



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Caracterización de los flebotominos (Diptera:  
Psychodidae: Phlebotominae) de la Estación  
de Biología de Chamela, Jalisco, México**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Bióloga**

**P R E S E N T A:**

**Yokomi Nisei Lozano Sardaneta**



**DIRECTOR DE TESIS:  
M. en C. Isabel Cristina Cañeda Guzmán  
2015**

Ciudad Universitaria, D. F.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias, UNAM, por brindarme lo necesario para desarrollarme como profesionalista.

A la Dra. Ingeborg Becker, quien dirige el laboratorio de Inmunoparasitología en la Unidad de Medicina Experimental (UME) de la Facultad de Medicina, así como a todo su equipo de trabajo, por permitirme hacer uso de las instalaciones y brindarme un espacio de trabajo agradable que me permitió concluir este trabajo, muchas gracias por su apoyo.

A la M. en C. Isabel Cristina Cañeda Guzmán (mi tutora), por adentrarme al maravilloso mundo de los flebotóminos y permitirme ser parte su equipo de trabajo, muchas gracias por todas tus enseñanzas, apoyo y comprensión.

Al Dr. Ángel Rodríguez Moreno, del Instituto de Biología, por darme la oportunidad de participar en el proyecto de Enfermedades Emergentes así como por todas sus enseñanzas en campo, y sus comentarios para mejorar este trabajo, muchas gracias por tú apoyo.

Al Dr. Gabriel Gutiérrez Granados, por sus enseñanzas, por su apoyo en todos los trámites y dudas durante este trabajo, muchas gracias.

Al M. en C. Rodrigo León Villegas, Diana Pérez Montiel y Lorena Alanilla Fonseca, por su apoyo durante el trabajo de campo, muchas gracias sin su ayuda no se hubiera realizado este trabajo.

Al técnico Marco Elías Gudiño-Zayas por su apoyo en el manejo de las técnicas de microscopía y procesamiento digital, que fueron de gran utilidad en este trabajo.

Al Dr. César A. Ríos Muñoz, por compartir su conocimiento en sistemas de información geográfica, por sus consejos, su apoyo durante la realización de este trabajo y por su compañía en el laboratorio, muchas gracias.

A Daniel Sokani Sánchez Montes, por sus ánimos, consejos y su apoyo durante la realización de este trabajo, mil gracias.

A Deborah Veranea Espinosa Martínez por tus enseñanzas y disposición para ayudarme y aclararme dudas cuando lo necesitaba, muchas gracias.

Al Dr. Eduardo Rebollar-Téllez, por todo su apoyo, por sus consejos para la identificación de flebotóminos, por ser parte del sinodo y por tomarme en cuenta para la realización de algunos proyectos, muchas gracias por todo.

Al Dr. Arturo García, Dra. Nora Galindo y M. en C. Alicia Rojas por todos sus comentarios que permitieron enriquecer este trabajo, muchas gracias.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e innovación Tecnológica (PAPIIT) por el financiamiento al proyecto titulado: Análisis de la dinámica y prevalencia de tres zoonosis emergentes en mamíferos pequeños silvestres en condiciones ambientales contrastantes, con clave: IN209314, el cual está a cargo el Dr. Víctor Manuel Guillermo Sánchez Cordero Dávila.

#### AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A Ileana Sardaneta Macias, por darme la vida, por toda su ayuda, por su esfuerzo y por su compañía durante todo este tiempo, muchas gracias, te amo infinitamente, sin ti nada de esto hubiera sido posible.

A Roberto Lozano Rodríguez, por su apoyo y por su amor. Te amo, como a nadie.

A Isidro Hernández Hernández, por compartir todo sus conocimientos conmigo, por toda tu ayuda durante este trabajo, sin ti muchas cosas no las hubiera podido realizar he aprendido muchas cosas de ti, muchas gracias.

A Ileana y Jeshua Cruz, por estar conmigo siempre, por su apoyo sus cuidados, sus consejos y críticas. Los amo mucho.

A Hiram Castro, por compartir tú conocimiento conmigo y ayudarme siempre que puedes, te quiero, muchas gracias.

A Ulisillos, por llegar, por ser especial y permanecer en mi vida a pesar de todo, te quiero mucho.

A Antonio Paz Martínez, por todo lo aprendido y compartido, muchas gracias por tu amistad, te quiero mucho.

A Uriel Garduño, por hacerme sonreír cada vez que te veo, por tu apoyo y por tu amistad, te quiero.

A Isaí Salas Gonzáles por ayudarme a realizar algunos análisis incluidos en este trabajo, por tú compañía y amistad, muchas gracias, te quiero.

A Lalo (Crisostomo), Sara, Maru, Eren, Paco, Ivet, Naie y Rodrigo, por su amistad, los quiero mucho.

A John y Mónica (Maty), por su amistad a lo largo de todo este tiempo, siempre me hacen reír, los quiero mucho.

A Paulina López, por todos los momentos compartidos, te quiero mucho.

A Aldo Merlo, por llegar a mi vida y ser como un rayo, te amo y te deseo lo mejor siempre.

A todas esas personas que eventualmente formaron parte de mi vida y ahora no están, muchas gracias por todo.

## DEDICATORIA

A MI MAMI (ILEANA SARNDANETA) POR BRINDARME TODO LO NECESARIO  
PARA CRECER TAN ALTO COMO QUIERA  
A LOS CRUCITOS (ILEANA Y JESHUA), ALEGRARME LA VIDA Y  
HACER DE MI MUNDO UN LUGAR MEJOR  
A MI PAPI (ROBERTO LOZANO) POR SU GRAN AMOR  
A ISI PORQUE CON SU LLEGADA TODO FUE MEJOR  
AL PAPI (CHICLES), CHENCHA, Y QUELA, POR SACAR LO MEJOR DE MÍ  
A PINO, POR TODO LO COMPARTIDO, SIEMPRE SERÁS ESPECIAL  
A LOS TODOS LOS ANIMALES CON FOTOTROPISMO POSITIVO,  
SIN SU EXISTENCIA ESTE TRABAJO NO SE HUBIERA REALIZADO

## ÍNDICE

1.	Planteamiento del problema	6
2.	Resumen	7
3.	Introducción	8
4.	Marco teórico	9
4.1	Generalidades de la subfamilia Phlebotominae	9
4.1.1	Taxonomía	9
4.1.2	Distribución de los géneros de Phlebotominae en América	9
4.1.3	Ciclo de vida de los flebotomíneos	10
4.2	Estructuras morfológicas para la identificación de Phlebotominae	13
4.2.1	Estados inmaduros	13
4.2.2	Estado adulto	14
4.2.2.1	Cabeza	15
4.2.2.2	Tórax	17
4.2.2.3	Abdomen	18
4.3	Estudios sobre flebotomíneos en México	21
5.	Objetivos	23
5.1	Generales	23
5.2	Específicos	23
6.	Estrategia metodológica	24
6.1	Área de estudio	24
6.2	Colecta de flebotomíneos	26
6.3	Montaje de los flebotomíneos	27
6.4	Determinación taxonómica	29
6.5	Registro Fotográfico	29
6.5.1	Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski)	29
6.5.2	Adquisición de micrografías digitales (Fotomicrografía digital)	30
6.5.3	Procesamiento digital de fotomicrografías y reconstrucción de la imagen	30
6.6	Elaboración de esquemas	30
6.7	Actualización y elaboración de mapas de ocurrencias geográficas en México de las especies colectadas en la EBCH.	30
6.8	Caracterización ecológica de las especies de flebotomíneos registrados en Jalisco.	31
7.	Resultados	33
7.1	Especies de flebotomíneos y abundancias relativas	33

7.2	Descripción taxonómica de las especies colectadas en EBCH.	33
7.2.1	Subfamilia Phlebotominae Rondani	36
7.2.2	Género <i>Brumptomyia</i> França & Parrot	36
7.2.3	Género <i>Lutzomyia</i> França	39
7.2.4	Subgénero <i>Lutzomyia (Dampfomyia)</i> Addis	39
7.2.4.1	<i>Lutzomyia dodgei</i> (Vargas y Díaz-Nájera)	39
7.2.5	Subgénero <i>Lutzomyia (Psathyromyia)</i> Barretto	45
7.2.5.1	<i>Lutzomyia shannoni</i> (Dyar)	46
7.2.6	Subgénero <i>Lutzomyia</i> grupo Dreiscachi	52
7.2.6.1	<i>Lutzomyia aclydifera</i> (Fairchild & Hertig)	53
7.2.7	Subgénero <i>Lutzomyia (Mycropygomyia)</i> Barretto	59
7.2.7.1	<i>Lutzomyia cayennensis</i> (Floch y Abonnenc)	60
7.2.7.2	<i>Lutzomyia cayennensis maciasi</i> (Fairchild & Hertig)	60
7.2.7.3	<i>Lutzomyia durani</i> (Vargas y Díaz-Nájera)	66
7.2.8	Subgénero <i>Lutzomyia (Helcocyrtomyia)</i> Barretto	72
7.2.8.1	<i>Lutzomyia vindicator</i> (Dampf)	73
8.	Clave pictográfica para identificar las especies de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) de Chamela, Jalisco.	81
8.1	Clave para la identificación de hembras.	81
8.2	Clave la identificación de machos	82
9.	Análisis de colinealidad de variables bioclimáticas y topográficas (VIF)	83
10.	Análisis de correlación de variables bioclimáticas y topográficas	83
11.	Comportamiento ecológico respecto a las variables con menor correlación	84
11.1	Bio2 (Rango de temperatura diurno medio)	84
11.2	Bio3 (Isotermalidad)	85
11.3	Bio9 (Temperatura media del trimestre más seco)	85
11.4	Bio10 (Temperatura media del trimestre más caliente)	88
11.5	Bio13 (precipitación del mes más húmedo)	88
11.6	Bio14 (Precipitación del mes más seco)	89
11.7	Bio15 (Estacionalidad de la precipitación)	91
11.8	Bio18 (Precipitación del mes más caliente)	91
11.9	Bio19 (Precipitación del trimestre más frío)	92
11.10	Índice Compuesto Topográfico	94
11.11	Pendiente	94
11.12	Altitud	95
12.	Discusión	97
	Especies de flebotomíneos: abundancia, prevalencia y distribución	97
13.	Conclusiones	103

14. Referencias _____	104
-----------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de los flebotomíneos _____	12
Figura 2. Diferentes patrones exocorionicos del huevo _____	14
Figura 3. A. Anatomía completa de un macho de la subfamilia Phlebotominae ____	16
Figura 4. Tórax de Phlebotominae _____	18
Figura 5. Abdomen de Phlebotominae _____	20
Figura 6. Ubicación de la Estación de Biología Chamela, Jalisco (EBCH) _____	25
Figura 7. Trampa de luz tipo CDC, utilizadas para la captura de los flebotomíneos _	27
Figura 8. <i>Brumptomyia</i> sp. ♀ _____	37
Figura 9. <i>Brumptomyia</i> sp. ♀ _____	38
Figura 10. <i>Lutzomyia dodgei</i> , ♂ _____	41
Figura 11. <i>Lutzomyia dodgei</i> , ♂ _____	42
Figura 12. <i>Lutzomyia dodgei</i> ♀ _____	43
Figura 13. <i>Lutzomyia dodgei</i> ♀ _____	44
Figura 14. Distribución de <i>Lutzomyia dodgei</i> en México _____	45
Figura 15. <i>Lutzomyia shannoni</i> , ♂ _____	48
Figura 16. <i>Lutzomyia shannoni</i> , ♂ _____	49
Figura 17. <i>Lutzomyia shannoni</i> , ♀ _____	50
Figura 18. <i>Lutzomyia shannoni</i> , ♀ _____	51
Figura 19. Distribución de <i>Lutzomyia shannoni</i> en México _____	52
Figura 20. <i>Lutzomyia aclydifera</i> , ♂ _____	55
Figura 21. <i>Lutzomyia aclydifera</i> , ♂ _____	56
Figura 22. <i>Lutzomyia aclydifera</i> , ♀ _____	57
Figura 23. <i>Lutzomyia aclydifera</i> , ♀ _____	58
Figura 24. Distribución de <i>Lutzomyia aclydifera</i> en México _____	59
Figura 25. <i>Lutzomyia cayennensis</i> , ♂ _____	62
Figura 26. <i>Lutzomyia cayennensis</i> ♂ _____	63
Figura 27. <i>Lutzomyia cayennensis maciasi</i> ♀ _____	64
Figura 28. <i>Lutzomyia cayennensis maciasi</i> , ♀ _____	65
Figura 29. Distribución de <i>Lutzomyia cayennensis</i> (♂) y <i>Lutzomyia cayennensis maciasi</i> (♀) en México _____	66



Figura 30. <i>Lutzomyia durani</i> , ♂	68
Figura 31. <i>Lutzomyia durani</i> , ♂	69
Figura 32. <i>Lutzomyia durani</i> , ♀	70
Figura 33. <i>Lutzomyia durani</i> , ♀	71
Figura 34. Distribución de <i>Lutzomyia durani</i> en México	72
Figura 35. <i>Lutzomyia vindicator</i> , ♂	74
Figura 36. <i>Lutzomyia vindicator</i> , ♂	75
Figura 37. <i>Lutzomyia vindicator</i> , ♀	76
Figura 38. <i>Lutzomyia vindicator</i> , ♀	77
Figura 39. Distribución de <i>Lutzomyia vindicator</i> en México	78
Figura 40. Alas de las hembras de flebotomíneos de la EBCH	79
Figura 41. Alas de machos de flebotomíneos de la EBCH	80
Figura 42. Análisis de correlación de variables, correlacionando las 19 capas bioclimáticas y las 3 topográficas.	84
Figura 43. Diagramas de cajas y bigotes del comportamiento ecológico de las 10 especies reportadas en Jalisco respecto a las variables bioclimáticas y topográficas: A. Bio2; B. Bio3; C. Bio9	87
Figura 44. Diagramas de cajas y bigotes del comportamiento ecológico de las 10 especies reportadas en Jalisco respecto a las variables bioclimáticas y topográficas: A. Bio10; B. Bio13; C. Bio14	90
Figura 45. Diagramas de cajas y bigotes del comportamiento ecológico de las 10 especies reportadas en Jalisco respecto a las variables bioclimáticas y topográficas: A. Bio15; B. Bio18; C. Bio19	93
Figura 46. Diagramas de cajas y bigotes del comportamiento ecológico de las 10 especies reportadas en Jalisco respecto a las variables bioclimáticas y topográficas: A. Índice compuesto topográfico; B. Pendiente; C. Altitud	96

#### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Flebotomíneos colectados en la EBCH durante cuatro muestreos (2011-2012)	34
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de los flebotomíneos colectados en la EBCH	35

## ANEXOS

Anexo 1. Distribución conocida de las especies registradas para Jalisco en otros estados de México _____	111
Anexo 2. Distribución de <i>Brumptomyia hamata</i> en México _____	112
Anexo 3. Distribución de <i>Brumptomyia mesai</i> en México _____	113
Anexo 4. Distribución de <i>Lutzomyia cruciata</i> en México _____	114
Anexo 5. Distribución de <i>Lutzomyia texana</i> en México _____	115
Anexo 6. Curva de acumulación de especies del muestreo. _____	116

## 1. Planteamiento del problema

El presente trabajo pretende responder las siguientes preguntas sobre los flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae): ¿Qué especies de flebotomíneos se distribuyen en la Estación de Biología de Chamela (EBCH), Jalisco?, ¿En qué otros estados de México se distribuyen estas mismas especies encontradas en la EBCH? y ¿Qué factores climáticos y topográficos caracterizan esta distribución? El responder a estas preguntas enriquecerá el conocimiento sobre la taxonomía, biología y ecología de esta subfamilia para el estado de Jalisco. Ya que en general, el conocimiento de ésta subfamilia está sesgado principalmente a lugares donde los flebotomíneos actúan como vectores transmisores de la leishmaniasis. Es por eso que hasta el momento en el estado de Jalisco sólo se han registrado tres especies pertenecientes al género *Lutzomyia*, pero aún no se conocen las especies de flebotomíneos que se distribuyen en la EBCH, Jalisco.

## 2. Resumen

Los flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) son dípteros nematóceros pequeños y delicados que se distinguen por su cuerpo revestido de sedas. La importancia de estos organismos se asocia principalmente a las hembras, que al ser hematófagas pueden transmitir virus, bacterias o protozoarios a sus hospederos. En México el conocimiento taxonómico, biológico y ecológico de esta subfamilia se ha desarrollado principalmente para el sureste del país.

El objetivo de éste trabajo fue caracterizar la fauna de flebotomíneos en la Estación de Biología Chamela, Jalisco (EBCH) y analizar las variables ambientales que influyen en la presencia de cada especie de flebotomíneo, tomando en cuenta su distribución conocida en México. Se realizaron cuatro colectas durante la época de secas (junio y noviembre, 2011; marzo y abril 2012) utilizando trampas de luz CDC por tres noches consecutivas (18-24 h). Se obtuvo un total de 163 flebotomíneos (130 hembras y 33 machos) que corresponden a dos géneros: *Lutzomyia* y *Brumptomyia*. Siendo *L. dodgei* la especie más abundante (52%) y dominante durante todas las colectas, seguida de *L. cayennensis* (24%). Por otro lado, *L. shannoni* (5.69%), *L. durani* (8.22%), *L. vindicator* (6.96%), *L. aclydifera* (2.53%) y *Brumptomyia* sp. (0.63%) fueron las especies raras al tener una prevalencia menor al 10%.

El análisis ambiental mostró que las características ecológicas de la distribución de las especies dominantes (*L. dodgei* y *L. cayennensis*) es inverso con respecto a la temperatura diurna media, precipitación, altitud y pendiente.

Finalmente, se concluye que aún es necesario realizar muestreos anuales que nos aporten información complementaria sobre la biología, taxonomía y ecología esta subfamilia.

### 3. Introducción

La subfamilia Phlebotominae Rondani, 1840 (Diptera: Psychodidae), agrupa a dípteros nematóceros pequeños y delicados que se distinguen por su cuerpo revestido de sedas o escamas, por la forma de las alas y la disposición de su venación. Estos dípteros muestran una gran variedad de hábitos y estilos de vida, con cierta dependencia a la humedad ambiental (Ibáñez-Bernal, 2000).

A nivel mundial esta subfamilia agrupa a seis géneros: *Chinus* Leng 1987, *Phlebotomus* Rondani & Berté 1840 y *Sergentomyia* França & Parrot 1920, para Europa, Asia, África y Australia mientras que *Brumptomyia* França & Parrot 1921, *Lutzomyia* França, 1924 y *Warileya* Hertig 1948, para América (Lewis *et al.*, 1997)

En México, se han registrado 50 especies de flebotomíneos, 48 son especies vivientes y dos son registros fósiles (Ibáñez-Bernal *et al.*, 2015). Las cuales son pertenecientes a los géneros *Brumptomyia* y *Lutzomyia* (Godínez-Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010). Sin embargo los estudios de esta subfamilia están enfocados principalmente al género *Lutzomyia* ya que incluye especies de importancia médica (Ibáñez-Bernal, 2000), que pueden transmitir al protozooario *Leishmania*, agente causal de los diferentes cuadros clínicos de leishmaniasis: cutánea, mucocutánea o visceral (Gullan y Cranston, 2000; Ibáñez-Bernal, 2000; Sharma y Singh, 2008; Tripathi *et al.*, 2007). Enfermedad que afecta principalmente a la población que se distribuye al sureste del país (Alvar *et al.*, 2012). Por tal motivo, el estudio de esta subfamilia este enfocado principalmente a especies transmisoras de *Leishmania* (Biagi *et al.*, 1965; González Rosas, 2010; Mikery-Pacheco *et al.*, 2012; Pech-May *et al.*, 2010; Peraza Herrera, 2009; Sánchez-García *et al.*, 2010; Sánchez-Tejeda *et al.*, 2001).

En consecuencia, los estudios sobre la taxonomía, biología y ecología del resto de las especies de los flebotomíneos que se distribuyen en México son escasos y aislados, por lo que aún quedan áreas geográficas inexploradas (Ibáñez-Bernal, 2000; Ibáñez-Bernal *et al.*, 2015).

Por lo anterior, en este trabajo se tiene como objetivo registrar que especies de la subfamilia Phlebotominae se distribuyen en la Estación de Biología de Chamela,

Jalisco (EBCH) y tomar en cuenta su caracterización biológica y ecológica durante diferentes fechas de colecta.

#### **4. Marco teórico**

##### **4.1 Generalidades de la subfamilia Phlebotominae**

###### **4.1.1 Taxonomía**

La subfamilia Phlebotominae, incluye seis géneros: *Chinus* Leng 1987, *Phlebotomus* Rondani & Berté 1840 y *Sergentomyia* França & Parrot 1920, para Europa, Asia, África y Australia; *Brumptomyia* França & Parrot 1921, *Lutzomyia* França, 1924 y *Warileya* Hertig 1948, para América (Lewis et al. 1977). No obstante la taxonomía de estos flebotomíneos ha tenido varias modificaciones con el tiempo debido a las propuestas de diversos autores, por ejemplo, Galati (1995, 2003) quien incluye a *Hertigia* Fairchild (1949) como un nuevo género dentro de la subfamilia Phlebotominae (Contreras Gutiérrez, 2013). Aunque Ibáñez (2000) menciona que éste debería ser considerado un subgénero de *Warileya*.

Por otro lado, varios autores han pretendido elevar a rango de familia a la subfamilia Phlebotominae, pero aún no existen argumentos suficientes que sustenten esta propuesta (Ibáñez-Bernal, 2000). Otro problema que se tiene para identificar a las especies es que en algunos casos no se conocen a los ejemplares adultos de ambos géneros (machos y/o hembras), además de que en la gran mayoría de las especies se desconocen todos los aspectos de los estadios inmaduros (Contreras Gutiérrez, 2013).

###### **4.1.2 Distribución de los géneros de Phlebotominae en América**

A nivel mundial se han registrado cerca de 900 especies de flebotomíneos, las cuales se distribuyen ampliamente en áreas tropicales y subtropicales a nivel del mar hasta los 3.200 m.s.n.m. (Contreras Gutiérrez, 2013; Young y Duncan, 1994).

En América el género *Warileya* agrupa ocho especies que se distribuyen desde Costa Rica hasta Bolivia; mientras que *Hertigia* es endémico de Costa Rica y Panamá. Característicamente ambos géneros no agrupan individuos hematófagos (Contreras Gutiérrez, 2013; Young y Duncan, 1994). En el caso de *Brumptomyia* se

han registrado 26 especies, las cuales se distribuyen desde el sur de México, hasta el norte de Argentina, principalmente en la zona neotropical. En donde las hembras presentan hábitos hematófagos preferencialmente hacia vertebrados silvestres (especialmente el armadillo), sin embargo no existe ninguna relación antropofílica (Ibáñez-Bernal, 2000).

Finalmente, el género *Lutzomyia* agrupa aproximadamente unas 380 especies, de las cuales algunas son de gran importancia en salud pública, ya que las hembras al ser hematófagas tienen la capacidad de transmitir patógenos a sus hospederos incluyendo al hombre (Godínez-Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994). La distribución de este género es muy amplia ya que pueden adaptarse a diversos ambientes, siendo principalmente de hábitats selváticos aunque también se pueden establecer en nichos modificados dados por: la deforestación, la creciente urbanización, cambio de uso de suelo, crecimiento demográfico así como la coinfección con el Virus de Inmunodeficiencia Humana [VIH] (Contreras Gutiérrez, 2013; González Rosas, 2007; Ready, 2013; Service, 1980; Tripathi *et al.*, 2007).

#### **4.1.3 Ciclo de vida de los flebotomíneos**

Los flebotomíneos pasan por cuatro fases de desarrollo: huevo, larva con 4 estadios, pupa y adulto. La temperatura óptima para su desarrollo se encuentra entre los 17°C a 31°C, por lo que a temperaturas mayores o menores afectarán su desarrollo (Contreras Gutiérrez, 2013; Zimmerman *et al.*, 1977).

Los huevos se desarrollarán entre 6 y 9 días después de la ingesta sanguínea (Contreras Gutiérrez, 2013). Estos serán ovopositados en lugares húmedos con abundante materia orgánica en descomposición, pero nunca en lugares propensos a inundaciones o directamente sobre el agua (Busvine, 1979; Service, 1980; Ward y Ready, 1975; Zimmerman *et al.*, 1977). Pueden ser ovopositados de forma aislada o en masa y aproximadamente son de 30 a 70 huevos por puesta. Cada huevo tiene una longitud de 0.3 a 0.5 mm (Contreras Gutiérrez, 2013). La coloración varía de castaño claro a oscuro. Son fusiformes, elongados y en la superficie externa (exocorion) pueden presentar diversos tipos de patrones en el exocorion dependiendo de la especie (Fig. 1), lo cual es considerado de importancia

taxonómica para separar algunas especies (Feliciangeli *et al.*, 1993; Nogueira De Almeida *et al.*, 2004; Oviedo y Feliciangeli, 2007; Service, 1980; Ward y Ready, 1975; Zimmerman *et al.*, 1977).

Probablemente, estos patrones diferentes del exocorion presentes en los huevos son el reflejo de adaptaciones funcionales para las condiciones microclimáticas en donde serán ovopositados (Ward y Ready, 1975; Zimmerman *et al.*, 1977). El primer estadio larval eclosionará en un intervalo de 4 a 20 días, dependiendo de las condiciones ambientales (Service, 1980).

Una vez que eclosionó la larva, esta madurará en un periodo de 18 a 31 días. Éstas se caracterizan por ser vermiformes, con cuerpo alargado cubierto con protuberancias y ventralmente aplanadas; presentan 12 segmentos: tres torácicos y nueve abdominales; además de que poseen un aparato bucal masticador que le permite alimentarse de hongos, hojas secas, heces y cadáveres de algunos artrópodos (Contreras Gutiérrez, 2013; Service, 1980).

