112	111	115	112.67	147.00
	29/08/2017	CST	4	1	29.59058	-114.50404	1411	1416	1412	1413.00	762.83
	20/08/2017	RH	5	1	32.11984	-115.25764	9	9	9	9.00	508.00
	22/08/2017	SF	5	1	31.10878	-114.89349	54	45	45	48.00	81.56
21/08/2017	PF	5	1	29.68228	-114.39918	184	189	190	187.67	81.56	
INVIERNO 2017-2018	06/12/2017	EM	1	1	32.03095	-116.60493	381	367	367	371.67	371.67
	28/11/2017	PC	2	1	31.08447	-116.27549	33	32	29	31.33	31.33
	04/01/2018	SJ	3	1	32.03111	-115.9332	1514	1645	1638	1599.00	2017.33
	11/29/2017	SSPM	3	1	31.06817	-115.47711	2310	2310	2434	2351.33	1975.17
	12/30/2017	SC	4	1	29.59841	-115.22446	112	110	109	110.33	761.67
	06/01/2018	CST	4	1	29.59058	-114.50404	1411	1416	1412	1413.00	761.67
	05/01/2018	RH	5	1	32.11922	-115.25658	4	6	4	4.67	102.00
	07/01/2018	SF	5	1	31.07305	-114.95943	197	214	212	207.67	133.22
06/01/2018	PF	5	1	29.68377	-114.40179	183	189	190	187.33	133.22	
PRIMAVERA 2018	22/05/2018	EM	1	2	32.03091	-116.60484	384	399	408.7	391.50	391.50
	07/05/2018	PC	2	2	31.08508	-116.27515	29	29	25	27.67	27.67
	24/04/2018	SJ	3	2	32.03111	-115.9332	1514	1645	1638	1599.00	1506.00
	06/05/2018	SSPM	3	2	31.00758	-115.47632	2434	2409	2427	2423.33	2011.17
	05/05/2018	SC	4	2	29.59836	-115.22443	108	102	102	104.00	46.67
	04/05/2018	CST	4	2	29.58823	-114.51321	1187	1196	1121	1168.00	426.78
	25/04/2018	RH	5	2	32.11918	-115.25777	13	7	5	8.33	341.44
	27/04/2018	SF	5	2	31.07371	-114.9567	205	207	209	207.00	134.22
4/26/2018	PF	5	2	29.68377	-114.40179	183	190	189	187.33	134.22	
VERANO 2018	31/08/2018	EM	1	2	32.03095	-116.60493	397	409	396	400.67	400.67
	25/08/2018	PC	2	2	31.08509	-116.27515	73	31	31	45.00	45.00

	3/09/2018	SJ	3	2	32.03079	-115.93304	1600	1615	1612	1609.00	1385.00
	24/08/2018	SSPM	3	2	31.00596	-115.47881	2435	2436	2436	2435.67	1379.78
	30/08/2017	SC	4	2	29.59752	-115.22454	78	109	97	94.67	550.83
	27/08/2018	CST	4	2	29.58801	-114.52922	1006	1010	1005	1007.00	550.83
	04/09/2018	RH	5	2	32.11984	-115.25764	9	9	9	9.00	102.89
	29/08/2018	SF	5	2	31.7472	-114.95692	185	190	186	187.00	125.78
	28/08/2018	PF	5	2	29.68382	-114.40176	180	182	182	181.33	125.78
INVIERNO 2019	30/1/2019	EM	1	2	32.03062	-116.60549	397	409	396	400.67	400.67
	26/1/2019	PC	2	2	31.08508	-116.27515	29	29	25	27.67	27.67
	9/1/2019	SJ	3	2	32.03033	-116.60212	1503	1514	1638	1551.67	1993.67
	25/1/2019	SSPM	3	2	31.00596	-115.47881	2435	2436	2436	2435.67	1993.67
	24/1/2019	SC	4	2	29.59752	-115.22454	1121	1196	1121	1146.00	620.33
	23/1/2019	CST	4	2	29.5884	-114.5183	78	109	97	94.67	247.67
	10/1/2019	RH	5	2	32.11984	-115.25769	185	205	202	197.33	128.44
	12/1/2019	SF	5	2	31.07548	-114.9571	185	190	186	187.00	128.44
	11/1/2019	PF	5	2	29.68382	-114.40176	1	2	0	1.00	367.56
PRIMAVERA 2019	06/06/2019	EM	1	2	32.03062	-116.60549	397	409	396	400.67	400.67
	08/05/2019	PC	2	2	31.08508	-116.27515	29	29	25	27.67	27.67
	24/04/2019	SJ	3	2	32.03033	-116.60212	1503	1514	1638	1551.67	823.17
	07/05/2019	SSPM	3	2	31.00596	-115.47881	2435	2436	2436	2435.67	1993.67
	06/05/2019	SC	4	2	29.59752	-115.22454	78	109	97	94.67	846.83
	05/05/2019	CST	4	2	29.5884	-114.5183	1121	1196	1121	1146.00	620.33
	25/04/2019	RH	5	2	32.11984	-115.25769	1	2	0	1.00	605.67
	28/04/2019	SF	5	2	31.07548	-114.9571	185	190	186	187.00	128.44
	26/04/2019	PF	5	2	29.68382	-114.40176	185	205	202	197.33	128.44