La larva de primer estadio es de color blancuzco, con una cápsula cefálica esclerotizada la cual se diferencia del resto del cuerpo, además presentan un par de sedas caudales delicadas. Las larvas de segundo (II), tercero (III) y cuarto estadio (IV), del género *Lutzomyia* presentan dos pares de sedas caudales, mientras que las de *Brumptomyia* y *Phlebotomus* presentan un solo par (Contreras Gutiérrez, 2013; Ibáñez-Bernal, 2000).

La larva IV (Fig. 1), mide de 4 a 6 mm de largo y se diferencia por tener un esclerito oscuro en el dorso del octavo segmento abdominal; su cuerpo es grisáceo o amarillento y los primeros segmentos abdominales con pequeños pseudópodos (Ibáñez-Bernal, 2000; Service, 1980).

El último estadio larvario tiene el tórax abultado y deja de alimentarse para refugiarse y formar la en pupa (Fig. 1). Es de color dorado o pardo, de 2 a 4 mm de longitud, es vermiforme, carece de cerdas y está anclada al sustrato por medio del último segmento abdominal que le permite conservar una posición erecta (Contreras Gutiérrez, 2013).



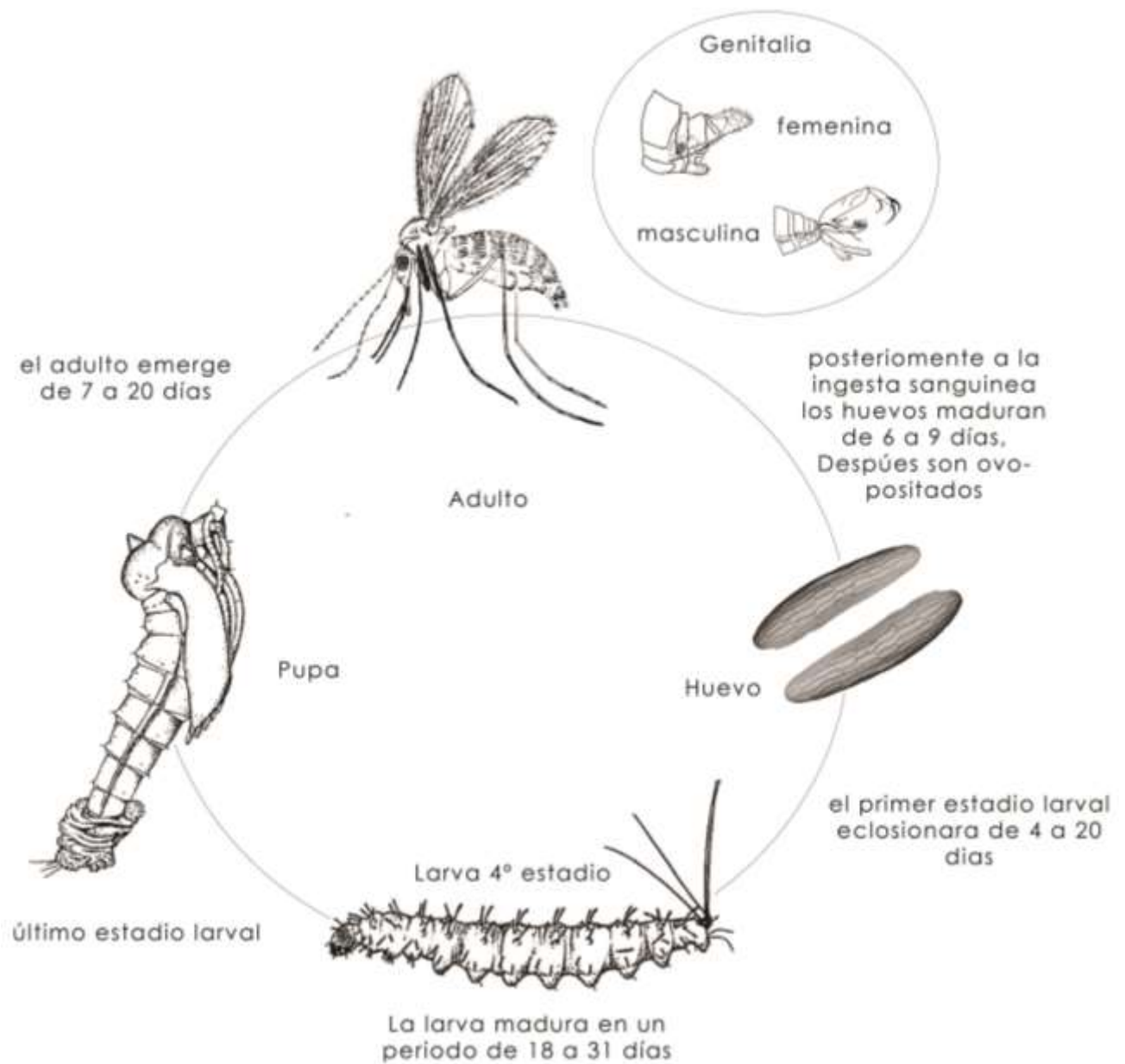


Figura 1. Ciclo de vida de los flebotomíneos. Dibujos tomados de: Costa et al., 2012 , Young y Duncan (1994), Ibáñez-Bernal (2000), Galati (2009) y [http://lis-upmc.snv.jussieu.fr/xper2/basesHtml/phlebotominae\\_es/web/descriptors/Sexo.html](http://lis-upmc.snv.jussieu.fr/xper2/basesHtml/phlebotominae_es/web/descriptors/Sexo.html)

El adulto (Fig. 1) emerge de siete a 20 días (Service, 1980), estos se caracterizan por ser dípteros nematóceros, cubiertos de sedas y escamas (Fig. 1); miden de 1.5 a 5 mm de longitud (Ibáñez-Bernal, 2000), su coloración va desde amarillo, gris plateado a casi negro (Busvine, 1979; Service, 1980) y están

conformados por tres tagmas: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza presentan un par de ojos grandes y piezas bucales cortas e incóspicuas que consisten de un labro, un par de mandíbulas y maxilas, la hipofaringe y labios carnosos adaptados para alimentarse de néctar de plantas o coccidios. Las hembras también son telmófagas, es decir que se alimentaran de sangre cortando con su aparato bucal la piel del vertebrado hasta romper los vasos sanguíneos, con la finalidad de madurar los huevos (Contreras Gutiérrez, 2013; Ibáñez-Bernal, 2000).

Tanto en machos como hembras, presentan antenas largas y compuestas por 14 flagelómeros. Cada uno de estos con un par de ascoides y pequeñas sedas.

El tórax presenta tres pares de patas largas y delgadas. Las alas son lanceoladas (Busvine, 1979; Service, 1980), revestidas de sedas finas y el lóbulo anal reducido así como venas rudimentarias transversales (Ibáñez-Bernal, 2000). Tienen un vuelo corto y silencioso, sin embargo se ha reportado que pueden volar en un intervalo de 280 m hasta los 2 km (Contreras Gutiérrez, 2013), aunque en general, las hembras tienen poca capacidad de vuelo, por lo que se encuentran cerca de sus refugios (Busvine, 1979).

Su actividad es crepuscular y/o nocturna (aproximadamente de las 16:00 pm hasta las 07:00 am); por lo que es común encontrarlos cerca de troncos caídos, envés de las hojas, madrigueras, cuevas u otros lugares protegidos de los rayos directos del sol, donde la humedad relativa sea alta (Ibáñez-Bernal, 2000).

## **4.2 Estructuras morfológicas para la identificación de Phlebotominae**

### **4.2.1 Estados inmaduros**

Los estados inmaduros son los menos estudiados por lo que aún se desconocen muchos detalles (Ibáñez-Bernal, 2000).

No obstante, algunos estudios han descrito 12 tipos de patrones en el exocorion del huevo (Fig. 2A) en 61 especies del género *Lutzomyia*, de las cuales ocho son los patrones básicos (poligonal, crestas paralelas no conectadas, montaña o volcán, crestas paralelas conectadas, reticular, elíptico, verrugoso y disperso) y los otros cuatro son combinaciones de estos (Felicianceli *et al.*, 1993; Nogueira De Almeida *et al.*, 2004; Oviedo y Feliciangeli, 2007; Ward y Ready, 1975; Zimmerman *et al.*, 1977). Por otro lado, Fausto *et al.*, 1998, consideran la importancia

del sistema espiracular del huevo, ya que sugieren que su forma puede estar altamente relacionado con el ambiente.

En cuanto a los estadios larvarios, algunos autores sugieren el uso de los patrones morfológicos sobre la quetotaxia (Fig. 2B), principalmente de la larva de cuarto estadio son de utilidad taxonómica (Arrivillaca et al., 1999; Cazarla et al., 2010; Montes de Oca-Aguilar et al., 2014).

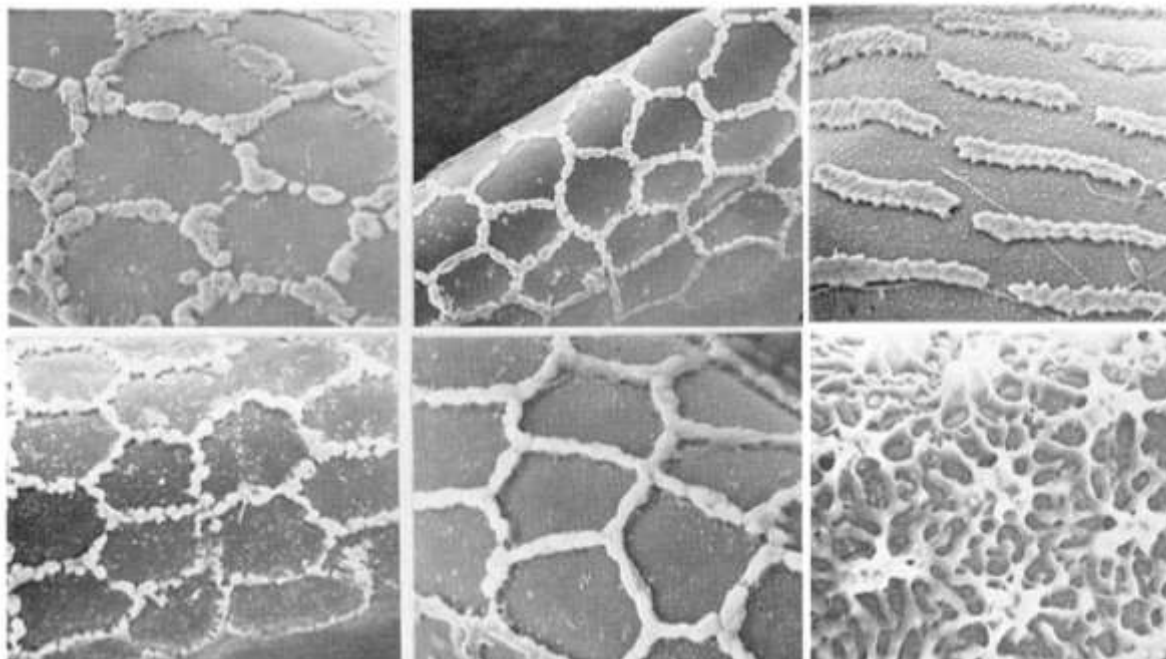


Figura 2. Diferentes patrones exocorionicos del huevo. Esquemas tomados y modificados de Ward & Ready (1975).

#### 4.2.2 Estado adulto

Los flebotomíneos adultos pueden ser reconocidos por el tamaño, la apariencia del cuerpo; el tamaño de los ojos y las patas, no obstante se requiere de conocimiento especializado y de la examinación minuciosa tanto de hembras como de machos para su clasificación. Por lo que se toma en cuenta tanto su morfología externa como interna. Los caracteres que son de gran valor taxonómico son: la armadura cibarial, el arreglo de los dientes, las características de la faringe; la forma y tamaño de los flagelómeros y los ascoides, la forma de las alas y la venación. Así como la forma de la espermateca en hembras y la forma de la

genitalia en machos. A continuación se enfatizarán los aspectos taxonómicos para cada tagma.

#### **4.2.2.1 Cabeza**

La cabeza (Fig. 3) puede ser redonda o piriforme. Presentan ojos compuestos que suelen cubrir la mayor parte de la superficie cefálica, sin puente ocular y pueden ser redondos u ovalados (Ibáñez-Bernal, 2000). Algunos géneros presentan un esclerosamiento entre los ojos, denominada sutura interocular, la cual puede estar completa en *Brumptomyia* y *Warileya* o incompleta en *Lutzomyia* (Contreras Gutiérrez, 2013; Ibáñez-Bernal, 2000). Por debajo de las inserciones antenales se observa una sutura fronto-clipeal que limita al clípeo, este puede ser relativamente pequeño o ligeramente alargado hacia abajo; en este esclerito se articula el labro, que forma parte de las estructuras bucales (Ibáñez-Bernal, 2000).

La probóscide de los flebotomíneos varía según el sexo, en las hembras es tan larga como la altura de la cabeza, mientras que en los machos suele ser de menor tamaño. Las piezas bucales son: el labro, un par de mandíbulas, un par de maxilas, la hipofaringe y cubriendo estos estiletes el labio. El palpo maxilar tiene cinco artejos (Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994). Las antenas se encuentran entre los ojos compuestos, justo por encima de la sutura fronto-clipeal y son más largas que la cabeza, en ocasiones más largas que todo el cuerpo. Se encuentra constituida por el escapo, el pedicelo (estructura globular que alberga el órgano de Johnston) y un flagelo multiarticulado que se compone de 10 a 14 flagelómeros, con formas cilíndricas, piriformes, de barril o nodiformes; siendo el último flagelómero, el que presenta en su ápice un adelgazamiento (apículo). Comúnmente estos artejos tienen un par de sensilas membranosas de pared delgada que cambian de forma y disposición, denominados ascoides, que son de importancia taxonómica (Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994).

En el interior de la cabeza, se puede observar en la parte superior la faringe, la cual puede presentar espículas, estrías u ornamentaciones con un valor taxonómico. Como una extensión del conducto alimenticio existe una estructura tubular esclerosada denominada cibario. Este puede tener la presencia completa, incompleta o la ausencia de un arco cibarial esclerosado, así como de un área

pigmentada. En el cibario observamos la presencia de diferentes tipos de dientes (horizontales, verticales o laterales) que cambian de forma, número y disposición, según la especie. En machos pocas veces están definidos, pero generalmente están ausentes (Contreras Gutiérrez, 2013; Ibáñez-Bernal, 2000).

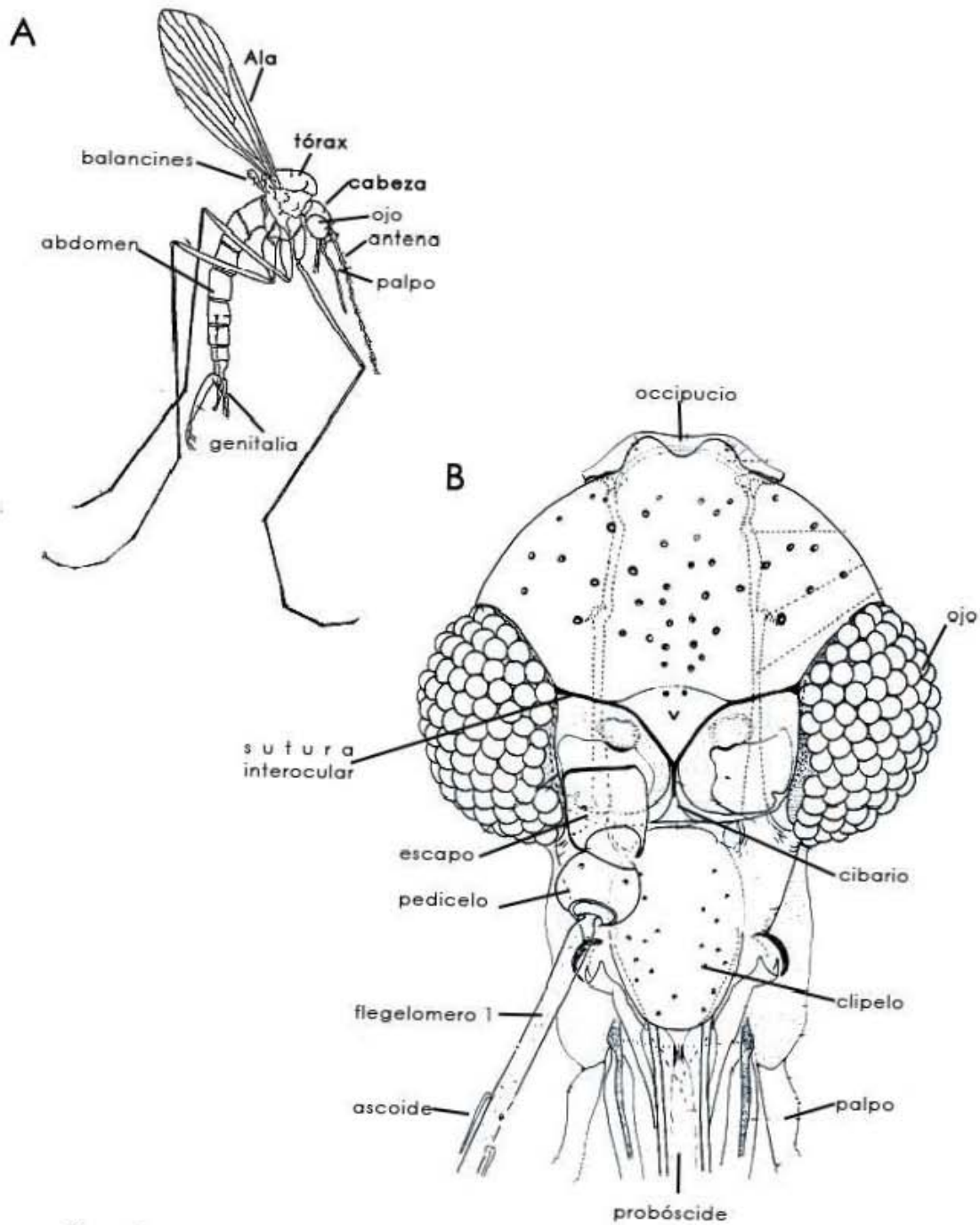


Figura 3. A. Anatomía completa de un macho de la subfamilia Phlebotominae. B. Estructuras de la cabeza. Esquemas tomados y modificados de Galati (2003) y Abonnenc (1972).

#### **4.2.2.2 Tórax**

El tórax (Fig. 4) se divide en protórax, mesotórax y metatórax. El protórax se compone de un pronoto (éste rodea el cuello y dorsoventralmente puede llevar sedas) y una pleura (en la cual se articula la coxa del primer par de patas). El mesotórax se compone dorsalmente del mesonoto el cual se encuentra dividido en tres placas: el escudo, escudete y postnoto. El metatórax se compone del metanoto el cual se encuentra proyectado internamente en el abdomen hasta el segundo o tercer segmento abdominal. Las patas se segmentan en: coxa (larga y casi cilíndrica), trocánter, fémur, tibia, tarso pentarticulado el cual posee un par de uñas y cojinetes pequeños. Estas tienen poco valor taxonómico pero son útiles para diferenciar a las subfamilias.

Las alas se distinguen por estar en forma erecta sobre el cuerpo cuando están en reposo. Se caracterizan por presentar venas longitudinales con diferente disposición: la vena costal (C) con una ruptura muy cerca de la base del ala; la vena subcostal (Sc) corta y libre en su ápice, con la vena transversal Sc-r presente. La vena radial (R) por lo general con cinco ramas y la vena media (M) con tres ramas. La vena cubital anterior (CuA) con dos ramas y la vena cubital anterior dos (CuA<sub>2</sub>) en ocasiones cortas. La vena anal (A) casi siempre no desarrolladas (Ibáñez-Bernal, 2000).

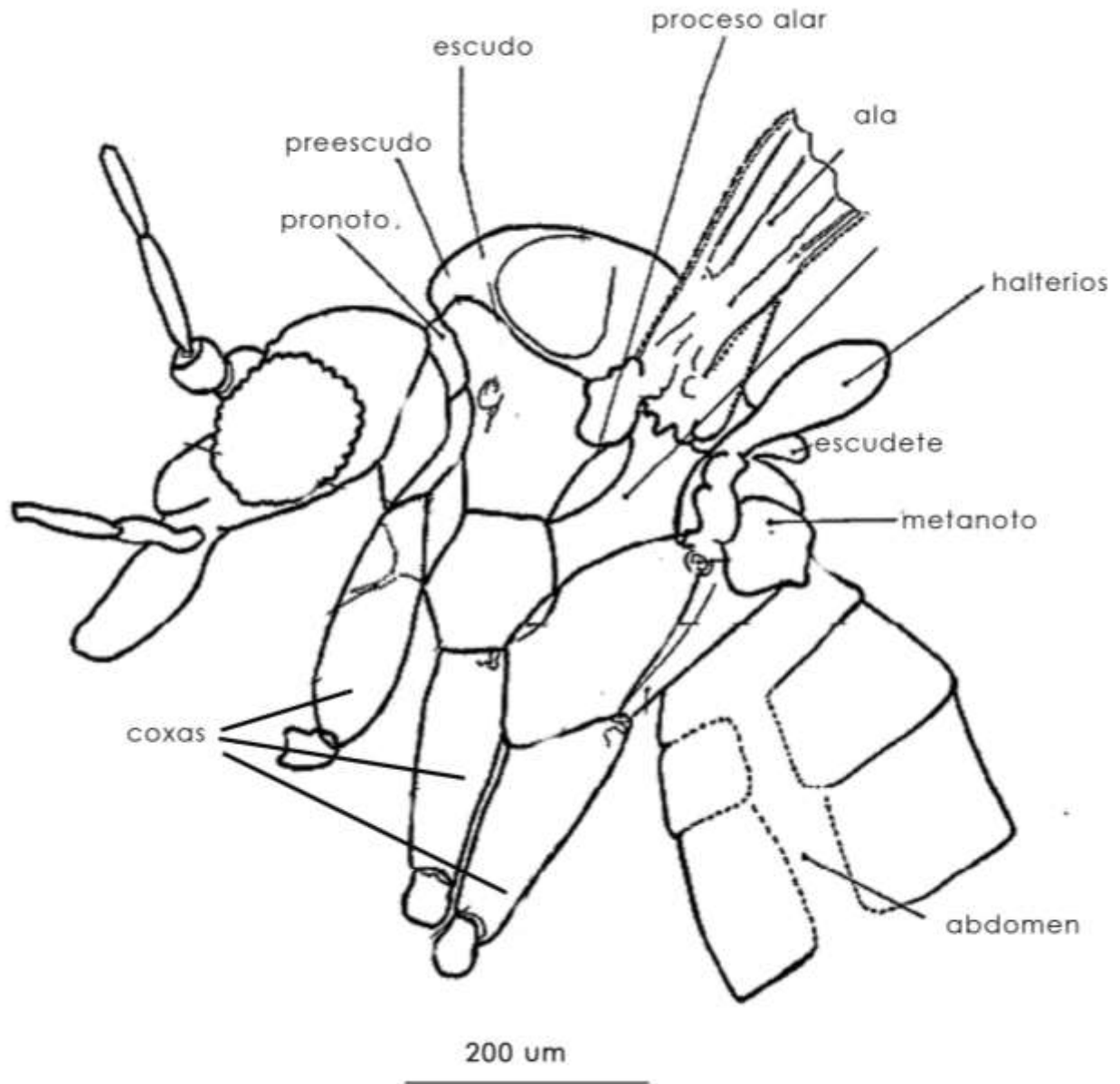


Figura 4. Tórax de Phlebotominae. Tomado y modificado de Abonnenc (1972).

#### 4.2.2.3 Abdomen

El abdomen (Fig. 5) se encuentra constituido por diez segmentos, los tres últimos modificados constituyendo la genitalia de machos y hembras (Contreras Gutiérrez, 2013).

La genitalia masculina de los Phlebotominae está compuesta externamente por: un gonopodio, edeago, parámero y lóbulo lateral. El gonopodio está constituido del gonocoxito y el gonostilo. Es una estructura variable en forma, tamaño y ornamentaciones, por lo que es de importancia taxonómica. El gonocoxito, es grande y en la parte media se encuentra con el gonostilo el cual da soporte a un número variable de espinas accesorias (Contreras Gutiérrez, 2013; Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994). El edeago consiste de dos conos laterales muy esclerosados por cuyo extremo salen dos conductos eyaculadores (Ibáñez-Bernal, 2000). El parámero tienen formas variables y puede presentar la inserción de sedas, tubérculos y/o espinas; generalmente es de mayor tamaño que el edeago aunque pueden estar fusionados y formar una vaina edeagal ventral o completa. El lóbulo lateral varía en cuanto a longitud y forma (Contreras Gutiérrez, 2013; Ibáñez-Bernal, 2000). Internamente, se observa la bomba eyaculadora, los conductos eyaculadores y un apodema eyacular (Ibáñez-Bernal, 2000).

En cuanto a los genitales femeninos la forma y tamaño de la placa genital, así como la morfología del noveno esternito y de las espermatecas tienen gran importancia taxonómica (Ibáñez-Bernal, 2000). Internamente se observa un par de espermatecas, las cuales pueden tener formas y tamaños variables según la especie. Estas se conectan por medio de conductos individuales a un conducto común. De forma adyacente se encuentra una estructura fuertemente esclerotizada conocida como furca genital (Contreras Gutiérrez, 2013; Ibáñez-Bernal, 2000).



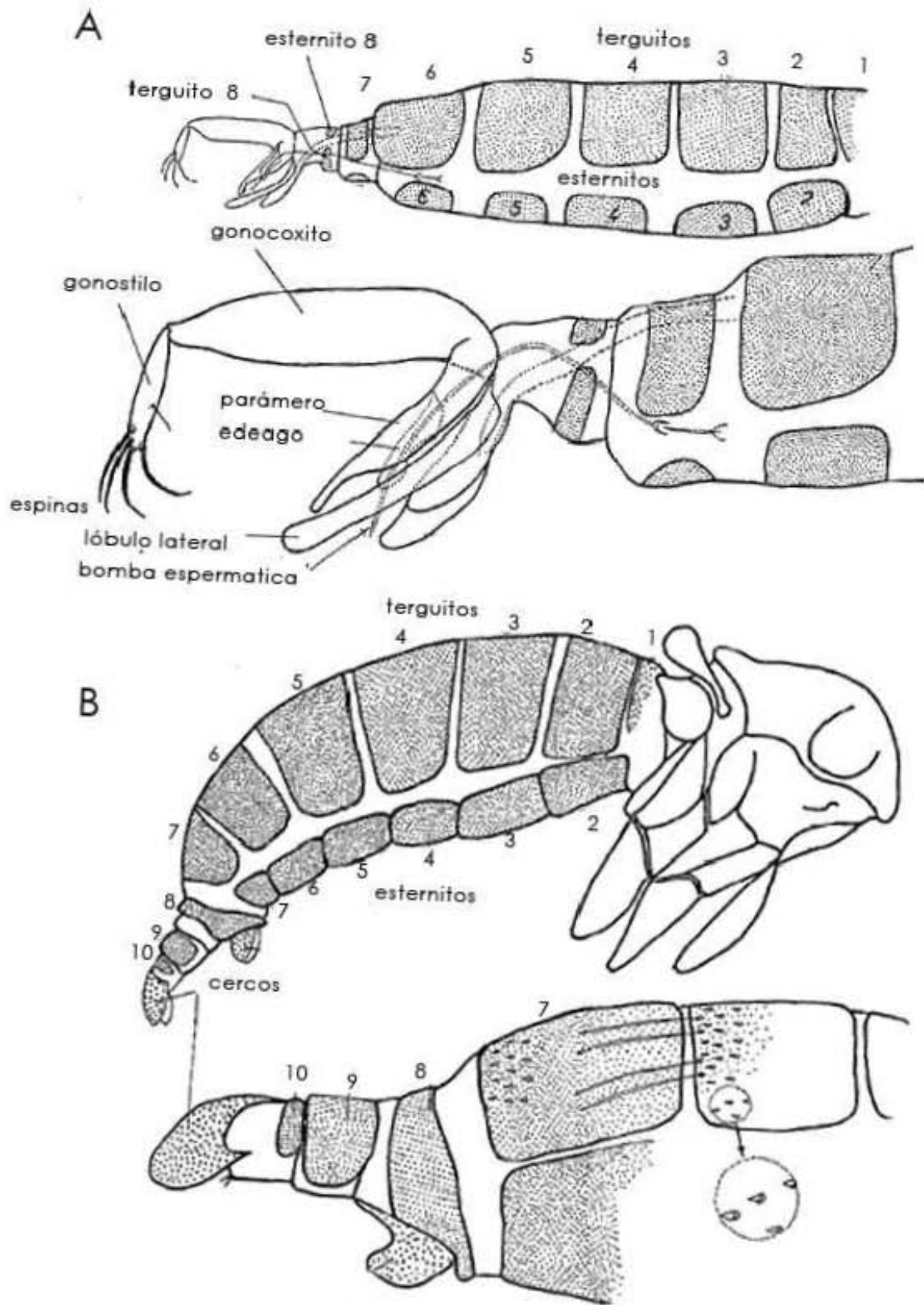


Figura 5. Abdomen de Phlebotominae. A. Morfología del abdomen macho. B. Morfología del abdomen de la hembra. Esquemas tomados y modificados de Abonnenc (1972).

### 4.3 Estudios sobre flebotomíneos en México

En México, se reportó por primera vez la presencia *Leishmania* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) en 1912, agente causal de la leishmaniasis que afectaba principalmente el pabellón auricular de los trabajadores del chicle en la península de Yucatán (Seidelin, 1912). Pasaron más de 40 años para identificar algunas de las especies vectoras que participan en la transmisión de esta enfermedad. Algunos de los trabajos pioneros sobre flebotomíneos comenzaron con Biagi y de Biagi (1952). Pero fue hasta 1965, cuando Biagi *et al.*, registraron por primera vez la infección natural de *Lutzomyia olmeca olmeca* (*Phlebotomus flaviscutellatus*) con *Leishmania mexicana* en Carrillo Puerto, Quintana Roo. En este estudio, incriminan a *Lu. olmeca olmeca* como el vector responsable de transmitir la enfermedad a humanos. Además, registraron otras dos especies muy abundantes: *L. cruciata* y *L. shannoni*, aunque ningún ejemplar de estas especies fue encontrada infectada con *Leishmania* (Biagi *et al.*, 1965).

Entre los estudios taxonómicos que se han realizado hasta el momento, destaca principalmente el trabajo realizado por Young y Duncan (1994) quienes publicaron una guía para la identificación y distribución de flebotomíneos pertenecientes al género *Lutzomyia* en México, así como para otras partes del continente Americano (Young y Duncan, 1994). Este trabajo sirvió de base para muchos otros y aún sigue siendo de gran utilidad para la identificación de flebotomíneos en América. Posteriormente, Ibáñez-Bernal realizó un trabajo taxonómico exhaustivo con lo cual realizó claves taxonómicas de hembras y machos para la subfamilia Phlebotominae principalmente para México, así como la descripción de nuevas especies (Ibáñez-Bernal, 2005a, 2005b, 2002, 2001, 2000, 1999; Ibáñez-Bernal *et al.*, 2015, 2004). Por otro lado, gran parte del material analizado y estudiado lo incorporó a la Colección de Artrópodos de Importancia Médica (CAIM) del Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (InDRE).

En el 2010 Godínez-Álvarez e Ibáñez-Bernal realizaron una revisión de las diferentes especies que se distribuyen en México así como de los estados en los cuales se ha colectado, resumiendo que hay un total de 48 especies de flebotomíneos colectados en 20 estados (Godínez-Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010).

Sin embargo en el 2015, Ibáñez-Bernal *et al.*, menciona que son 48 especies vivientes y que existen dos especies fósiles por lo que en total son 50 especies para México.

Por otro lado, para la Península de Yucatán se han analizado diferentes aspectos ecológicos, enfatizando en la distribución y abundancia estacional de las especies de flebotomíneos así como la tasa de picadura (Biagi *et al.*, 1965; May-Uc *et al.*, 2011; Montes de Oca-Aguilar *et al.*, 2013; Rebollar-Téllez, 1995; Rebollar-Téllez *et al.*, 2004, 1996; Rebollar-Téllez *et al.*, 2006, 2005). Además de que recientemente se han incluido estudios moleculares para la detección e identificación de la infección con *Leishmania* (Mikery-Pacheco *et al.*, 2012; Pech-May *et al.*, 2010; Sánchez-García *et al.*, 2010; Sánchez-Tejeda *et al.*, 2001).

Otros aspectos que se han involucrado en los estudios con flebotomíneos es la predicción de nichos ecológicos potenciales para especies que han sido incriminadas o son sospechosas de la transmisión de *Leishmania*. Esta metodología utiliza diferentes algoritmos que calculan la probabilidad de encontrar a cierta especie en algún sitio no estudiado, utilizando básicamente solo la información de bases de datos (González *et al.*, 2010; González Rosas, 2007; Moo-Llanes *et al.*, 2013).

Por otro lado, los estudios sobre flebotomíneos en el estado de Jalisco son pocos y hasta el momento sólo se han registrado tres especies: *L. dodgei* colectada en el municipio Purificación; *L. cruciata* en el municipio de Santa María del Oro, Panales y en el municipio Aranda en la Cieneguita y finalmente *L. texana* en el municipio de Autlán (Godínez-Álvarez and Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2005a, 2000; Moo-Llanes *et al.*, 2013). De las cuales *L. cruciata* y *L. texana* son dos especies de amplia distribución en México, además de que *L. cruciata* es considerada vector sospechoso de leishmaniasis (Ibáñez-Bernal, 2000; Pech-May *et al.*, 2010; Sánchez-García *et al.*, 2010). Hasta el momento en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco (EBCH), no hay ningún estudio sobre flebotomíneos.

## **5. Objetivos**

### **5.1 Generales**

- Caracterizar la composición de las especies de flebotomíneos (Diptera: Phlebotominae), que se distribuyen en la Estación de Biología Chamela, Jalisco (EBCH).

### **5.2 Específicos**

- Identificar a los flebotomíneos.
- Generar una clave pictográfica de los ejemplares colectados.
- Analizar la variación en la composición de los flebotomíneos en las diferentes fechas de colecta.
- Generar mapas de la distribución conocida, para las especies encontradas.
- Realizar un perfil bioclimático para caracterizar ecológicamente la distribución de las especies colectadas en la EBCH así como de las que previamente estaban reportadas para Jalisco.

## **6. Estrategia metodológica**

### **6.1 Área de estudio**

Este estudio se realizó en la Estación de Biología Chamela (EBCH), la cual forma parte de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (Fig. 6). Se localiza en la costa del Pacífico mexicano, en el estado de Jalisco. La EBCH se encuentra en la zona intertropical del hemisferio norte a 19° 29' latitud N y 105° 01' longitud O y tiene un área de 3, 37 ha. La altitud varía de 9 a 500 m.s.n.m. y la topografía consiste en laderas y cursos de agua temporales (García-Oliva et al., 2002).

El clima es templado subhúmedo, cálido subhúmedo, seco y semiseco. Existe una marcada estacionalidad a lo largo del año presentando dos temporadas: lluvias (julio-octubre) y secas (noviembre-junio). La temperatura promedio es de 22 a 26°C y la precipitación promedio mensual es de 748 mm. Su flora es muy diversa y con gran número de endemismos, de los cuales encontramos predominantemente: bosques de coníferas y encinos; selva baja caducifolia distribuida en lomeríos; con un estrato arbóreo que alcanza alturas entre los 4 y 15 m, un estrato arbustivo que se despliega sobre todo en las laderas y un estrato herbáceo que se desarrolla solamente durante la temporada de lluvias; selva mediana perennifolia distribuida en las cercanías de los arroyos permanentes y de temporal, muestra dos estratos arbóreos: uno de hasta 15 m y otro entre 25 a 40 m, además cuenta con los estratos arbustivos, herbáceos y enredaderas leñosas que difieren de los existentes en la selva baja, manglar, vegetación acuática de lagunas y esteros, vegetación riparia, dunas costeras, y matorral xerófilo (Gómez Rodríguez, 2013; Noguera et al., 2002). Su fauna también es muy diversa y con gran número de endemismos, está representada por 1877 especies de artrópodos, 265 de aves, 110 de peces, 95 de mamíferos, 65 de reptiles y 19 de anfibios (García-Oliva et al., 2002).



Figura 6. Ubicación de la Estación de Biología Chamela, Jalisco (EBCH). La flecha rosa indica el sitio de colecta. Modificado de Sitios Ramsar. <http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>

## 6.2 Colecta de flebotomíneos

Se realizaron un total de cuatro colectas: junio y noviembre, 2011; marzo y abril 2012. Todos los flebotomíneos se colectaron con trampas de luz tipo CDC miniatura (Centers for Disease Control and Prevention, modelo 512, John W. Hock Company, Gainesville, FL), diseñada originalmente por los centros de control y prevención de enfermedades en los Estados Unidos. Cada trampa se compone de: A) una base unida a un cordel que sirve para proteger del agua al foco y colocar la trampa sobre la vegetación, B) un tubo de plástico que contiene el ventilador, C) un foco de 6 voltios, D) una malla, que está unida a un colector de plástico, E) el colector, es donde caen los artrópodos aspirados por la trampa y F) una batería (Fig. 7). Por lo tanto los flebotomíneos atraídos por la luz son aspirados por el ventilador, almacenándose en el contenedor de plástico (García, 2002).

Cada trampa se colocó a una altura de un metro sobre el suelo en lugares con abundante materia orgánica y/o cercanos a madrigueras, por considerarlos como por parte de los refugios naturales de los flebotomíneos. Éstas se activaron de las 18:00 h a las 23:00 h. Enseguida, se retiró el contenedor de la trampa y se colocó dentro de una bolsa de plástico en el congelador durante toda la noche, con la finalidad de bajar el metabolismo de los organismos colectados. Posteriormente, se separaron a los ejemplares pertenecientes exclusivamente a la subfamilia Phlebotominae, tomando en cuenta sus características más sobresalientes: dípteros nematóceros pequeños (de 2 a 5 mm), revestidos de sedas y/o escamas, antenas largas, patas largas y delgadas, alas lanceoladas y genitales externos grandes y articulados. Finalmente todos los flebotomíneos fueron separados por género, etiquetados y conservados en viales pequeños con alcohol al 70%.



Figura 7. Trampa de luz tipo CDC, utilizadas para la captura de los flebotomíneos. Foto tomada por: Isabel Cristina Cañeda-Guzmán.

### **6.3 Montaje de los flebotomíneos**

Para realizar el montaje de los flebotomíneos se siguió la metodología propuesta por Ibáñez (2005). Se realizaron preparaciones permanentes, en el caso de los machos se montó el ejemplar completo; pero en el caso de las hembras sólo algunos ejemplares se montaron completos. En general, las



preparaciones de las hembras sólo contienen la cabeza, las alas y los últimos segmentos del abdomen; debido a que el tórax y el abdomen se utilizarán para realizar estudios moleculares (PCR) con el fin de analizar la infección por *Leishmania*.

El procedimiento del montaje fue el siguiente:

1. Se sustituyó lentamente el OH 70% de los viales con flebotomíneos, por agua, en donde se mantuvieron durante 10 minutos.
2. Posteriormente, se pasaron a agua destilada y se colocaron en hidróxido de sodio (NaOH al 10%) o potasa (KOH) durante más de 12 horas. Este paso fue con la finalidad de eliminar los tejidos blandos (maceración), por lo que el tiempo puede variar dependiendo del tamaño del ejemplar y el tiempo de conservación en el alcohol. Es por eso que se recomienda revisar frecuentemente bajo microscopio estereoscópico y mantenerlo en hidróxido o potasa hasta que el ejemplar se observe translúcido.
3. Enseguida de la maceración, se lavaron con agua destilada durante 30 minutos, para eliminar todo el NaOH (o KOH).
4. Se procedió a la deshidratación de los ejemplares con una serie de alcoholes graduales: 60%, 70%, 80%, 90%, 96% y 100% durante 15 minutos en cada uno.
5. Los ejemplares se diafanizaron en esencia de clavo puro, mínimo 1h (pero pueden permanecer ahí por un tiempo mayor) hasta observar que el ejemplar sea transparente y deje pasar la luz.
6. El montaje se realizó por inversión, para mantener en buena posición todas las estructuras de importancia taxonómica. Primero, la preparación se realizó sobre un cubreobjetos previamente limpio y fijó a un portaobjetos mediante una gota pequeña de agua bidestilada; sobre el cubreobjetos, se distribuyó una gota de Euparal y se transfirió al ejemplar para la disección bajo el microscopio estereoscópico. Con ayuda de agujas entomológicas se separaron la cabeza y las alas del tórax; se orientaron las antenas y los palpos extendidos hacia abajo. El cuerpo se colocó de lado izquierdo hacia abajo y las alas se desprendieron de su base para

extenderlas por separado. De igual manera se extendieron las patas para no bloquear la observación de ninguna estructura. La terminalia se colocó en vista lateral perfecta. Una vez disecada la muestra se dejó por lo menos 24 h a 37-40 °C. Para completar la preparación, se separó el cubreobjetos del portaobjetos, se colocó una gota de Euparal al centro del portaobjetos y se invirtió el cubreobjetos, en donde el ejemplar ya disecado se encuentra entre los dos vidrios (portaobjetos y cubreobjetos).

7. Finalmente, una vez que la preparación se secó se procedió a limpiarla y se etiquetó con los datos de colecta.

#### **6.4 Determinación taxonómica**

Para la determinación taxonómica se utilizaron las claves de Young y Duncan (1994) e Ibáñez-Bernal (1999, 2000, 2001, 2005a, 2005b) enfatizando en las características morfológicas más importantes como son: la genitalia tanto de hembra como macho, el cibario, la faringe, los flagelómeros, ascoides y la longitud de la probóscide respecto a los palpos y a los flagelómeros.

#### **6.5 Registro Fotográfico**

Se seleccionaron las estructuras taxonómicas más importantes (cibario, ala, espermateca, sutura interocular, fosetas, terminalia, bomba eyaculadora, ascoides, probóscide, palpos y dientes). Posteriormente se prosiguió a realizar el registro fotográfico de cada una de las estructuras morfológicas por especie de flebotomíneos, siguiendo tres pasos importantes a) Iluminación de Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski), b) Adquisición de fotomicrografías digitales y c) Procesamiento digital de fotomicrografías y reconstrucción de la imagen.

##### **6.5.1 Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski)**

Esta técnica de iluminación microscópica permitió resaltar bordes con los detalles estructurales de cada ejemplar, dando el aspecto de una imagen tridimensional (Montalvo Arenas, 2010; Sánchez-Monge, 2011). Debido a que al utilizar filtros de luz polarizada que van dirigidos al prisma Wollaston desfasan la

longitud de onda de luz se puede observar un borde luminoso rodeado de una zona menos iluminada (Montalvo Arenas, 2010).

### **6.5.2 Adquisición de microfotografías digitales (Fotomicrografía digital).**

Una vez realizada la técnica Nomarski, se utilizó una cámara digital Nikon DFX100 para tomar de 13 a 16 microfotografías digitales del mismo campo microscópico a diferentes planos focales, tomando las estructuras principales para cada especie de la subfamilia Phlebotominae. Las microfotografías se guardarán en formato JPG y se tomarán en escala de grises a 20x, 40x y 100x.

### **6.5.3 Procesamiento digital de microfotografías y reconstrucción de la imagen**

Una vez tomadas todas las microfotografías se procesaron y acoplaron con la ayuda del programa Adobe Photoshop CS5 Extended Version 12.0 x32 bits®, con la finalidad de obtener una imagen tridimensional que contenga todos los planos focales de las estructuras digitalizadas.

### **6.6 Elaboración de esquemas**

Los dibujos se realizaron con ayuda de la cámara clara, en la cual se utilizaron aumentos a 20x y 40x, según fuera necesario. Finalizado el dibujo, se escanearon y fueron editados con ayuda del programa Adobe Photoshop CS5 Extended Version 12.0 x32 bits®.

Los dibujos ya digitalizados se utilizaron para realizar la clave pictográfica de identificación de las especies colectadas en la estación, algunos dibujos también fueron tomados y modificados de otros trabajos (Ibáñez-Bernal, 2005a, 2005b, 2000).

### **6.7 Actualización y elaboración de mapas de ocurrencias geográficas en México de las especies colectadas en la EBCH.**

Se obtuvieron datos relacionados sobre los flebotomíneos colectados en la EBCH durante el muestreo, así como de las especies previamente registradas para el estado de Jalisco (Godínez-Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2005a, 2000, 1999; Moo-Llanes *et al.*, 2013; Rebollar-Téllez *et al.*, 1996; Rodríguez Rojas, 2012).

Las localidades sin georeferencias, se buscaron en el Catálogo del INEGI (Catálogo único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y localidades-consulta y descarga del INEGI), (<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/catalogoclaves.aspx>).

Una vez recopilada toda la información, con ayuda del programa ARCGIS 9 Arc Map Version 9.3®, se realizó un mapa por cada especie de *Lutzomyia*, actualizando su distribución conocida y agregando la coordenada de la EBCH.

#### **6.8 Caracterización ecológica de las especies de flebotomíneos registrados en Jalisco.**

Para realizar la caracterización ecológica de los flebotomíneos, se realizó el perfil bioclimático para las 10 especies distribuidas en Jalisco (incluidas las que se encontraron en la EBCH). Se utilizaron las coordenadas de ocurrencias geográficas en México así como las 19 capas bioclimáticas revisadas por Cuervo-Robayo *et al.* (2014) y las tres capas topográficas del conjunto de datos Hydro-1K, (descargadas de <https://lta.cr.usgs.gov/HYDRO1K>), las cuales se enlistan a continuación:

- Bio 1 Temperatura media anual
- Bio 2 Rango de temperatura diurno medio (Temp. Máxima – Temp. Mínima)
- Bio 3 Isotermalidad (Bio2 / Bio7) (\* 100)
- Bio 4 Estacionalidad de temperatura (desviación estándar \* 100)
- Bio 5 Temperatura máxima del mes más caliente
- Bio 6 Temperatura mínima del mes más frío
- Bio 7 Rango de temperatura anual (Bio5 – Bio6)
- Bio 8 Temperatura media del trimestre más húmedo
- Bio 9 Temperatura media del trimestre más seco
- Bio 10 Temperatura media del trimestre más caliente
- Bio 11 Temperatura media del trimestre más frío
- Bio 12 Precipitación total anual
- Bio 13 Precipitación del mes más húmedo
- Bio 14 Precipitación del mes más seco
- Bio 15 Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
- Bio 16 Precipitación del trimestre más húmedo

- Bio 17 Precipitación del trimestre más seco
- Bio 18 Precipitación del trimestre más caliente
- Bio 19 Precipitación del trimestre más frío
- Altitud
- Pendiente
- Índice compuesto topográfico (CTI)

Los valores del perfil bioclimático se extrajeron con ayuda del programa R studio® caracterizando de ese modo cada coordenada geográfica con los valores de cada capa bioclimática y topográfica.

Posteriormente, se realizó un análisis de colinealidad (variance inflation factors, VIF) para reducir el número de variables explicativas usando el conjunto de datos conocido (puntos de ocurrencia geográfica), con la finalidad de caracterizar con mayor precisión las relaciones con relevancia biológica para los flebotomíneos.

Además, se realizó un análisis de correlación de variables en el cual se muestra que variables bioclimáticas y topográficas están menos correlacionadas. Ambos análisis fueron considerados para la selección final de las variables a utilizar.

Una vez que se obtuvieron dichas variables se prosiguió a realizar diagramas de caja y bigote (box-plot) utilizando el programa R studio®, para analizar cada variable según la especie y su distribución. Con la finalidad de caracterizar ecológicamente su nicho.

## 7. Resultados

### 7.1 Especies de flebotomíneos y abundancias relativas

Se capturaron un total de 163 individuos durante las cuatro colectas realizadas durante el periodo 2011 (n=29) y 2012 (n=134), pertenecientes a la subfamilia Phlebotominae y a dos géneros: *Brumptomyia* y *Lutzomyia* (Cuadro 1). El 99.38% de estos organismos colectados correspondieron al género *Lutzomyia*, del cual se colectaron seis especies: *Lu. dodgei*, *Lu. cayennensis*, *Lu. durani*, *Lu. vindicator*, *Lu. shannoni*, *Lu. aclydifera* y el 0.62% corresponde al género *Brumptomyia* del cual no se determinó la especie.

En abril se colectó el mayor número de especies con un total de cinco; seguido de marzo, junio y noviembre con cuatro, tres y dos especies respectivamente. Con respecto a la abundancia, la colecta del mes de abril presentó 113 ejemplares y en el resto de las colectas se encontraron ejemplares en un intervalo de 14 a 21 organismos. En general, las hembras presentaron un mayor número de individuos con respecto a los machos.

*Lu. dodgei* presentó la mayor prevalencia con un 51%, seguida de *Lu. cayennensis* con 23%. Por otro lado, *Lu. durani*, *Lu. vindicator*, *Lu. shannoni*, *Lu. aclydifera* y *Brumptomyia* sp., mostraron una prevalencia menor al 10% (Cuadro 1).

### 7.2 Descripción taxonómica de las especies colectadas en EBCH.

A continuación se presenta la diagnosis para los machos y hembras de cada especie colectada en la EBCH. En el Cuadro 2 se resume la clasificación taxonómica de estas especies.

Cuadro 1. Flebotomíneos colectados en la EBCH durante cuatro muestreos (2011-2012)

Fecha de Colecta	Junio, 2011			Noviembre, 2011			Marzo, 2012			Abril, 2012			P (%)
Especie	♀	♂	total	♀	♂	total	♀	♂	total	♀	♂	total	
<i>Brumptomyia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.62
<i>Lutzomyia dodgei</i>	5	2	7	1	3	4	4	1	5	65	2	67	50.62
<i>Lutzomyia cayennensis</i>	2	4	6	0	0	0	3	1	4	17	11	28	23.46
<i>Lutzomyia durani</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	13	8.02
<i>Lutzomyia shannoni</i>	1	0	1	0	0	0	5	0	5	1	2	3	5.56
<i>Lutzomyia vindicator</i>	0	0	0	7	4	11	0	0	0	0	0	0	6.79
<i>Lutzomyia aclydifera</i>	0	0	0	0	0	0	3	1	4	0	0	0	2.47
<i>Lutzomyia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	3	0	3	1	0	1	2.47
TOTALES	8	6	14	8	7	15	18	3	21	96	17	113	100.00

P (%)= prevalencia de cada especie.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de los flebotomíneos colectados en la EBCH

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA			
Phylum: Arthropoda Clase: Insecta Orden: Diptera Suborden: Nematocera Familia: Psychodidae Newman Subfamilia: Phlebotominae Rondani			
GÉNERO	SUBGÉNERO	ESPECIE	SUBESPECIE
<i>Brumptomyia</i> França & Parrot	-	<i>B. hamata</i> (Fairchild & Hertig)	
	-	<i>B. mesai</i> Sherlok	
<i>Lutzomyia</i> França	<i>L. (Lutzomyia)</i> França	<i>Lu. cruciata</i> (Coquillet)*	
	<i>L. (Dampfomyia)</i> Addis	<i>Lu. dodgei</i> (Vargas & Días Najera)*	
	<i>L. (Psathyromyia)</i> Barretto	<i>Lu. shannoni</i> (Dyar)	
	<i>L. grupo Aragoi</i>	<i>Lu. texana</i> (Dampf)*	
	<i>L. grupo Dreisbachi</i>	<i>Lu. aclydifera</i> (Fairchild & Hertig)	
	<i>L. (Micropygomyia)</i> Barretto	<i>Lu. cayennensis</i> (Floch & Abonnenc)	<i>Lu. cayennensis cayennensis</i> (Floch & Abonnenc) <i>Lu. cayennensis maciasi</i> (Fairchild & Hertig)
		<i>Lu. durani</i> (Vargas & Díaz-Najera)	
	<i>L. (Helcocyrtomyia)</i> Barretto	<i>Lu. vindicator</i> (Dampf)	

\* Son las especies previamente registradas para Jalisco



### 7.2.1 Subfamilia Phlebotominae Rondani

En la subfamilia Phlebotominae se caracteriza por tener ojos redondeados, antenas con los flagelómero cilíndricos o piriformes y palpos con cinco artejos. Los machos presentan en la genitalia un gonostilo cilíndrico nunca ensanchado en el ápice, con pocas sedas espiniformes fuertes, dispuestas en forma variable, mientras que las hembras se caracterizan por presentar mandíbulas bien desarrolladas y espermatecas pareadas (Ibáñez-Bernal, 2001; Young y Duncan, 1994).