Familia		
Sarcophagidae		
Género		
<i>Ravinia</i>		
<i>R. planifrons</i> (Aldrich, 1916)	X	
Familia		
Scathophagidae		
Sarcophaginae		
<i>Chaetosa</i> (Coquilleett, 1898)		X
<i>C. palpalis</i>		

Tabla 29.- Listado de 26 especies reportadas para California, Estados Unidos y La Península de Baja California. **AC:** Área Central de California; **B.C:** Baja California; **B.C.S:** Baja California Sur; **CA:** California; **CSC:** Condado de Santa Clara; **L:** Condado de Lassen; **LA:** Los Ángeles; **M:** Montañas de California; **NC:** Norte de California; **P:** Condado de Plumas; **P. E.:** Presente estudio; **SB:** Santa Bárbara; **SC:** Sur de California * Especies invasoras, se reportan por primera vez en febrero de 1987 en La Paz, B.C.S., ** Especies colectadas por Whitworth en Baja California y que pertenecen a su colección personal. *** Especie rara, se registró en 10 condados de California, ver Whitworth, (2006). ****: Registros de colección personal de Sytle Stotelmyre Para revisar más localidades de los ejemplares recolectados por Whitworth en Norteamérica, revisar Tantawi et al. 2017 y Jones et al. 2019.

Especies	P.E.	Greenberg	Sabrosky et al.	Whitworth	Stotelmyre	James		Brundage	Tantawi et al.	Whitworth				Cumming
		1988	1989	2014	2019	1955	2011	2017	2017				2019	
				****	LA	SB	CSC	L y P	NC	AC	SC	M	LA	
	BC	BCS	BC	BCS	BC	CA		CA	CA	CA				CA
<i>Calliphora aldrichia</i>									X					
<i>Calliphora alaskensis</i>										X			X	
<i>Calliphora coloradensis</i>	X					X	X			X		X	X	X
<i>Calliphora grahami</i>	X					X	X			X	X	X	X	
<i>Calliphora latrifons</i> **	X				X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Calliphora livida</i>	X					X	X		X					X
<i>Calliphora terraenovae</i>	X					X	X			X	X		X	
<i>Calliphora vicina</i>						X						X		
<i>Calliphora vomitoria</i>	X					X	X	X		X	X			X
<i>Chrysomya megacephala</i> *	X	X			X									X
<i>Chrysomya rufifacies</i> *	X	X			X							X		X
<i>Cochliomyia macellaria</i>	X				X	X	X			X		X		X
<i>Comptosyiops callipes</i>	X					X	X	X		X	X	X		X
<i>Phormia regina</i>	X				X	X	X	X		X		X	X	X
<i>Lucilia coeruleiviridis</i>				X						X				
<i>Lucilia cuprina</i> **	X					X		X		X	X	X		X
<i>Luilia elongata</i>						X				X	X			
<i>Lucilia ilustris</i>										X				

Tabla 30.- Listado de las trece especies para las cinco ecorregiones del estado de Baja California, México durante los años agosto 2017 a junio 2019. Localidades correspondientes donde fueron recolectadas **EM:** El Mogor; **PC:** Punta Colonet, **SJ:** Sierra Juárez; **SSPM:** Sierra San Pedro Mártir; **SC:** Santa Catarina; **RH:** Río Hardy; **SF:** San Felipe; **CST:** Cerro Santo Tomás; **PF:** Punta Final.

Ecorregión								
Chaparral/ Matorral Costero		Matorral Costero Rosetófilo	Sierra de Juárez y Sierra San Pedro Mártir		Desierto Central	Desierto de San Felipe		
Eco 1		Eco 2	Eco 3		Eco 4	Eco 5		
Localidad								
EM	PC	SJ	SSPM	SC	CST	RH	SF	PF
Especies								
<i>Calliphora coloradensis</i>			X	X			X	
<i>Calliphora grahami</i>			X	X				
<i>Calliphora latifrons</i>	X	X	X	X	X		X	X
<i>Calliphora livida</i>	X		X	X				
<i>Calliphora terraenovae</i>			X	X				
<i>Calliphora vomitoria</i>			X	X				
<i>Chrysomya megacephala</i>	X		X			X	X	X
<i>Chrysomya rufifacies</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cochliomyia macellaria</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Comptosyiops callipes</i>				X				
<i>Phormia regina</i>	X		X	X		X	X	X
<i>Lucilia cuprina</i>	X	X	X	X			X	
<i>Lucilia sericata</i>	X	X	X	X	X		X	X