### 7.2.2 Género *Brumptomyia* França & Parrot

**DIAGNOSIS.** Se colectó un ejemplar hembra. Se caracteriza por presentar ojos grandes ocupando gran parte de la cabeza. La sutura interocular está fusionada (Fig. 8A, 9A, 9D), las fosetas cubren casi toda la parte anterior de la cabeza (Fig. 8A, 9A, 9D). La probóscide es más larga que la mitad del III palpo, alcanzando la base del flagelómero 1 (Fig. 8A, C; 9A, D). En el flagelómero 2, se observan los ascoides con espolón corto insertados a diferentes niveles, tan largos como el artejo (Fig. 8B; 9C). El cibario, está compuesto por cuatro hileras de dientes horizontales. La faringe presenta estrías en la parte anterior (Fig. 8C, 9D). Alas con la vena  $R_1$  bifurcada casi a la misma distancia que  $R_2+R_3$  (Fig. 8B; 40F).

**DISTRIBUCIÓN:** En México existen dos especies de este género: *B. hamata* y *B. mesai* (Anexo 2; 3). Ambas especies se han registrado para: Veracruz, Chiapas (Godínez- Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000) y Nuevo León (Rodríguez Rojas, 2012). Y solo *B. hamata* ha sido registrada para: Campeche y Quintana Roo (Ibáñez-Bernal, 1999). En este estudio, se registra por primera vez la presencia de este género para Jalisco en la EBCH.

**COMENTARIOS:** Este es el primer registro del género *Brumptomyia* en el estado de Jalisco y para la EBCH. Las características principales que permiten diferenciarlo del género *Lutzomyia* son: la protuberancia esclerosada en la porción dorsal del cibario, la sutura interocular completa y el tamaño del ejemplar. Sin embargo, solo se montó la cabeza y las alas, por lo que no se pudo determinar la especie, es por eso que se recomienda realizar otras colectas para obtener mayor número de ejemplares y poder determinar la especie de esta localidad.

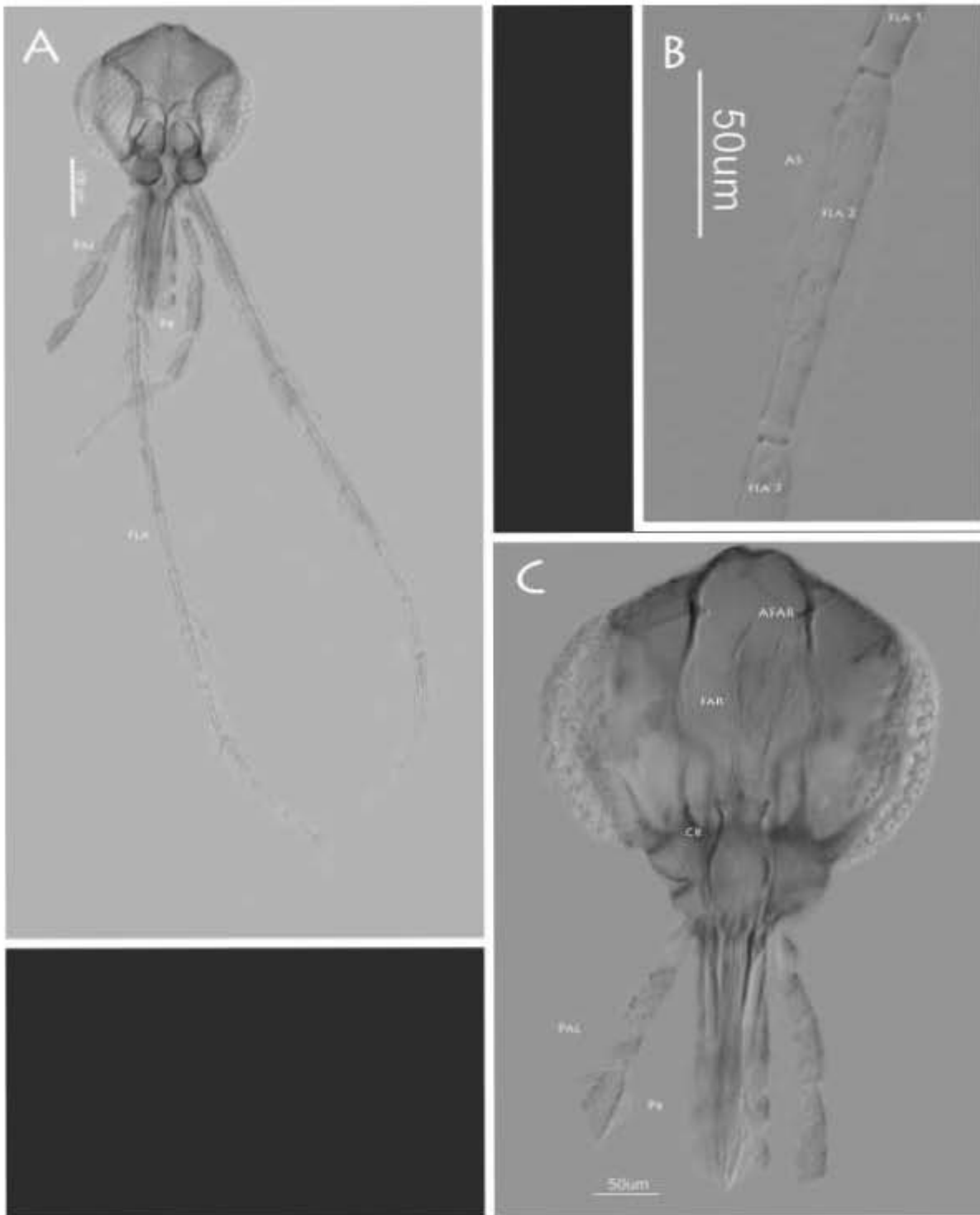


Figura 8. *Brumptomyia* sp. ♀. A. Cabeza completa (20x); B. Ascoides con espolón proximal corto en el flagelómero 2(40x); C. Estructuras internas de la cabeza (40x). Abreviaturas: AFAR: armadura faríngea; AS: ascoides; CB: cibario; FAR: faringe; FLA: flagelómero; PAL: palpo; PB: probóscide. Técnica: Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski).

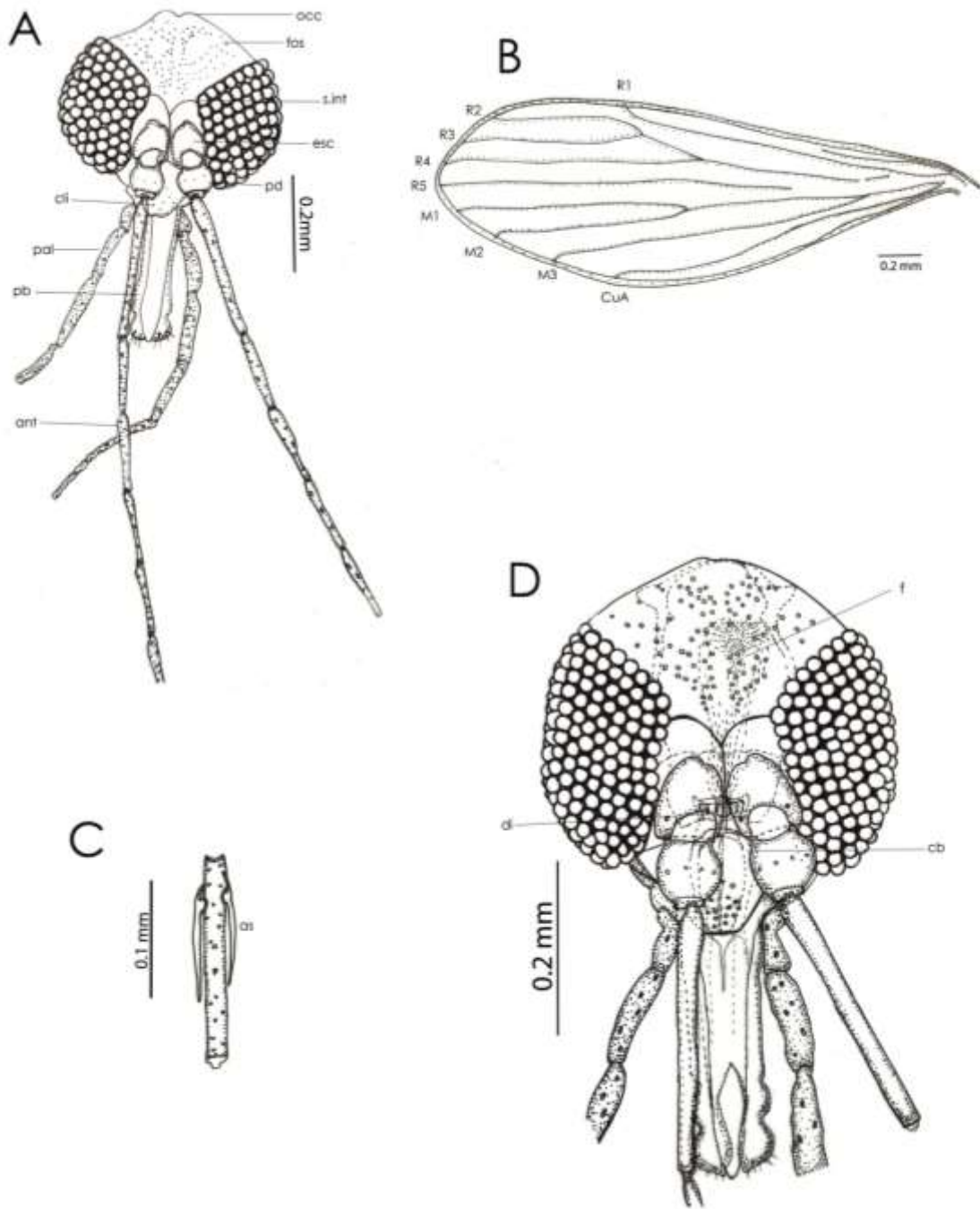


Figura 9. *Brumptomyia* sp. ♀. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala (20x); C. Ascoides con espolón corto (40x). D. Estructuras internas de la cabeza (40x). Abreviaturas: ant: antenas; as: ascoides; cb: cibario; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; di: dientes; esc: escapo; f: faringe; fos: foseas; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5).

### 7.2.3 Género *Lutzomyia* França

**DIAGNOSIS.** Sutura inter ocular incompleta. **MACHO:** con genitales pequeños, el gonopodio de menor longitud que el tórax. Gonostilo raramente con más de 7 sedas espiniformes. **HEMBRA:** con armadura cibarial compuesta de una hilera transversal de dientes verticales y otra similar de dientes horizontales, en ocasiones se observan hileras de dientes laterales (Ibáñez-Bernal, 2000).

### 7.2.4 Subgénero *Lutzomyia (Dampfomyia)* Addis

**DIAGNOSIS.** Coloración clara a pardo claro. Antena con ascoides simples; palpo con el V artejo más largo que el III+IV; ojos pequeños. **MACHO:** gonocoxito sin sedas perennes, gonostilo con 3-5 sedas espiniformes grandes y una seda delicada terminal accesoria; parámetro con brazo dorsal setífero. **HEMBRA:** cibario con 4-6 dientes horizontales, cada uno puntiagudo o a manera de lámina; arco cibarial completo; faringe sin armadura; espermatecas modificadas con protecciones globulares (Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994).

**COMENTARIOS.** Este subgénero está representado por seis especies (*Lu. anthophora*; *Lu. atulapai*; *Lu. dodgei*; *Lu. permira*) distribuidas principalmente en Mesoamérica. Las hembras de este subgénero no son de importancia médica, ya que se alimentan de pequeños mamíferos silvestres (Ibáñez-Bernal, 2001, 2000; Young y Duncan, 1994).

#### 7.2.4.1 *Lutzomyia dodgei* (Vargas y Díaz-Nájera)

**DIAGNOSIS. MACHO:** Ocho ejemplares. Probóscide similar en tamaño al flagelómero 1, alcanzando la base del flagelómero 2 y la mitad del artejo III del palpo (Fig. 10A; 11A). Ascoides antenales simples y los que están ubicados en el flagelómero 2, insertados casi al mismo nivel (Fig. 10B; 11C). Alas, casi 4 veces más largas que anchas; con la vena R<sub>1</sub> bifurcada después de R<sub>2</sub>+R<sub>3</sub> (Fig. 41A; 11B). En la genitalia, el gonocoxito sin sedas perennes (Fig. 10C) y el gonostilo presenta dos sedas espiniformes (Fig. 11D), una es apical y otra preapical (Fig. 8C). El parámetro es complejo, tiene un brazo dorsal largo y delgado, el cual se encuentra arqueado, este presenta 14 pares de sedas laterales. Las sedas que están cerca de la base del parámetro son cortas y se van alargando conforme llegan al ápice, estas últimas

además tienen sus extremos curvos (Fig. 10C). La mitad del parámetro es delgada y posteriormente se va ensanchando hasta terminar en una cabeza distal (Fig. 10C; 11D). El lóbulo lateral, es un poco más largo y ancho que el gonocoxito (Fig. 10C; 11D).

**HEMERA:** 75 individuos. Tienen una probóscide más larga que el flagelómero 1 alcanzando la mitad del flagelómero 3 y la base del III artejo del palpo (Fig. 12A; 13A). Antenas con ascoides simples, los del flagelómero 2 están insertados a diferente nivel (Fig. 12C; 13C). En el palpo, el V artejo es ligeramente más corto que el III+IV (Fig. 12A). El cibario, está compuesto por 2 dientes horizontales laminares, 8 dientes verticales pequeños triangulares, debajo de cada uno de los dientes horizontales se observan 4 dientes y dos grupos de dientes laterales (Fig. 12D; 13E). En el cibario además se observa un área pigmentada densa y ovalada (Fig. 12D; 13E). Faringe estriada en la parte anterior (Fig. 12B). Espermatecas complejas, compuestas por un tubo en forma de trompeta emergiendo del capítulo con forma de mazo; rodeándolo se encuentran sacos, con apariencia de burbujas (Fig. 12E; 13D). Las alas, son 3.5 veces más largas que anchas, la vena  $R_1$  se bifurca después de  $R_2+R_3$  (Fig. 13B; 40A).

**DISTRIBUCIÓN:** En México *L. dodgei* se distribuye en los estados de: Campeche, Chiapas; Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos y Puebla (Godínez-Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000). Reportándose por primera vez en la EBCH, Jalisco (Fig. 14).

**COMENTARIOS.** Esta especie ya había sido previamente registrada en Mpo. Purificación en Jalisco, pero es un nuevo registro para el municipio la Huerta donde se ubica la estación la Estación de Biología Chamela Jalisco (EBCH), ampliando su distribución conocida para el estado.

En cuanto a la taxonomía, no fue posible ver la seda delgada basal ni la seda accesoria delicada terminal del gonostilo en el macho; tampoco se observó el arco cibarial completo, características descritas por Ibáñez-Bernal (2000).

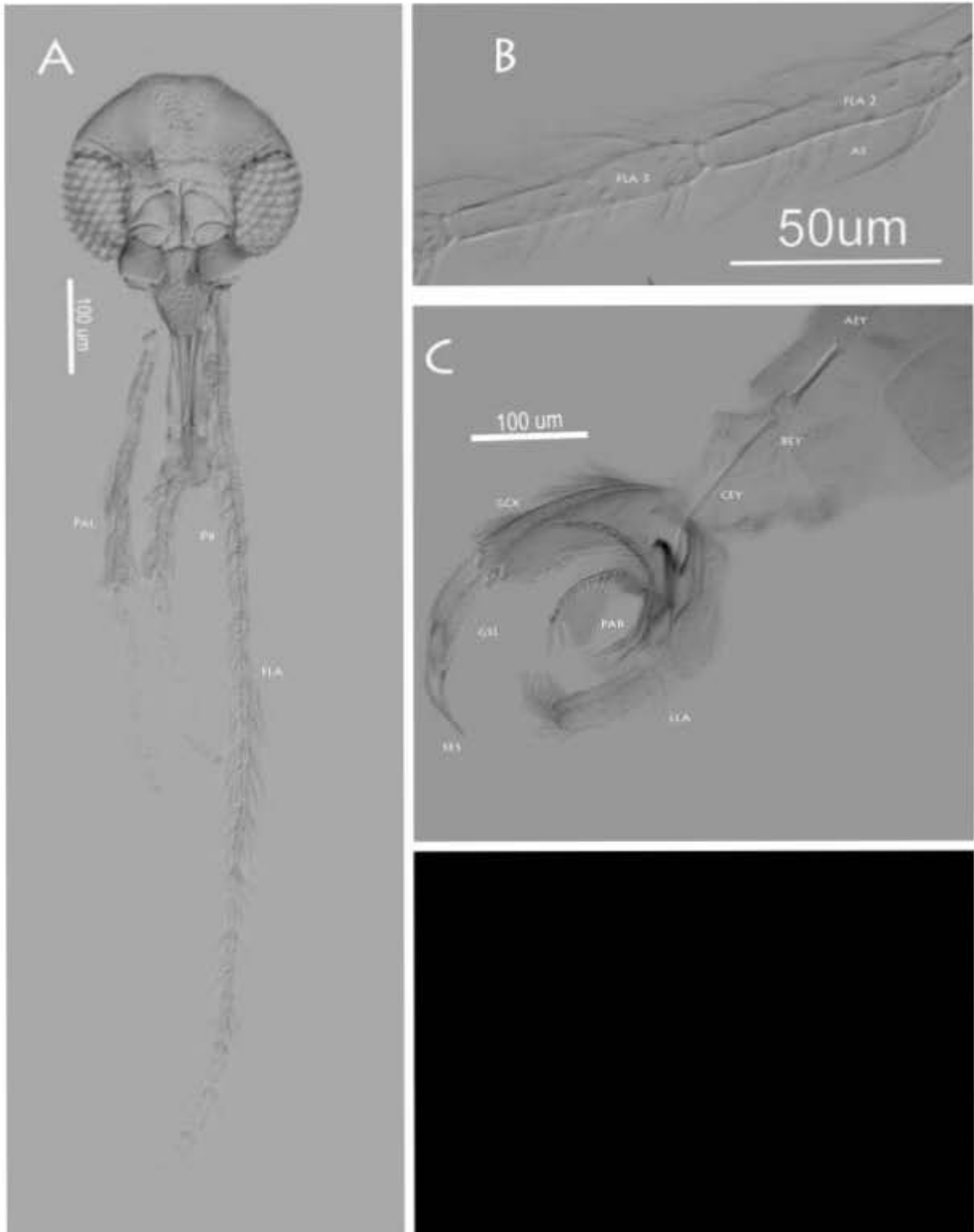


Figura 10. *Lutzomyia dodgei*, ♂. A. Cabeza completa (20x); B. Ascoides simples en el flagelómero 2 (40x); C. Genitalia con parámero complejo (20x). Abreviaturas: AEY: apodema eyaculador; AS: ascoides; BEY: bomba eyaculadora; CEY: conductos eyaculadores; FLA: flagelómero; GCX: gonocoxito; GSL: gonostilo; LLA: lóbulo lateral; PAL: palpo; PAR: parámero; PB: probóscide; SES: espinas. Técnica: Contraste Diferencial de interferencia (Nomarski).

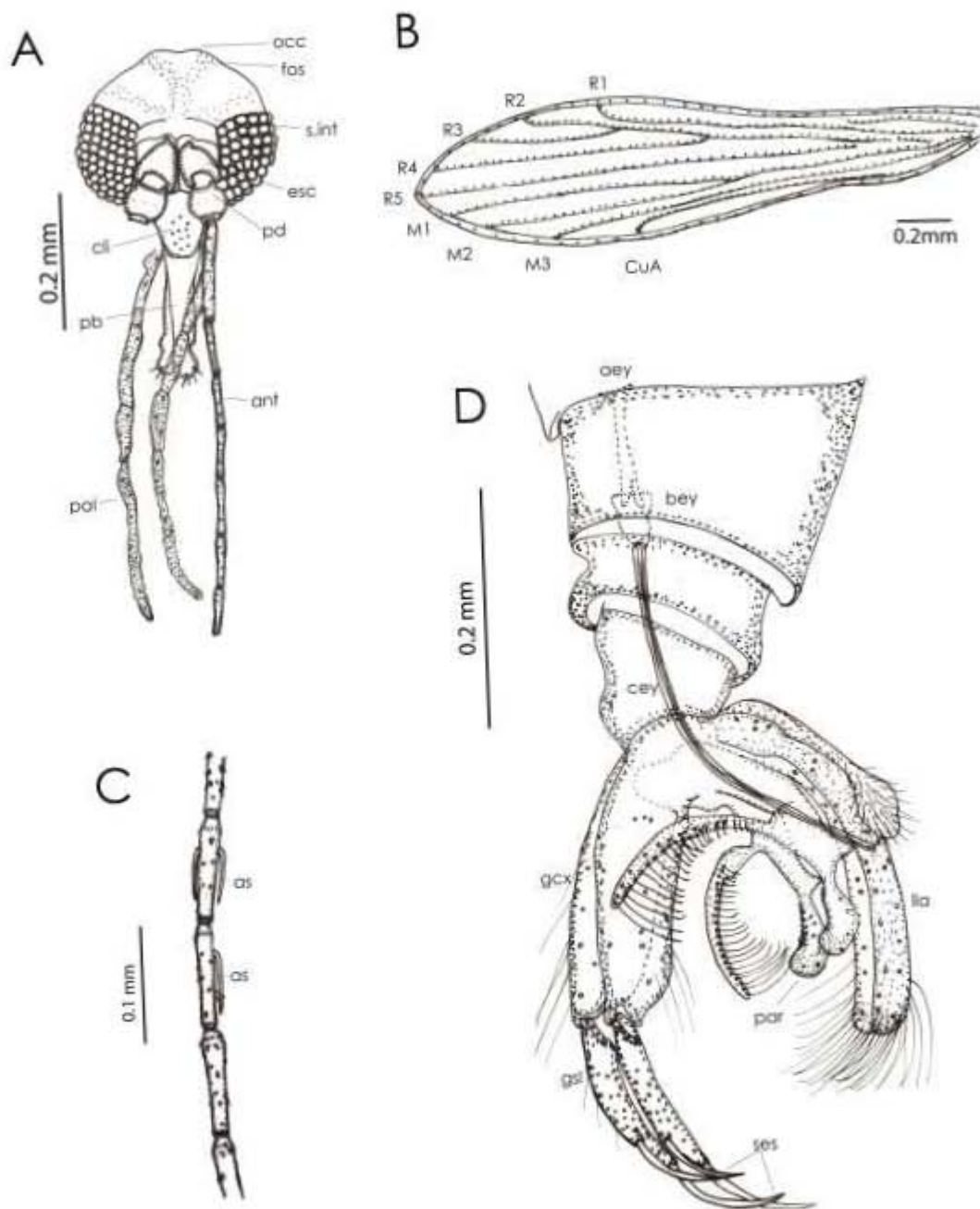


Figura 11. *Lutzomyia dodgei*, ♂. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala; C. Ascoides simples en el flagelómero 2 (40x); D. Genitalia con parámero complejo (20x). Abreviaturas: aey: apodema eyaculador; ant: antenas; as: ascoides; bey: bomba eyaculadora; cey: conductos eyaculadores; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; esc: escapo; f: faringe; fos: foveas; gcox: gonocoxito; gsl: gonostilo; lla: lóbulo lateral; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; par: parámero; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); ses: espinas.

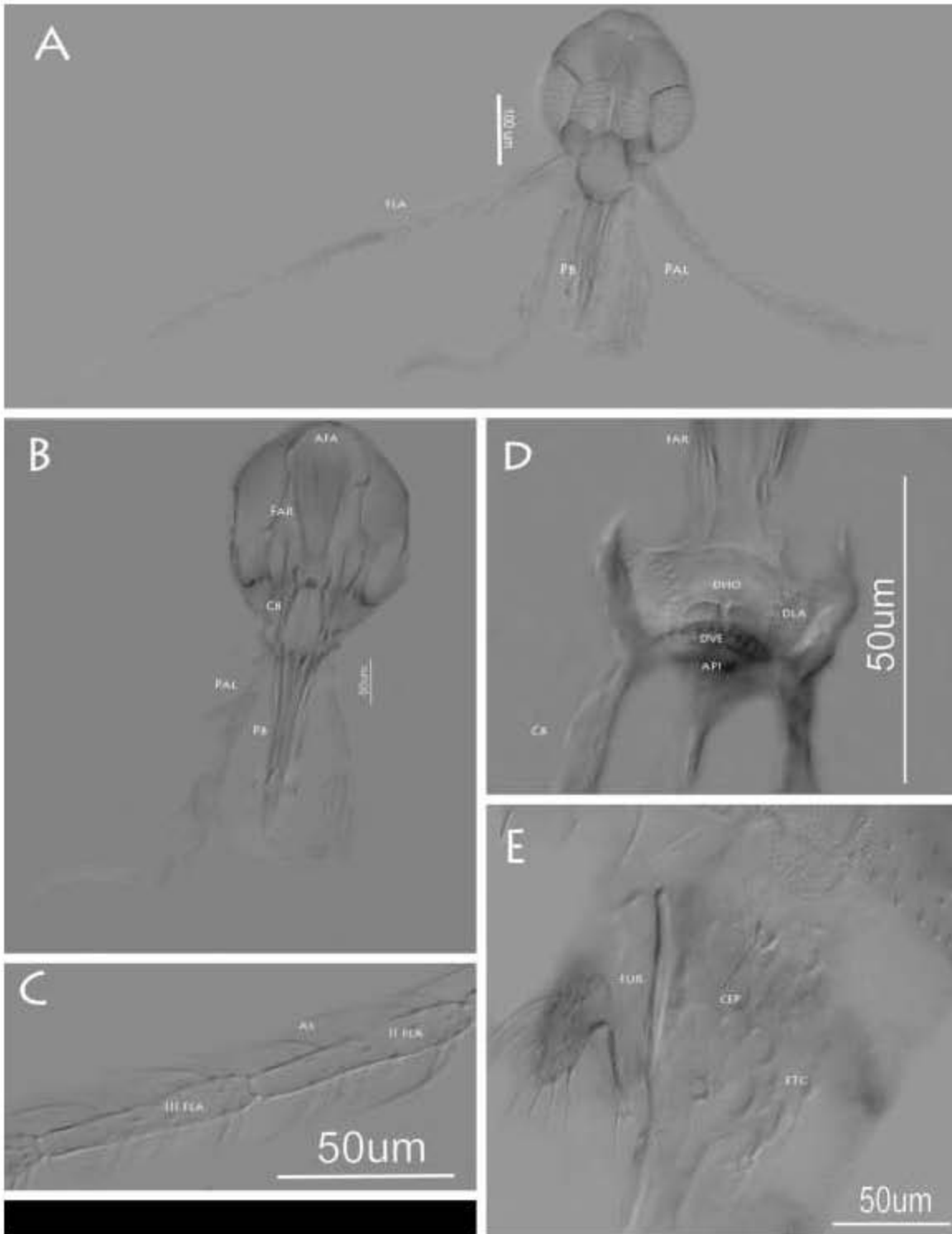


Figura 12. *Lutzomyia dodgei* ♀. A. Cabeza completa (20x); B. Estructuras internas de la cabeza (40x); C. Ascoides simples del flagelómero 2 (40x); D. Armadura cibarial (100x); E. Espermateca compleja, que da la apariencia de tener burbujas (40x). Abreviaturas: AFA: armadura faríngea; API- área pigmentada; AS: ascoides; CB: cibario; CEP: conductos espermatecales; DHO: dientes horizontales; DLA: dientes laterales; DVE- dientes verticales; ETC: espermateca; FAR: faringe; FLA: flagelómero; FUR: furca; PAL: palpo; PB: probóscide. Técnica: Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski).



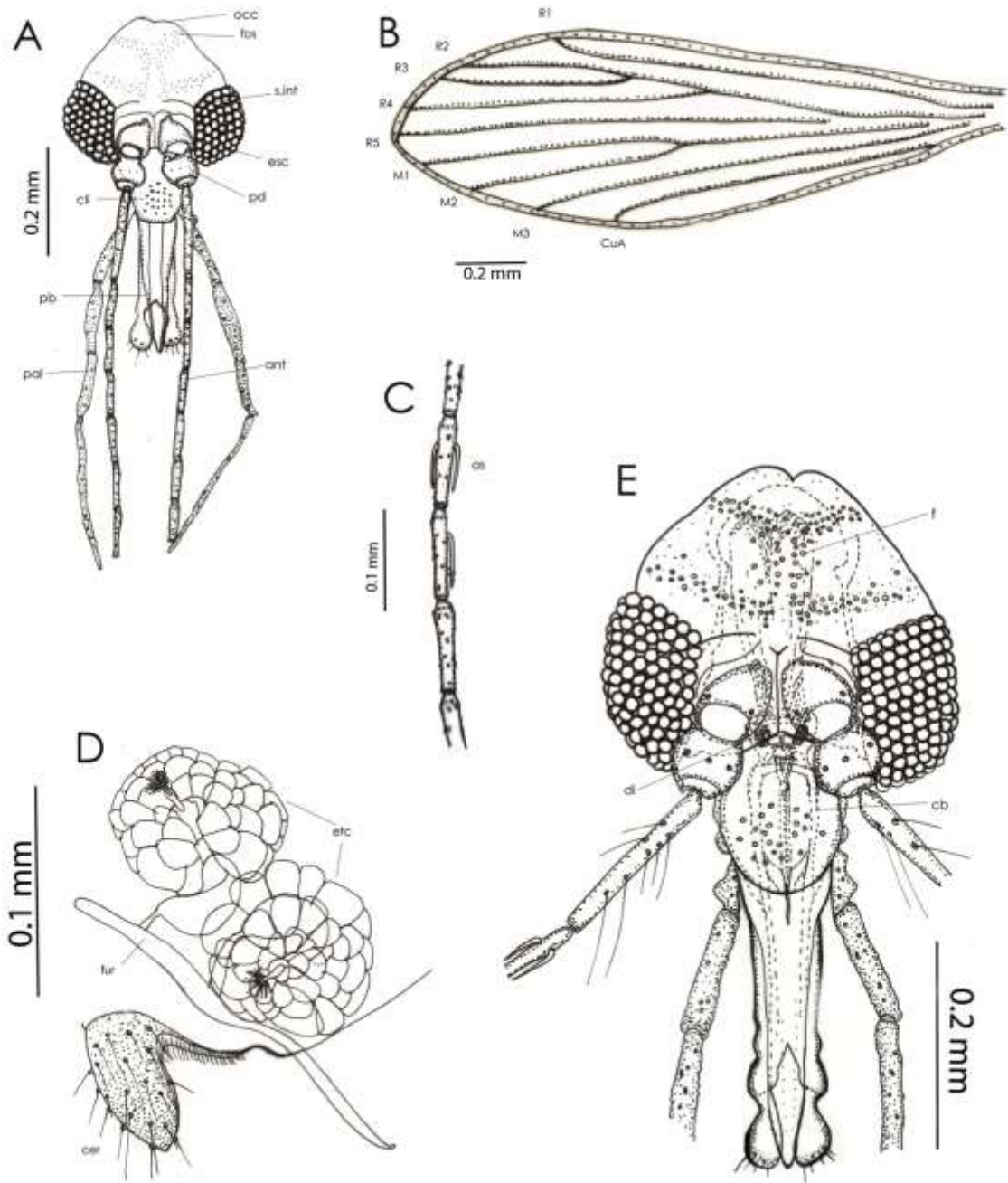


Figura 13. *Lutzomyia dodgei* ♀. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala. C. Ascoides simples del flagelómero 2 (40x); D. Espermateca compleja, que da la apariencia de tener burbujas (40x) E. Estructuras internas de la cabeza (40x). Abreviaturas: ant: antenas; as: ascoides; cb: cibario; cer: cercos; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior alar; di: dientes; esc: escapo; etc: espermateca; f: faringe; fos: foseitas; fur: furca; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); s.int: sutura interocular.

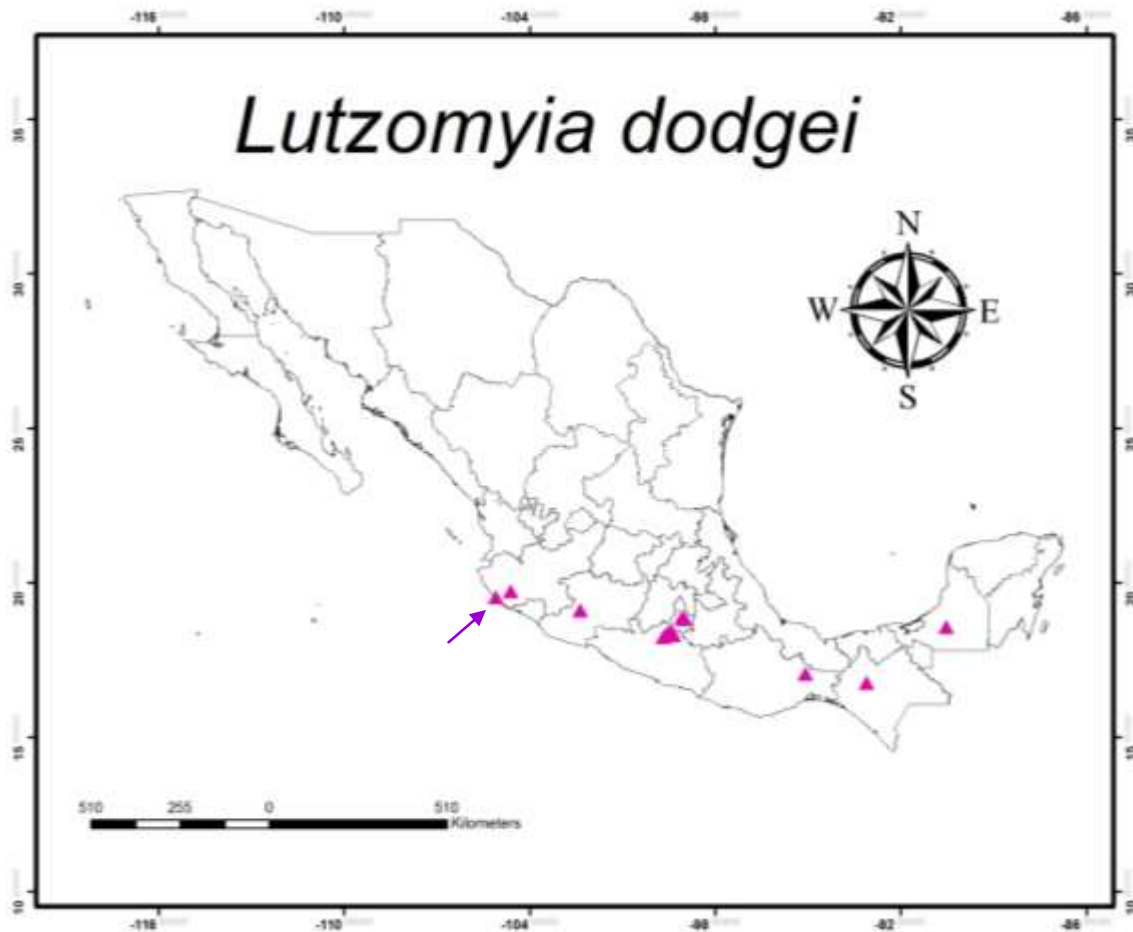


Figura 14. Distribución de *Lutzomyia dodgei* en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. En este mapa se incluye el nuevo punto que corresponde a la Estación de Biología Chamela, Jalisco (flecha).

### 7.2.5 Subgénero *Lutzomyia* (*Psathyromyia*) Barretto

**DIAGNOSIS.** Color variable. Ascoides con espolón corto o rama proximal larga. Palpo con el V artejo variable, aunque frecuentemente más corto que los artejos II+III+IV. Faringe sin armadura especializada. **MACHO:** el gonocoxito carente de sedas perennes especializadas; gonostilo con 4 sedas espiniformes y sin seda accesoria delicada terminal; parámero simple o con brazo dorsal setífero; lóbulo lateral sin sedas especializadas. **HEMERA:** el cibario presenta de 4-8 dientes horizontales y verticales; arco cibarial completo y área pigmentada grande. Espermateca con pared delgada y suave, cilíndrica o esférica, con o sin anillos (Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994).

### 7.2.5.1 *Lutzomyia shannoni* (Dyar)

**DIAGNOSIS. MACHO:** Dos ejemplares. Tienen una probóscide más corta que el flagelómero 1, casi alcanzado la base del III artejo del palpo (Fig. 15A; 16A). En las antenas los ascoides tienen una rama proximal larga y los del flagelómero 2 están insertados ligeramente a diferente nivel (Fig. 15C; 16C). En el palpo, el V artejo mide aproximadamente la suma del III y IV (Fig. 15A). Las alas, son casi 3 veces más largas que anchas, la vena  $R_1$  se bifurca después de la vena  $R_2+R_3$  (Fig. 16B; 41C). Genitalia con un parámetro simple, relativamente recto, con ápice redondeado y sedas en la mitad distal (Fig. 15B). El gonocoxito con sedas perennes dispersas en toda su longitud, principalmente en los márgenes internos (Fig. 15B) y el gonostilo tiene cuatro sedas espiniformes, dos medidas casi al mismo nivel, una en el tercio distal y una apical (2+1+1) (Fig. 15B). Lóbulo lateral angosto, tan largo como el gonocoxito pero más estrecho, con sedas en la parte distal (Fig. 15B). Los conductos eyaculadores son largos con ápices angostos (Fig. 15B; 16D).

**HEMBRA:** Siete ejemplares. Con una probóscide tan larga como el flagelómero 1, alcanzando la mitad del flagelómero 2 y la parte media del III artejo del palpo (Fig. 17A; 18A). En las antenas, los ascoides presentan una rama proximal larga y los del flagelómero 2 casi están insertados al mismo nivel (Fig. 17D; 18C). En el palpo, el V artejo es un poco más corto que el III+IV (Fig. 17A). El cibario, está compuesto por cuatro dientes horizontales delgados, largos y puntiagudos, así como una gran cantidad de dientes verticales, estos son redondos dispuestos en tres hileras, ubicadas al centro y en varios parches laterales de menor tamaño (Fig. 17B; 17C; 18E). El arco cibarial, es completo y el área pigmentada es grande y en forma triangular (Fig. 17B; 17C). Faringe con estrías transversales, muy tenues (Fig. 17B). Las alas, son casi tres veces más largas que anchas, la vena  $R_1$  se bifurca casi al mismo nivel que la  $R_2+R_3$  (Fig. 18B; 40B). Espermatecas con forma de salchicha, la cual cuenta con una superficie lisa y un capítulo ovalado (Figura 17E; 18D).

**DISTRIBUCIÓN:** *L. shannoni* es una de las especies con amplia distribución en México, registrándose en los estados de: Campeche, Guerrero, Nayarit Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz (Godínez- Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000), Yucatán, Puebla, Chiapas, Nuevo León, Tamaulipas (Moo-Llanes *et al.*, 2013; Rodríguez Rojas, 2012). Para Jalisco y la EBCH es el primer registro (Fig.19).

**COMENTARIOS:** *Lutzomyia shannoni* se registra por primera vez para el estado de Jalisco en la EBCH. Se considera un vector sospechoso, a causa de su preferencia antropofílica, además de haberse encontrado infectada de manera natural con *Leishmania* (Ibáñez-Bernal, 2000; Pech-May *et al.*, 2010; Young y Duncan, 1994). Por otro lado, en Estados Unidos, han demostrado que esta especie puede hospedar al virus de la estomatitis vesicular (VSV), enfermedad que afecta principalmente al ganado vacuno y ovino (Ferro *et al.*, 1998).

En el caso del cibario se observan cuatro dientes largos y delgados bien definidos, detrás de estos se observa la parte apical de un diente más puntiagudo y corto del lado izquierdo, el cual no ha sido en las claves taxonómicas, por lo que se sugiere revisar más ejemplares.

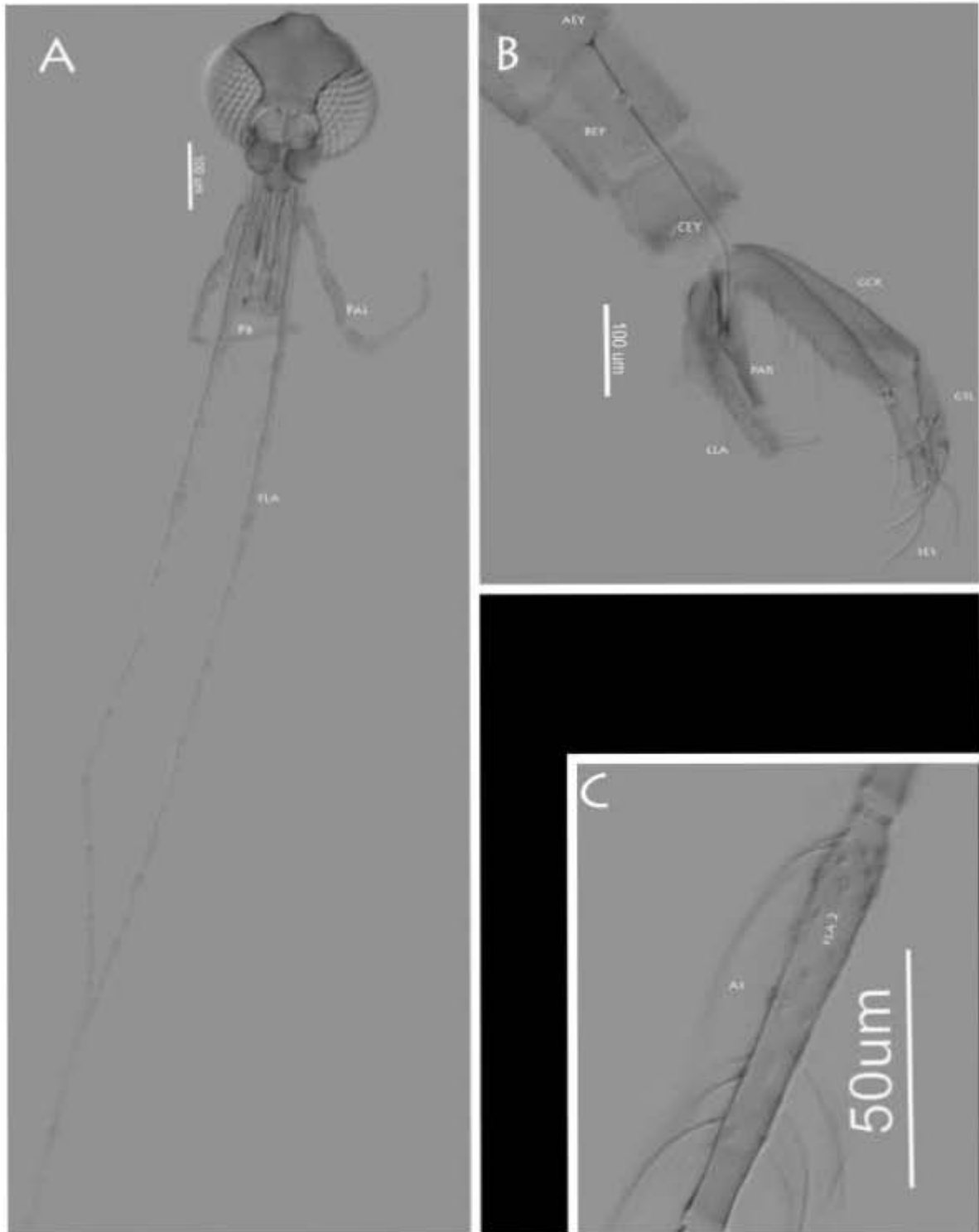


Figura 15. *Lutzomyia shannoni*, ♂. A. Cabeza completa (20x); B. Genitalia (20x). C. Ascoides con espolón proximal largo los del flagelómero 2 insertados ligeramente a diferente nivel (40x). Abreviaturas: AEY: apodema eyaculador; AS: ascoides; BEY: bomba eyaculadora; CEY: conductos eyaculadores; FLA: flagelómero; GCX: gonocoxito; GSL: gonostilo; LLA: lóbulo lateral; PAL: palpo; PAR: parámero; PB: probóscide; SES: espinas. Técnica: Contraste Diferencial de interferencia (Nomarski).

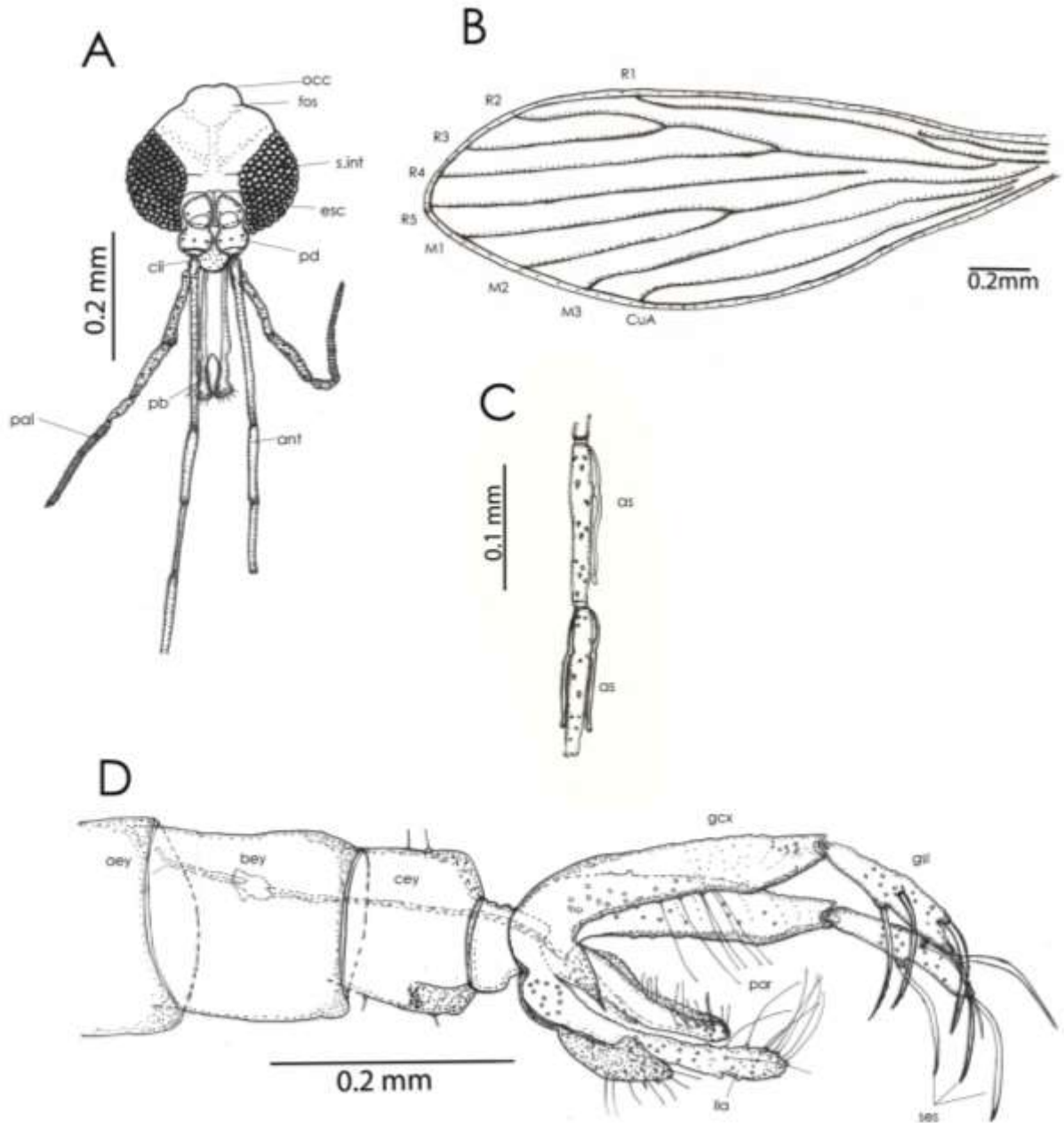


Figura 16. *Lutzomyia shannoni*, ♂. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala. C. Ascoides con espolón proximal largo (40x); D. Genitalia (20x). Abreviaturas: aey: apodema eyaculador; ant: antenas; as: ascoides; bey: bomba eyaculadora; cey: conductos eyaculadores; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; esc: escapo; fos: fosetas; gcx: gonocoxito; gsl: gonostilo; lla: lóbulo lateral; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; par: parámero; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); ses: espinas; s. int: sutura interocular.

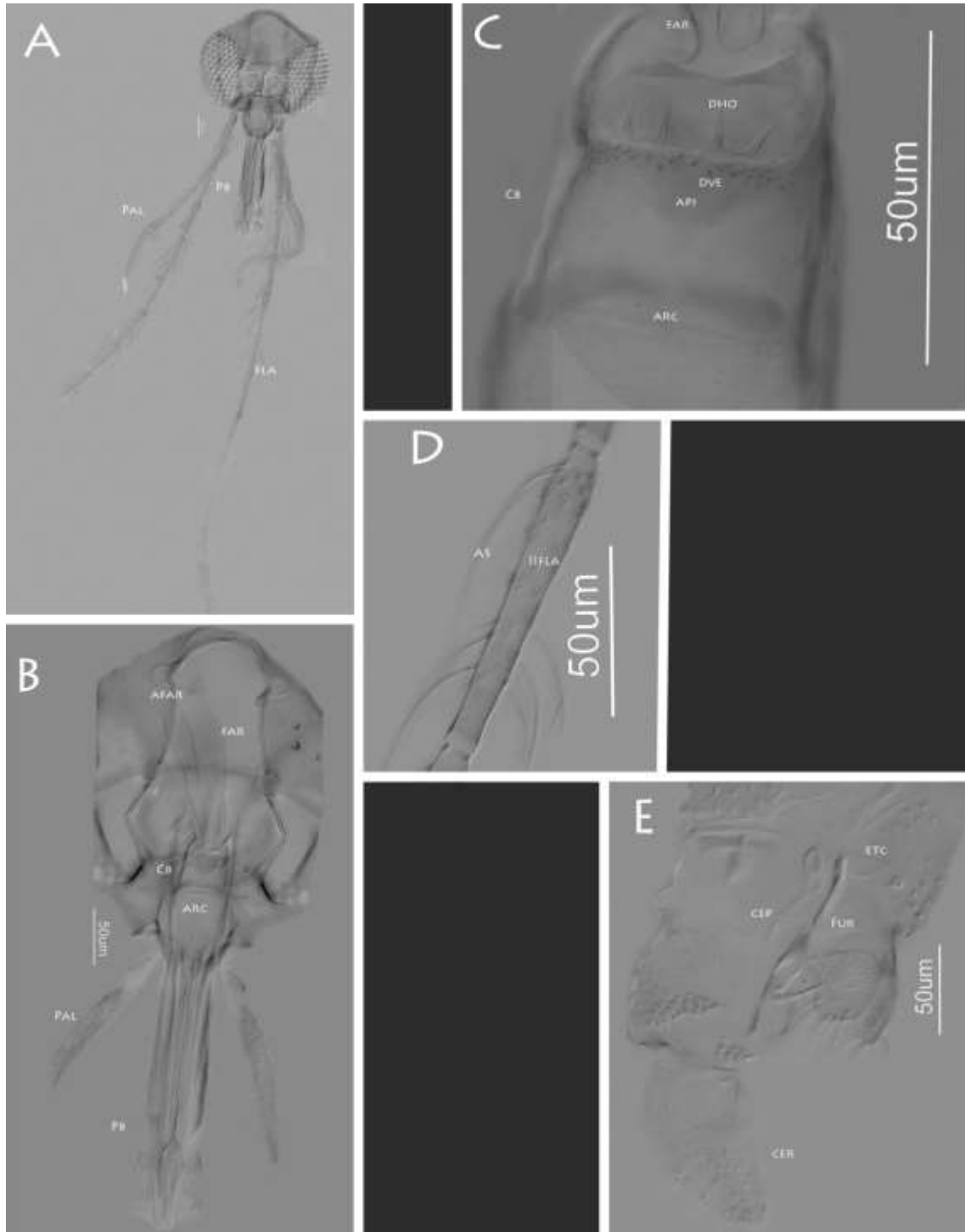


Figura 17. *Lutzomyia shannoni*, ♀. A. Cabeza completa (20x); B. Estructuras internas de la cabeza (40x); C. Armadura cibarial (100x); D. Ascoides con espón proximal largo los del flagelómero 2 insertados casi al mismo nivel (40x); E. Espermateca en forma cilíndrica, alargadas y lisas (40x). Abreviaturas: AFAR: armadura faríngea; API: área pigmentada; ARC: arco cibarial AS: ascoides; CB: cibario; CEP: conductos espermatecales; CER: cercos; DHO: dientes horizontales; DVE- dientes verticales; ETC: espermateca; FAR: farínge; FLA: flagelómero; FUR: furca; PAL: palpo; PB: probóscide. Técnica: Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski).

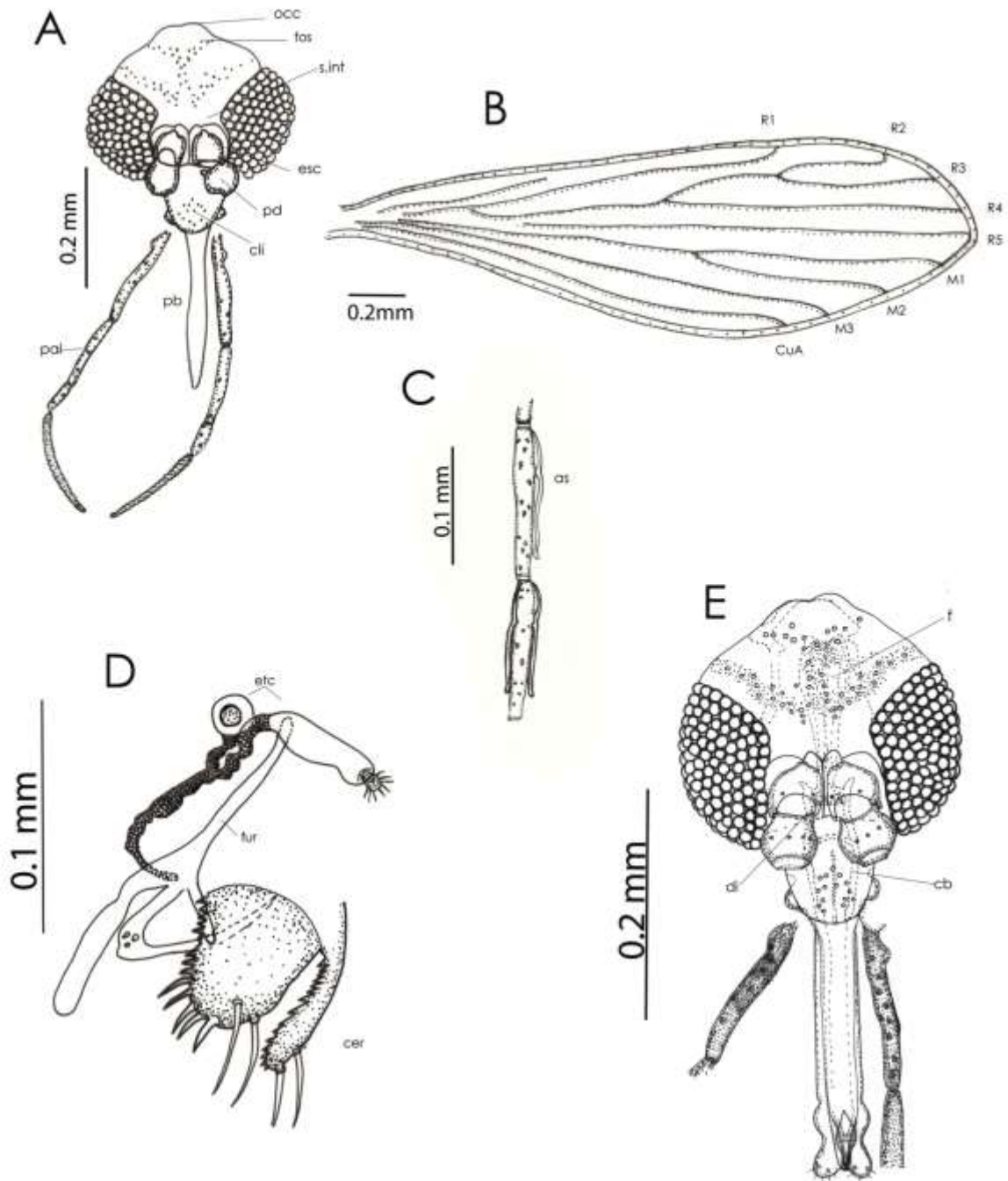


Figura 18. *Lutzomyia shannoni*, ♀. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala. C. Ascoides con espolón proximal largo; D. Espermateca en forma cilíndrica, alargadas y lisas (40x). E. Estructuras internas de la cabeza (40x). Abreviaturas: as: ascoides; cb: cibario; cer: cercos; cli: clipeo; CuA: vena cubital anterior; di: dentes; esc: escapo; etc: espermateca; f: faringe; fos: foveas; fur: furca; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; pb: proboscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); s.int.: sutura interocular.



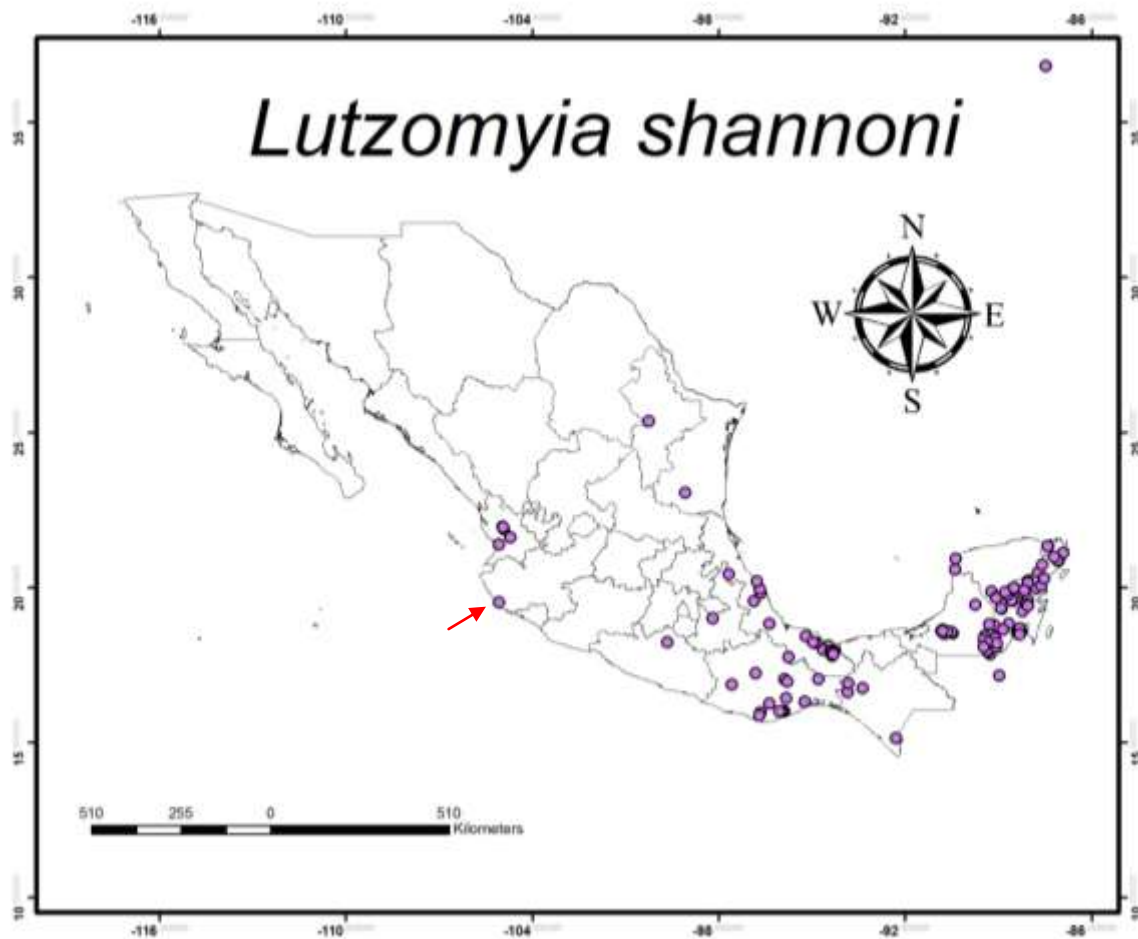


Figura 19. Distribución de *Lutzomyia shannoni* en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. En este mapa se incluye el nuevo punto para la Estación de Biología Chamela, Jalisco (flecha).

### 7.2.6 Subgénero *Lutzomyia* grupo Dreiscachi

**DIAGNOSIS.** Coloración oscura. Ascoides con espolones proximales largos; palpo con el V artejo más corto que los artejos III+IV. **MACHO:** gonocoxito con 3 ó 4 sedas en la porción preapical; gonostilo con 4 sedas grandes espiniformes insertadas a diferentes niveles, sin seda accesoria terminal; parámero variable; lóbulo lateral de 7 a 10 sedas largas que se originan la margen dorsal, cerca del ápice. **HEMERA:** cibario con 10 ó más dientes horizontales y numerosos dientes verticales; arco cibarial completo; mancha pigmentada ancha; faringe no armada; espermateca anillada, en ocasiones imbricada, con un capitulo terminal grande, simétrico o asimétrico; conductos espermatecales individuales relativamente delgados (Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994).

### 7.2.6.1 *Lutzomyia aclydifera* (Fairchild & Hertig)

**DIAGNOSIS. MACHO:** Un solo ejemplar. Tiene una probóscide que alcanza la mitad de la longitud del flagelómero 1, así como el extremo distal del III artejo del palpo (Fig. 20A; 21A). Los ascoides con una rama proximal larga, los del flagelómero 2 están insertados a diferentes niveles, tan o más largos que el artejo (Fig. 20B; 21C). En el palpo, el V artejo es más corto que III+IV (Fig. 20A). La genitalia, tiene un parámetro complejo, con un lóbulo corto setífero dorsal, la parte media de este tiene varias sedas, las cuales en su ápice son delgadas y curvas, las del centro parecen ser más largas que las laterales (Fig. 20C). El gonocoxito es delgado, tiene de 3 a 4 sedas en la parte media, dos de ellas muy gruesas; tiene un mechón distal, de 3 sedas simples y largas (Fig. 20C). El gonostilo tiene cuatro sedas espiniformes, insertadas a diferentes niveles (1+1+1+1) (Fig. 20C). El lóbulo lateral, largo y delgado. Los conductos eyaculadores terminan en ganchos agudos, ligeramente expandidos (Fig. 20C; 21C). Las alas 3.2 veces más largas que anchas, la vena  $R_1$  se bifurca a  $\frac{1}{4}$  de la vena  $R_2+R_3$  (Fig. 21B; 41F).

**HEMERA:** Tres ejemplares. Tienen una probóscide tan larga como el flagelómero 1, alcanzando la parte media del flagelómero 2 y la base del III artejo del palpo (Fig. 22A; 23A). Los ascoides con rama proximal larga y los del flagelómero 2 insertados a diferentes niveles, tan o más largos que el artejo (Fig. 22B; 23C). En el palpo, el V artejo es más corto que el III+IV (Fig. 22A). El cibario, compuesto de 10 a 12 dientes horizontales puntiagudos y de una hilera de dientes verticales ovalados, los del centro son más grandes que los laterales (Fig. 22C; 23E). Arco cibarial completo y se observa un área pigmentada con forma de cáliz (Fig. 22C; 23E). La faringe presenta estrías transversales que lleva dentículos pequeños en la parte anterior (Fig. 22E). Las alas, 3 veces más largas que anchas, la vena  $R_1$  se bifurca casi a  $\frac{1}{3}$  de la vena  $R_2+R_3$  (Fig. 40E; 23B). Las espermatecas, presentan de 9 a 12 anillos imbricados, la parte apical es más ancha y tienen un capitelo con forma de pulgar revestido de filamentos cortos, delgados y abundantes (Fig. 22D; 23D).

**DISTRIBUCIÓN:** En México sólo se ha registrado en Chiapas (Ibáñez-Bernal, 2000) y Campeche (Rebollar-Téllez *et al.*, 1996). Este es el primer registro para Jalisco y la EBCH (Fig. 24).

**COMENTARIOS.** Es el primer registro de esta especie para Jalisco y para la EBCH. Con respecto a la morfología, esta especie se puede confundir con *Brumptomyia hamata*. Sin embargo, las características de la genitalia en el macho como: la forma y disposición de las espinas, las características del parámetro, la longitud del lóbulo lateral y las sedas presentes en el gonocoxito, son importantes para no confundirlos. Esta especie comúnmente se encuentra en madrigueras de mamíferos en Panamá; sin embargo, en Bolivia se ha reportado que es antropofílica (Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994).



Figura 20. *Lutzomyia aclydifera*, ♂. A. Cabeza completa (20x); B. Ascoides con rama proximal larga, los del flagelómero 2 insertados a diferentes niveles (40x); C. Genitalia (20x). Abreviaturas: AEY: apodema eyaculador; AS: ascoides; BEY: bomba eyaculadora; CEY: conductos eyaculadores; FLA: flagelómero; GCX: gonocoxito; GS: gonostilo; LLA: lóbulo lateral; PAL: palpo; PAR: parámero; PB: probóscide; SES: espinas. Técnica: Contraste Diferencial de interferencia (Nomarski).

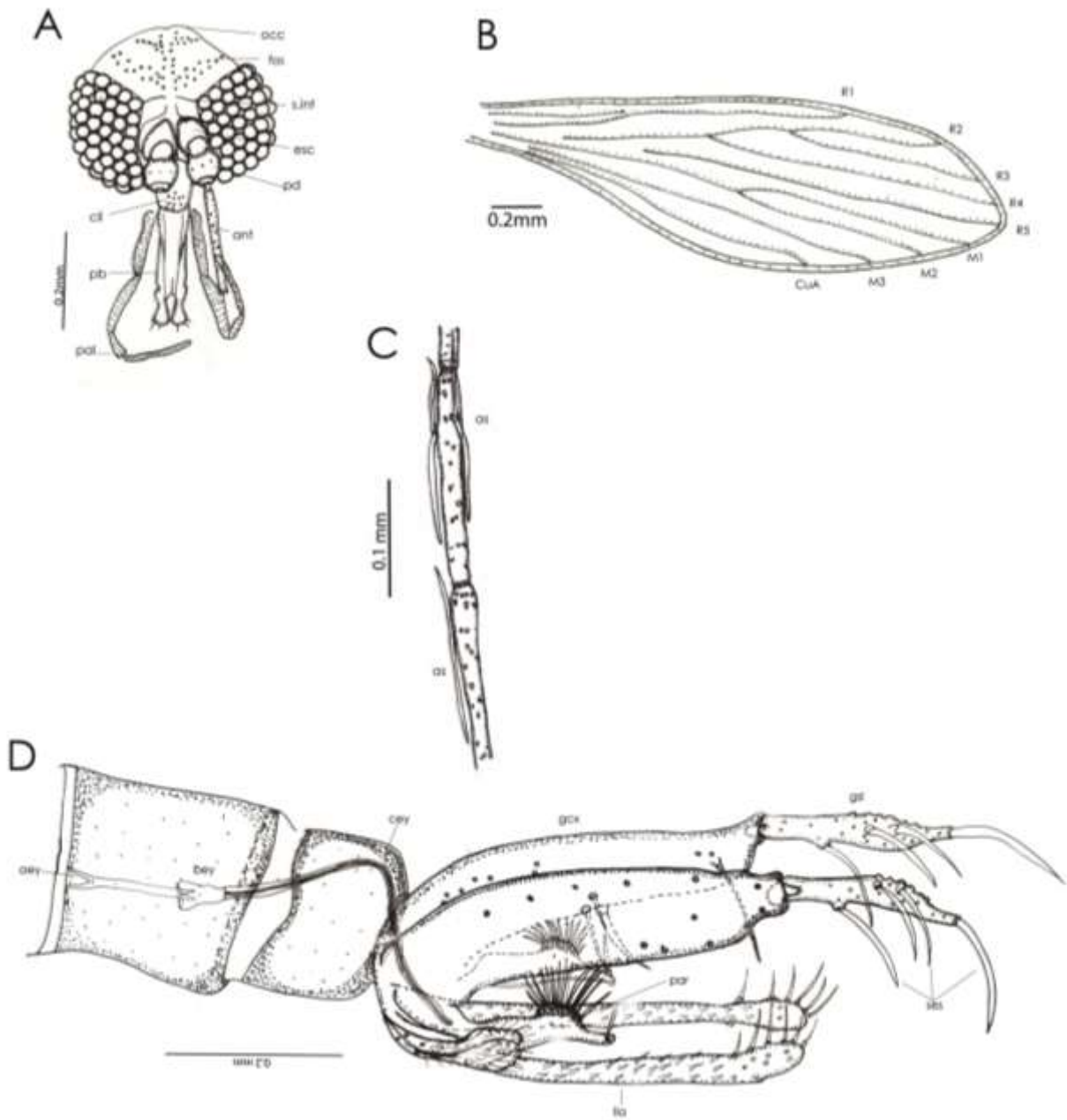


Figura 21. *Lutzomyia aclydifera*, ♂. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala. C. Ascoides con rama proximal larga (40x); C. Genitalia (20x). Abreviaturas: aey: apodema eyaculador; ant: antena; as: ascoides; bey: bomba eyaculadora; cb: cibario; cey: conductos eyaculadores; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; di: dientes; esc: escapo; f: faringe; fos: foveas; gcox: gonocoxito; gsl: gonostilo; lla: lóbulo lateral; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; par: parámetro; pb: proboscide; pd: pedicelo; R: vena radial media (R1-R5); ses: espinas; s. int: sutura interocular.

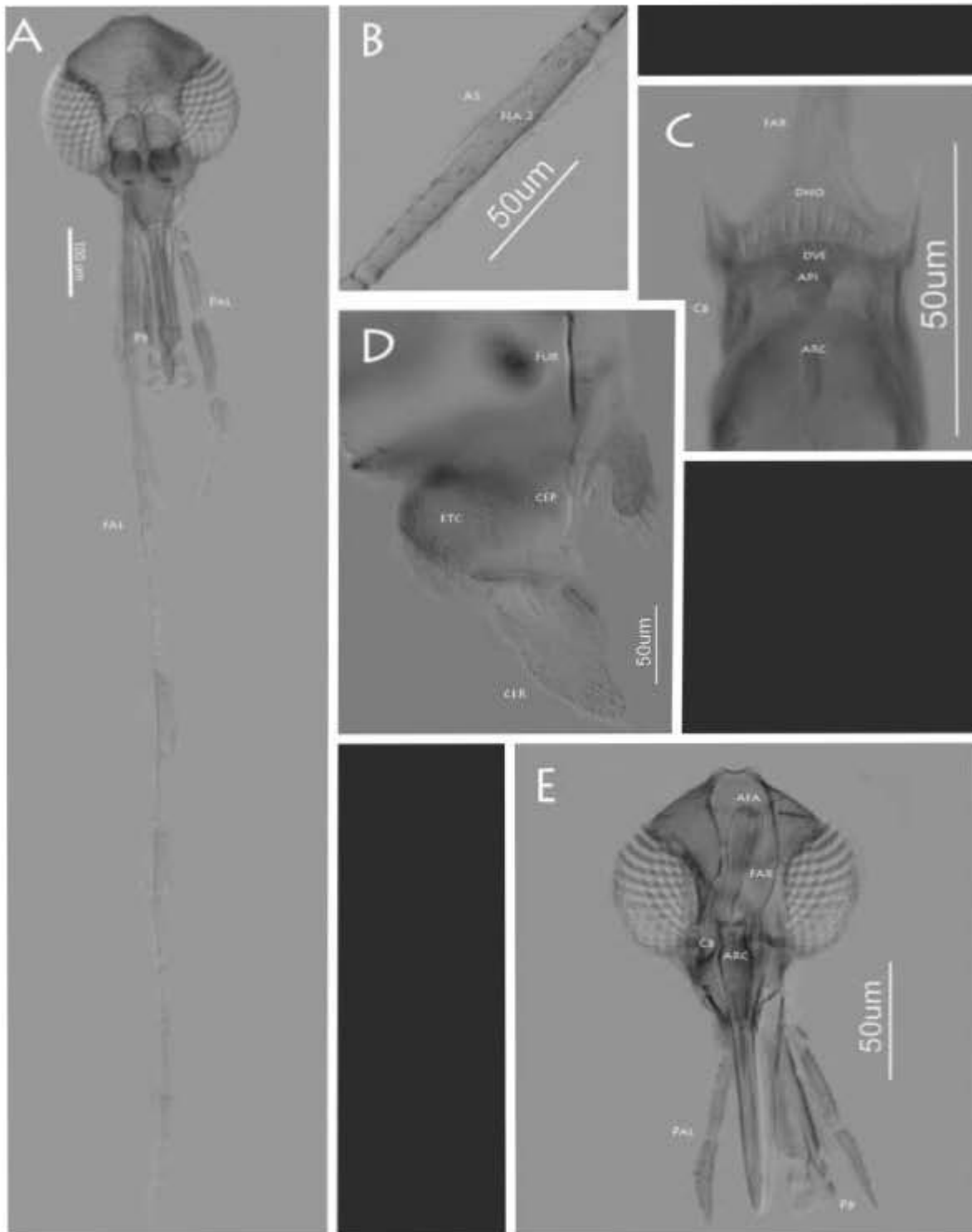


Figura 22. *Lutzomyia aclydifera*, ♀. A. Cabeza completa (20x); B. Ascoides con rama proximal larga, los del flagelómero 2; C. Armadura cibarial (100x); D. Espermatecas con anillos imbricados (40x); E. Estructuras internas de la cabeza (40x). Abreviaturas: AFA: armadura faríngea; API: área pigmentada; ARC: arco cibarial; AS: ascoides; CB: cibario; CEP: conductos espermatecales; CER: cercos; DHO: dientes horizontales; DVE: dientes verticales; ETC: espermateca; FAR: faringe; FLA: flagelómero; FU: furca; PAL: palpo; PB: proboscide. Técnica: Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski).

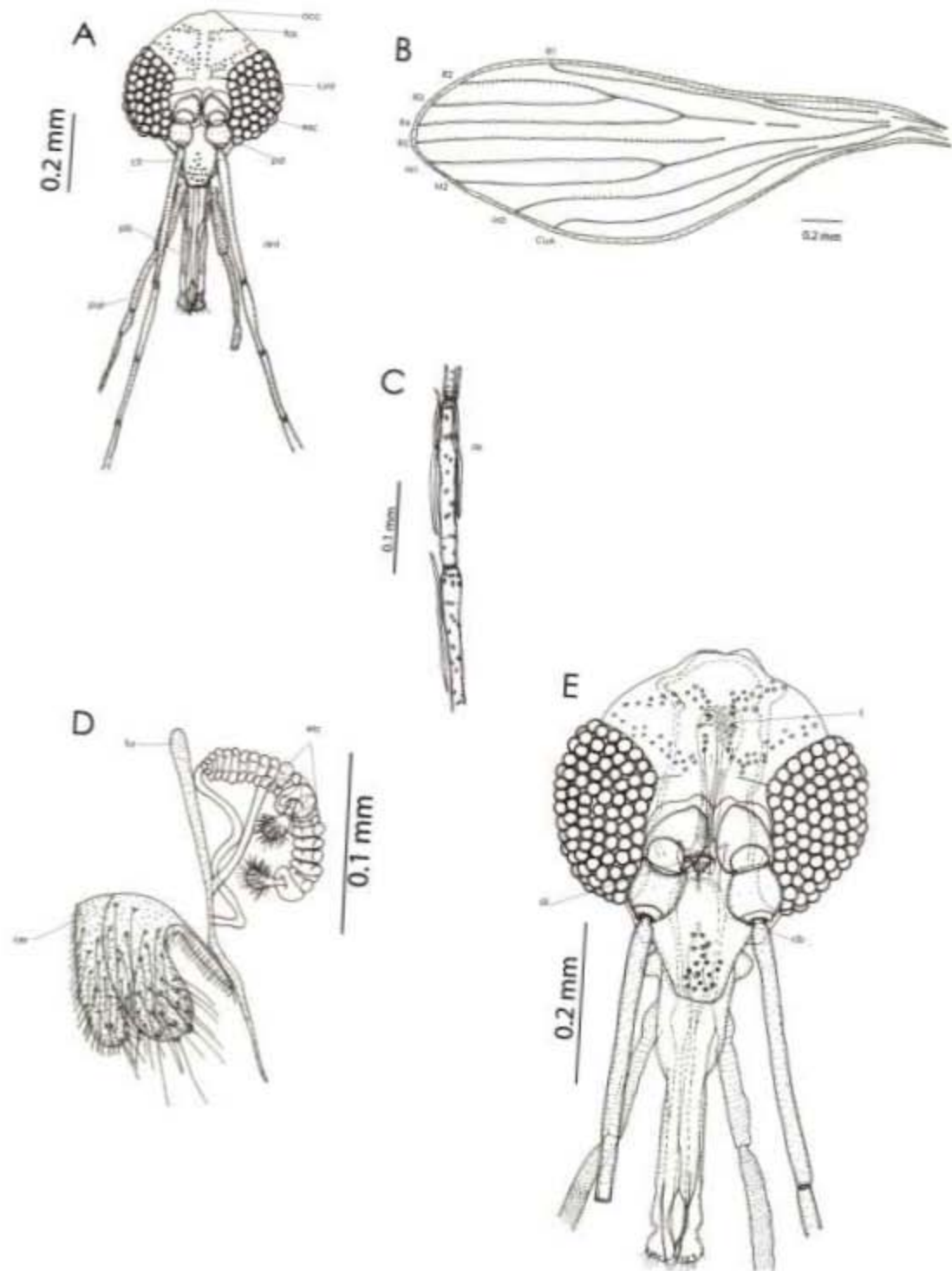


Figura 23. *Lutzomyia aclydifera*, ♀. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala; C. Ascoides con rama proximal larga; D. Espermatecas con anillos imbricados (40x); E. Estructuras internas de la cabeza (40x). Abreviaturas: ant: antenas; as: ascoides; cb: cibario; cer: cercos; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; di: dientes; esc: escapo; etc. espermateca; f: faringe; fos: foseas; fur: furca; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); s.int.: sutura interocular.

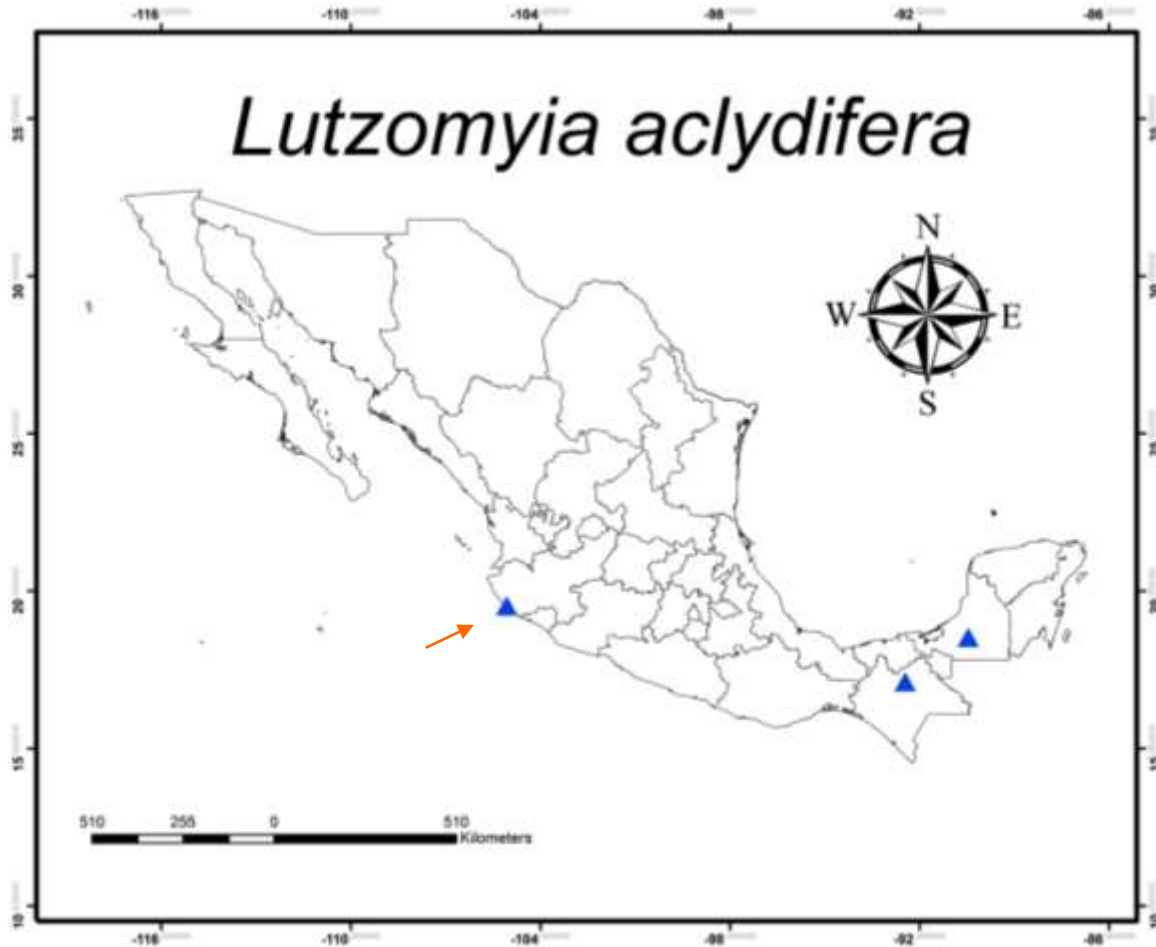


Figura 24. Distribución de *Lutzomyia aclydifera* en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. En este mapa se incluye el nuevo punto para la Estación de Biología Chamela, Jalisco (flecha).

### 7.2.7 Subgénero *Lutzomyia* (*Mycropygomyia*) Barretto

**DIAGNOSIS.** Coloración de pálida a oscura. Ascoides simples. Palpo con el artejo V más largo que el III. **MACHO:** gonocoxito con o sin sedas perennes. Gonostilo con 4-5 sedas espiniformes. Parámero simple. Ápice de los conductos eyaculadores sencillos o ensanchados. **HEMERA:** cibario con 4 a 30 dientes horizontales, el arco comúnmente con el área media no esclerosada y área pigmentada presente. Faringe con o sin espinas. Espermateca variable (Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994).



### **7.2.7.1 *Lutzomyia cayennensis* (Floch y Abonnenc)**

**DIAGNOSIS. MACHO:** 16 ejemplares. Tienen una probóscide más larga que el flagelómero 1, alcanzando la parte apical del flagelómero 2 (Fig. 25A; 26A). Los ascoides son simples y cortos, los del flagelómero 2 están insertados a diferente nivel (Fig. 25C; 26C). En el palpo, el V artejo es más largo que el III+ IV (Fig. 25A). Las alas 3.7 veces más largas que anchas, la vena R<sub>1</sub> rebasa la R<sub>2</sub>+R<sub>3</sub> (Fig. 26B; 41E). La genitalia con un parámero sencillo con ápices redondeados (Fig. 25B). El gonostilo presenta cuatro sedas espiniformes, una terminal, una prepapical y dos medias insertadas al mismo nivel (Fig. 25B). El gonocoxito sencillo, con algunas sedas perennes aisladas en el margen inferior interno (Fig. 25B). El lóbulo lateral, es más largo que el gonocoxito (Fig. 25B). Los conductos eyaculadores con ápice sencillo, que tiene forma de espátula (Fig. 25B; 26D).

**COMENTARIOS.** En diferentes partes del mundo se han registrado siete subespecies, debido a las variaciones del cibario de la hembra. Pero, en los machos no existen diferencias morfológicas. En México se han registrado dos subespecies de hembras: *L. cayennensis cayennensis*, con un cibario con los dientes horizontales medianos más cortos que la mitad de la anchura del mismo y *L. cayennensis maciasi*, con un cibario con los dientes horizontales medianos tan o más largos que la mitad de la anchura del mismo (Ibáñez-Bernal, 2000).

### **7.2.7.2 *Lutzomyia cayennensis maciasi* (Fairchild & Hertig)**

**HEMBRA:** 22 ejemplares. Tiene una probóscide tan larga como el flagelómero 1, alcanzando la parte distal del flagelomero2 y la parte media del III artejo del palpo (Fig. 27A; 28A). Los ascoides son simples y cortos, en el flagelómero 2 están insertados al mismo nivel (Fig. 27D; 28C). En el palpo, el V artejo similar en longitud al II+IV (Fig. 27A). El cibario, está compuesto por la armadura cibarial con ±14 dientes horizontales, cuya mitad basal forma una estructura en empalizada y la mitad apical triángulos isósceles, los de las zonas medias son igual o mayores a la mitad de la anchura del cibario (Fig. 27E; 28E). El área pigmentada tiene forma de triángulo isósceles y el arco cibarial está incompleto (Fig. 27B, 27E). La faringe es delgada en su parte interna con muchas espinas largas y puntiagudas (Fig. 27B). Las alas casi 3.8 veces más largas que anchas, la vena R<sub>1</sub> rebasa la vena R<sub>2</sub>+R<sub>3</sub> (Fig. 28B; 40D). Las

espematecas piriformes, anilladas y tienen un capitulo esférico con filamentos relativamente largos (Fig. 25C; 26D).

**DISTRIBUCIÓN:** En México *L. cayennensis* está reportada para los estados de: Chiapas, Guerrero, Nayarit, Michoacán, Oaxaca y Yucatán (Godínez-Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000). Este estudio representa el primer registro para el estado de Jalisco en la localidad de EBCH (Fig. 29).

**COMENTARIOS:** Las hembras fueron clasificadas en esta subespecie por la armadura del cibario. Este tiene los dientes horizontales medianos tan largos o más largos que mitad de la anchura del cibario, no obstante, los dientes verticales son difíciles de observar, sin embargo, Ibáñez-Bernal (2000) en su descripción menciona de 10 a 14 dientes verticales pequeños acomodados en hilera, siendo los centrales más grandes que los laterales.

Una de las diferencias taxonómicas que fueron de mayor utilidad para identificar a esta especie fue tomar en cuenta el tamaño e inserción de los ascoides y la bifurcación de la vena R<sub>1</sub> respecto a las venas R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>.

La importancia médica para el subgénero se desconoce, ya que las hembras se alimentan de algunas especies de lagartijas (Young y Duncan, 1994).

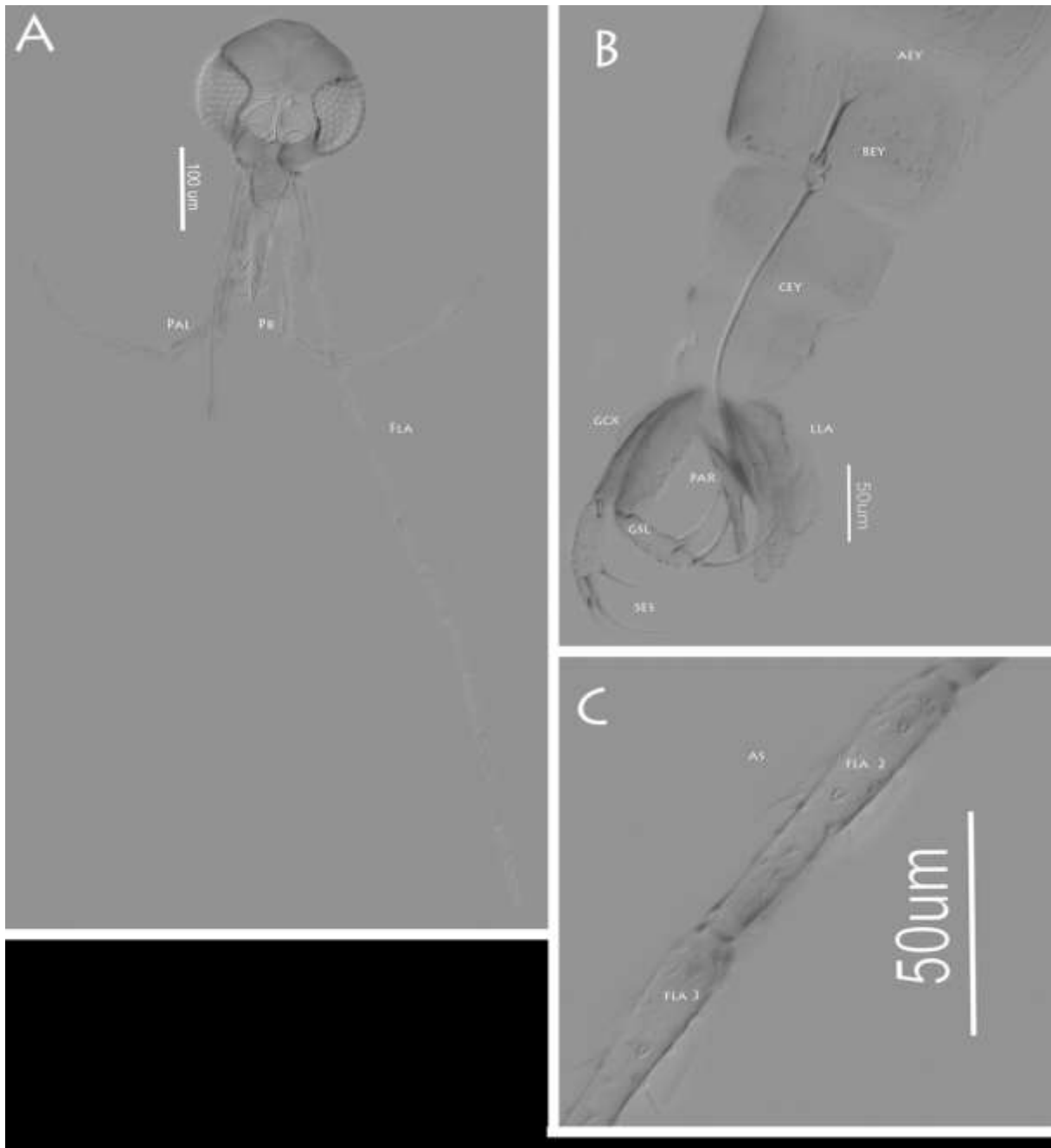


Figura 25. *Lutzomyia cayennensis*, ♂. A. Cabeza completa (20x); B. Genitalia (20x); C. Ascoides simples y cortos insertados al mismo nivel en el flagelómero 2 (40x). Abreviaturas: AEY: apodema eyaculador; AS: ascoides; BEY: bomba eyaculadora; CEY: conductos eyaculadores; FLA: flagelómero; GCX: gonocoxito; GSL: gonostilo; LLA: lóbulo lateral; PAL: palpo; PAR: parámero; PB: probóscide; SES: espinas. Técnica: Contraste Diferencial de interferencia (Nomarski).

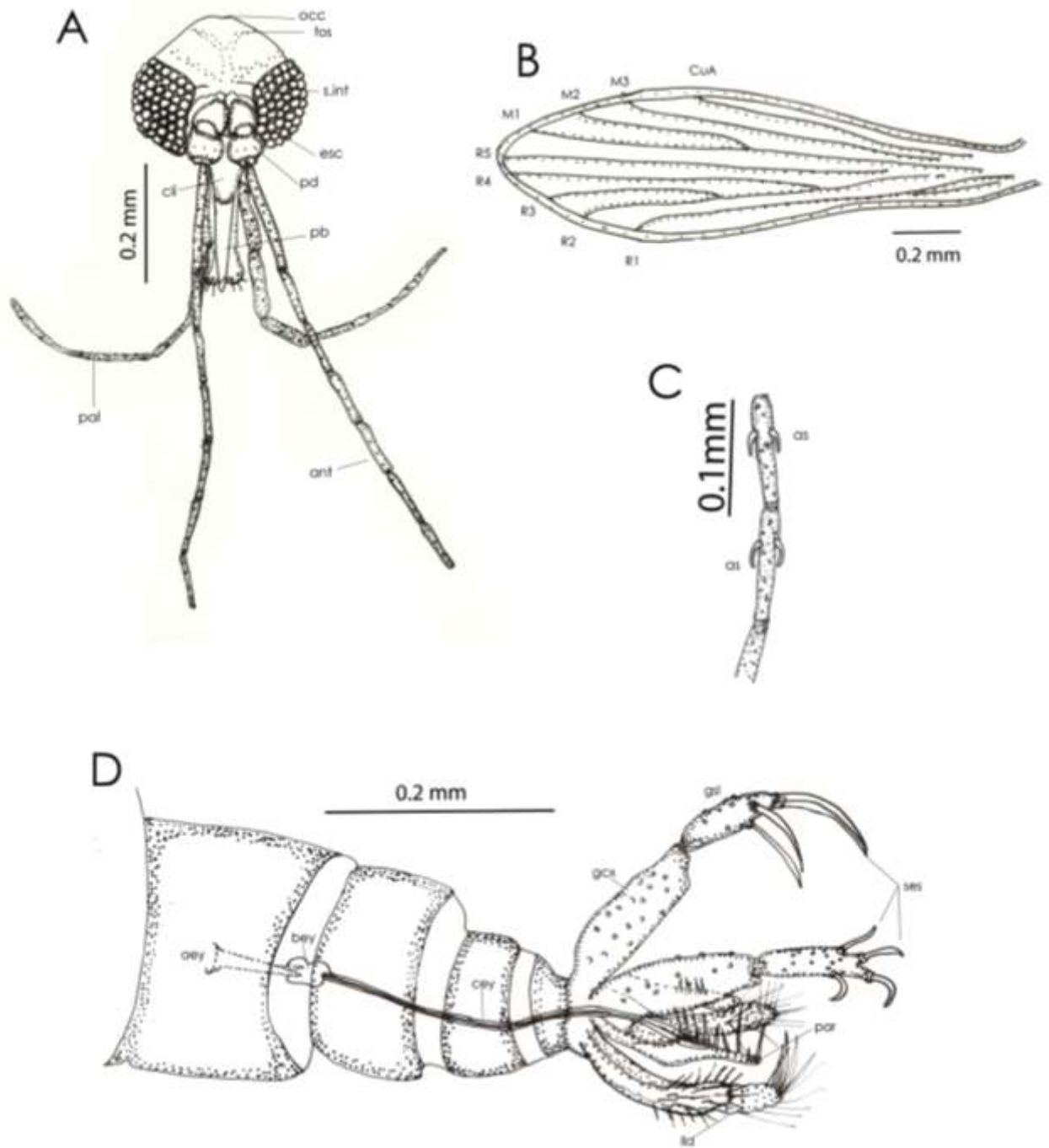


Figura 26. *Lutzomyia cayennensis* ♂. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala; C. Ascoides simples y cortos (40x); D. Genitalia (20x). Abreviaturas: aey: apodema eyaculador; ant: antenas; as: ascoides; bey: bomba eyaculadora; cey: conductos eyaculadores; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; esc: escapo; fos: foseetas; gco: gonocoxito; gsl: gonostilo; lla: lóbulo lateral; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; par: parámetro; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); ses: espinas; s. int: sutura interocular.

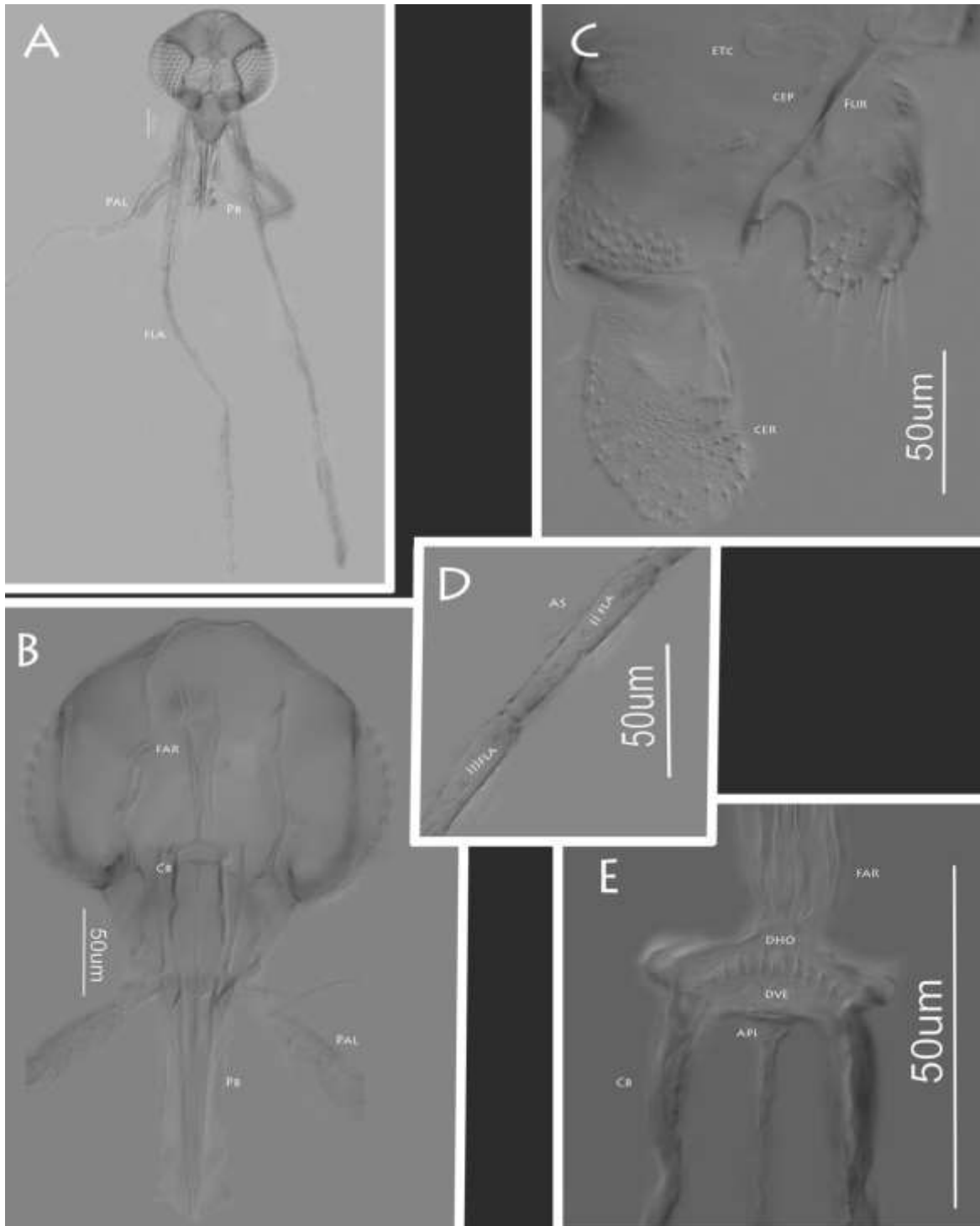


Figura 27. *Lutzomyia cayennensis maciasi* ♀. A. Cabeza completa (20x); B. Estructuras internas de la cabeza (40x); C. Espermatecas piriformes (40x). D. Ascoides simples y cortos del flagelómero 2 (40x); E. Armadura cibarial (100x). Abreviaturas: AFAR: armadura faríngea; API: área pigmentada; AS: ascoides; CB: cibario; CEP: conductos espermatecales; DHO: dientes horizontales; DVE: dientes verticales; ETC: espermateca; FAR: faringe; FLA: flagelómero; FU: furca; PAL: palpo; PB: probóscide. Técnica: Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski).

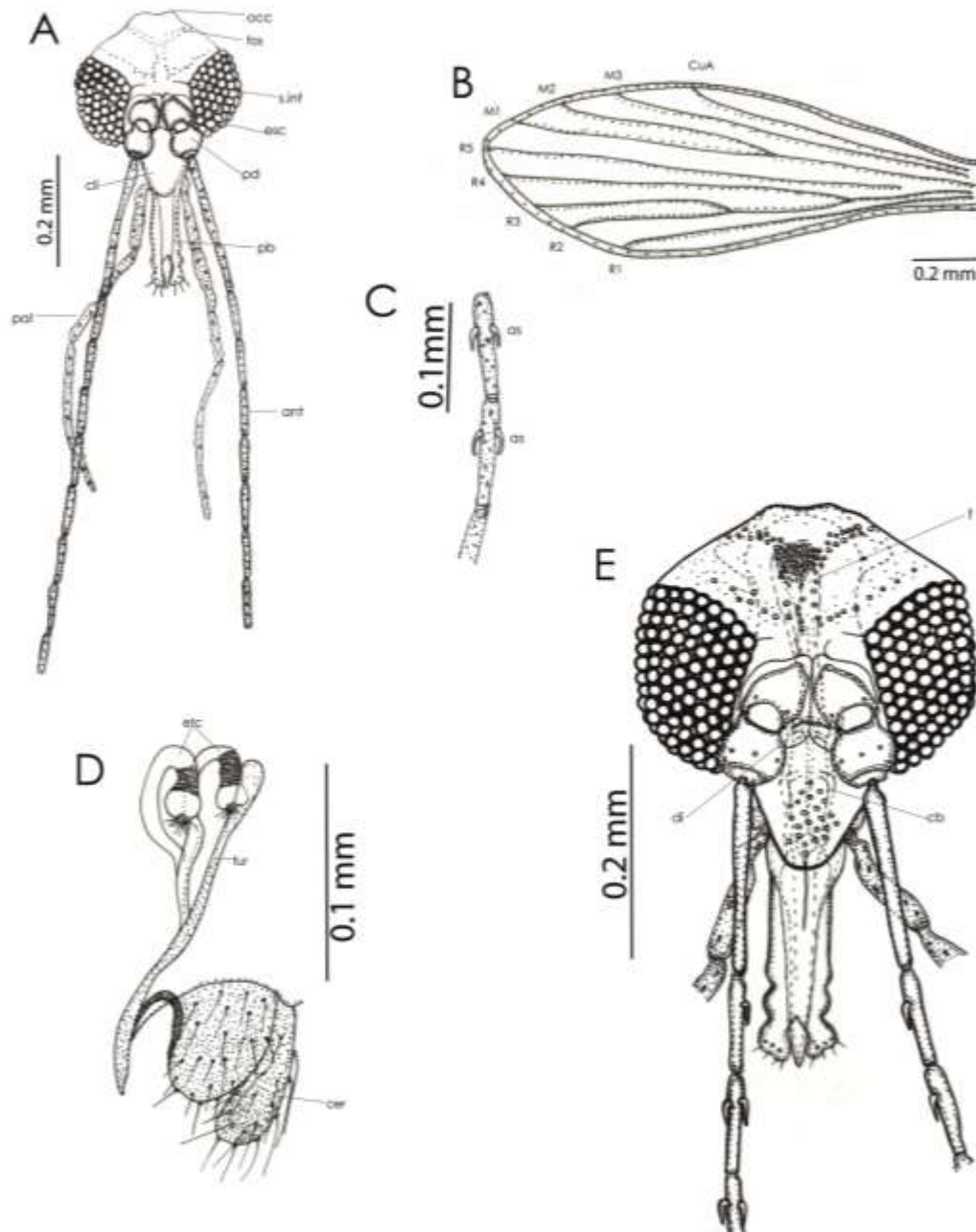


Figura 28. *Lutzomyia cayennensis maciasi*, ♀. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala; C. Ascoides simples y cortos; D. Espermatecas piriformes (40x); E. Estructuras internas de la cabeza (40x). Abreviaturas: ant: antenas; as: ascoides; cb: cibario; cer: cercos; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; di: dientes; esc: escapo; etc: espermateca; f: faringe; fos: foseetas; fur: furca; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); s. int: sutura interocular.

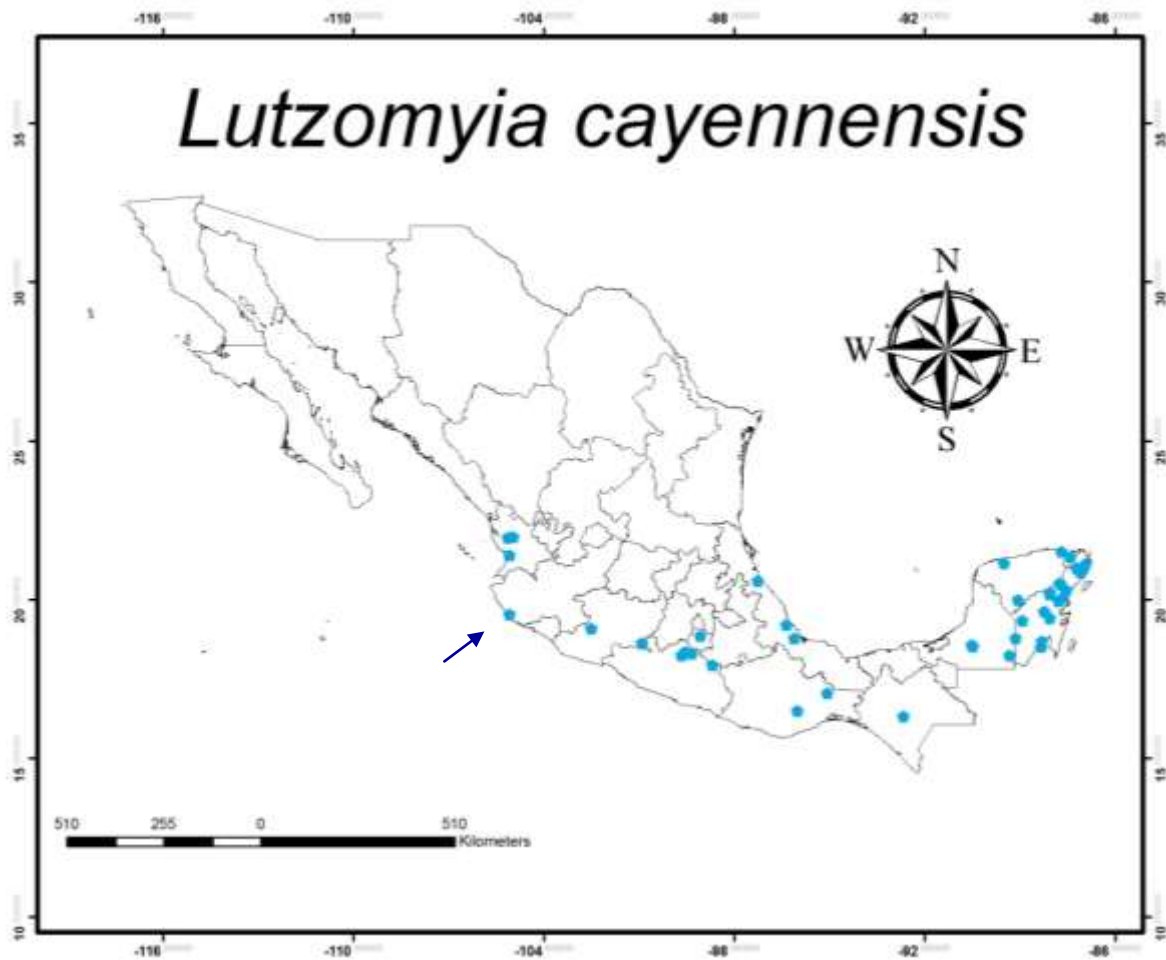


Figura 29. Distribución de *Lutzomyia cayennensis* (♂) y *Lutzomyia cayennensis maciasi* (♀) en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. En este mapa se incluye el nuevo punto para la Estación de Biología Chamela, Jalisco (flecha).

### 7.2.7.3 *Lutzomyia durani* (Vargas y Díaz-Nájera)

**DIAGNOSIS. MACHO:** Dos ejemplares. Tienen una probóscide tan larga que alcanza la parte media del flagelómero 2 y la mitad del III artejo del palpo (Fig. 30A; 31A). Los ascoides son simples y cortos, en el flagelómero 2 están insertados a diferente nivel (Fig.30B; 31C). En el palpo, el V artejo es ligeramente más corto que el III+IV (Fig. 30A). Las alas casi 3.6 veces más largas que anchas, la vena  $R_1$  termina después de la ramificación de  $R_2+R_3$  (Fig. 31B; 41D). La genitalia presenta un parámero sencillo (Fig. 30C). El gonostilo tiene 5 sedas espiniformes, dos apicales, una preapical y dos medias al mismo (2+1+2), carecen de seda delicada perenne terminal (Fig. 30C). Los conductos eyaculadores con ápices gruesos, lanceolados y

terminando en una punta delgada que es arqueada (Fig. 30C). El lóbulo lateral sencillo y delgado, casi tan largo como el gonocoxito (Fig. 30C; 31D).

**HEMERA:** 11 ejemplares. Tienen una probóscide larga que alcanza la parte apical del flagelómero 3 y la parte media del III artejo del palpo (Fig. 32A; 33A). Los ascoides son simples y casi alcanzan la mitad del flagelómero, los del flagelómero 2 insertados más o menos al mismo nivel (Fig. 32D; 33C). El cibario, está compuesto por  $\pm 17$  dientes horizontales que se encuentran en empalizada y dos grupos de 5+5 dientes verticales pequeños en hileras irregulares (Fig. 30E; 31E). El arco cibarial, estrecho al centro (Fig. 32B; 32E), área pigmentada en forma de triángulo isósceles (Fig. 32E). La faringe con varias espículas (Fig. 32B). Las alas, casi 3.9 veces más largas que anchas, la vena  $R_1$  se alarga hasta la ramificación de  $R_2+R_3$  (Fig. 33B; 40C). Espermatecas piriformes, la base un poco estriada, con un capitulo largo y profundamente insertado (Fig. 32C; 33D).

**DISTRIBUCIÓN:** En México su distribución está registrada en: Estado de México, Guerrero, Michoacán, Nayarit y Oaxaca, (Godínez- Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000). Este es el primer registro para el estado de Jalisco en la EBCH (Fig. 34).

**COMENTARIOS:** En el macho no se observaron las sedas perennes del gonocoxito distribuidas a todo lo largo del margen interno descritas por Ibáñez-Bernal (2000). *L. durani* comparten algunas semejanzas con *L. cayennensis*. Sin embargo *L. durani* se caracteriza por la bifurcación de la venación  $R_1$  respecto a  $R_2+R_3$  así como por el tamaño y la disposición de los ascoides.



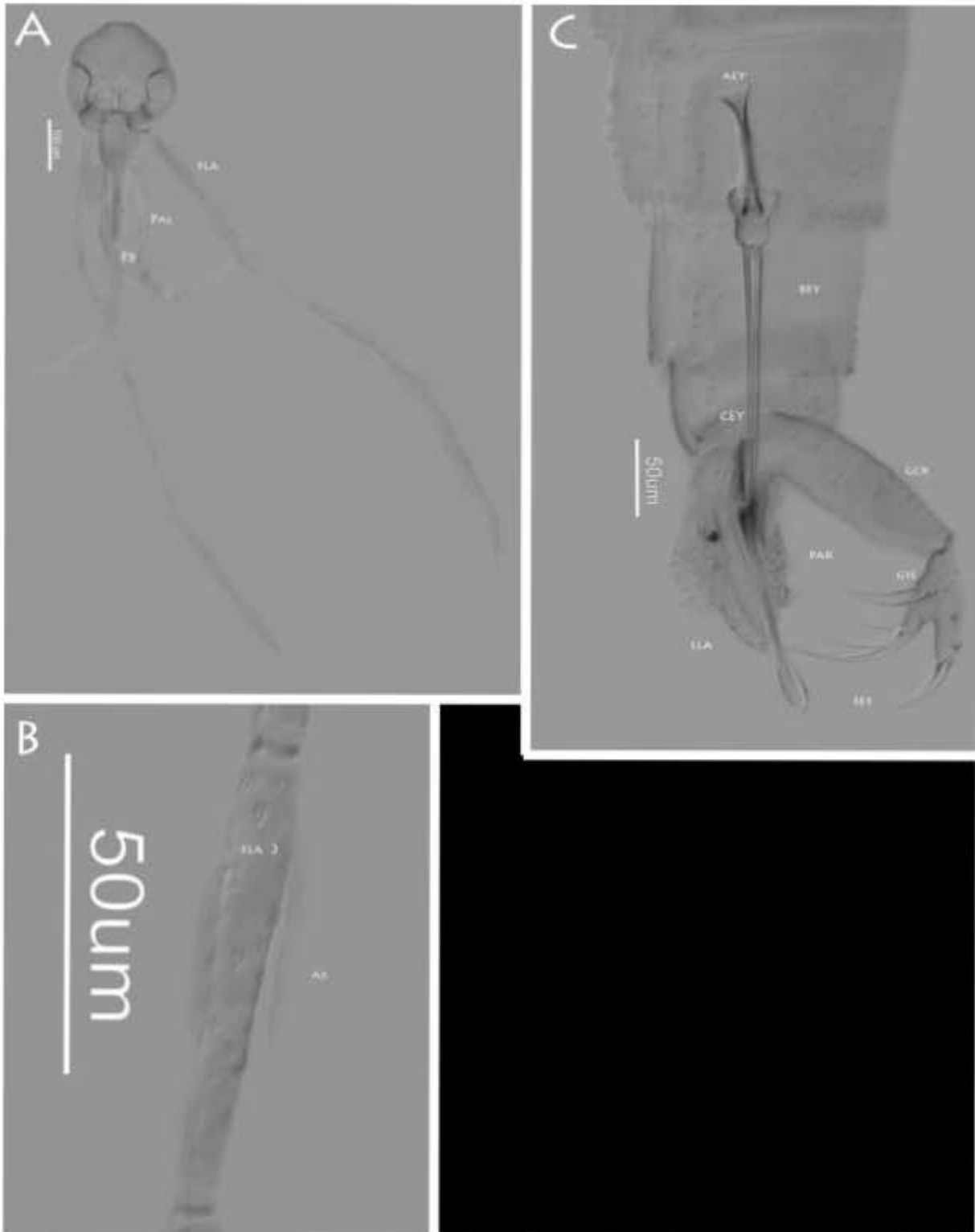


Figura 30. *Lutzomyia durani*, ♂. A. Cabeza completa (20x); B. Ascoides simples insertados a diferente nivel (40x); C. Genitalia (20x). Abreviaturas: AEY: apodema eyaculador; AS: ascoides; BEY: bomba eyaculadora; CEY: conductos eyaculadores; FLA: flagelómero; GCX: gonocoxito; GSL: gonostilo; LLA: lóbulo lateral; PAL: palpo; PAR: parámero; PB: probóscide; SES: espinas. Técnica: Contraste Diferencial de interferencia (Nomarski).

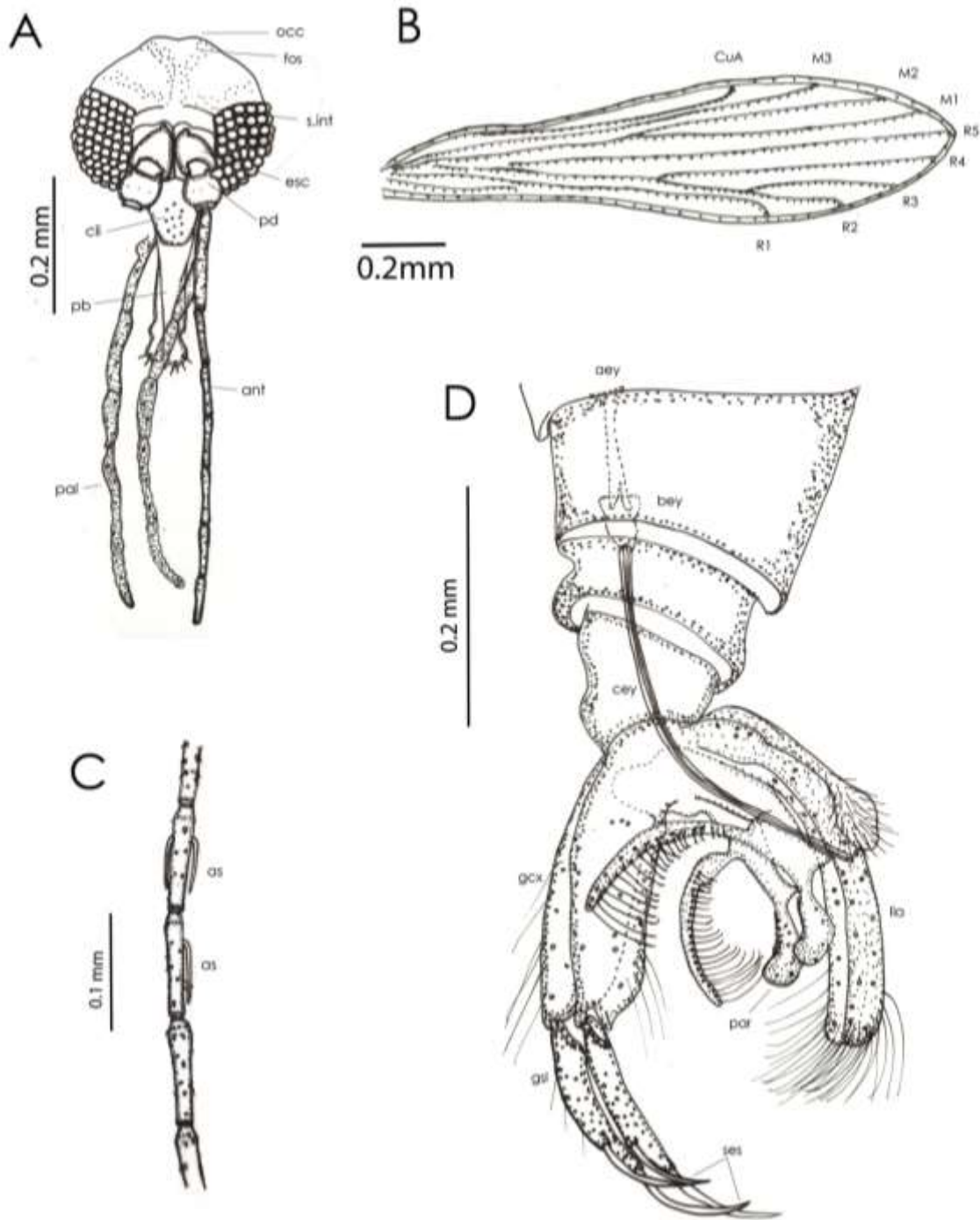


Figura 31. *Lutzomyia durani*, ♂. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala; C. Ascoides simples (40x); D. Genitalia 20x). Abreviaturas: aey: apodema eyaculador; ant: antenas; as: ascoides; bey: bomba eyaculadora; cey: conductos eyaculadores; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; esc: escapo; f: faringe; fos: foveas; gcox: gonocoxito; gsl: gonostilo; lla: lóbulo lateral; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; par: parámetro; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); ses: espinas; s.int: sutura interocular.

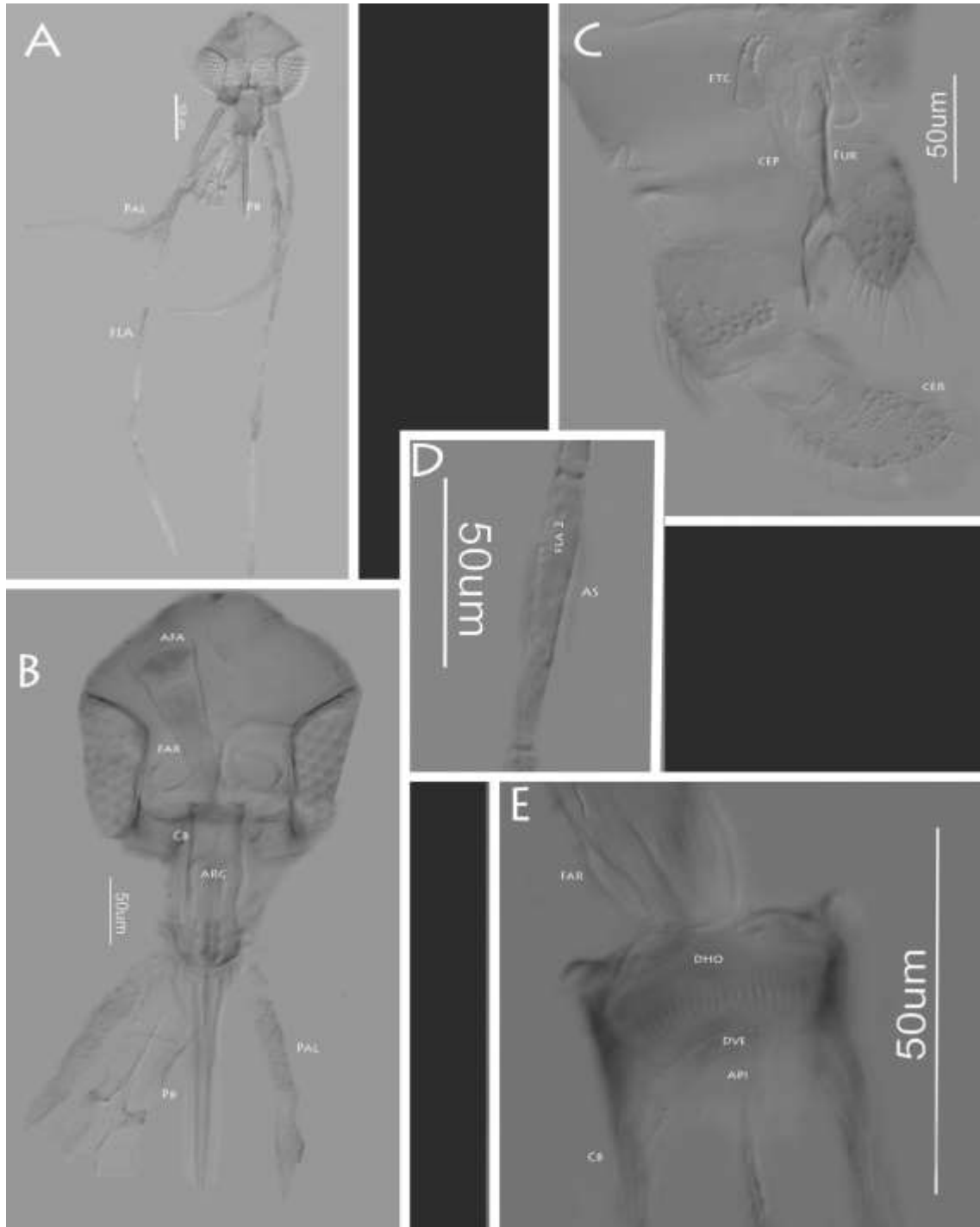


Figura 32. *Lutzomyia durani*, ♀. A. Cabeza completa (20x); B. Estructuras internas de la cabeza (40x); C. Espermatecas piriformes (40x); D. Ascoides simples insertados más o menos al mismo nivel (40x); E. Armadura cibarial (100x). Abreviaturas: AFAR: armadura faríngea; API- área pigmentada; AS: ascoides; ARC: arco cibarial; CB: cibario; CEP: conductos espermatecales; CER: cercos; DHO: dientes horizontales; DVE: dientes verticales; ETC: espermateca; FAR: faringe; FLA: flagelómero; FUR: furca; PAL: palpo; PB: probóscide. Técnica: Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski).

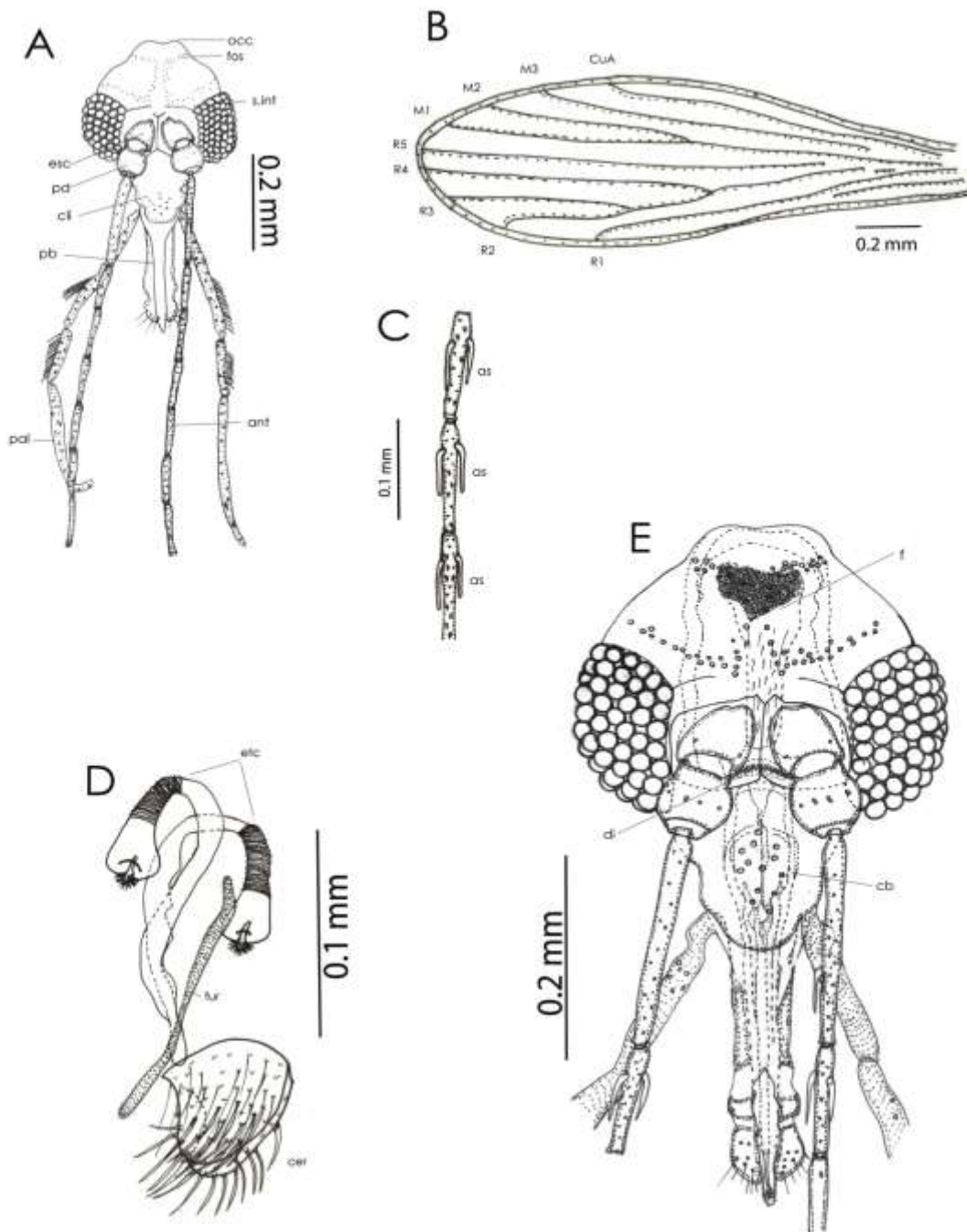


Figura 33. *Lutzomyia durani*, ♀. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala; C. Ascoides simples (40x); D. Espermatecas piriformes (40x); E. Estructuras internas de la cabeza (40x). Abreviaturas: ant: antenas; as: ascoides; cb: cibario; cer: cercos; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; di: dientes; esc: escapo; etc: espermateca; f: faringe; fos: foveas; fur: furca; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); s.int: sutura interocular.

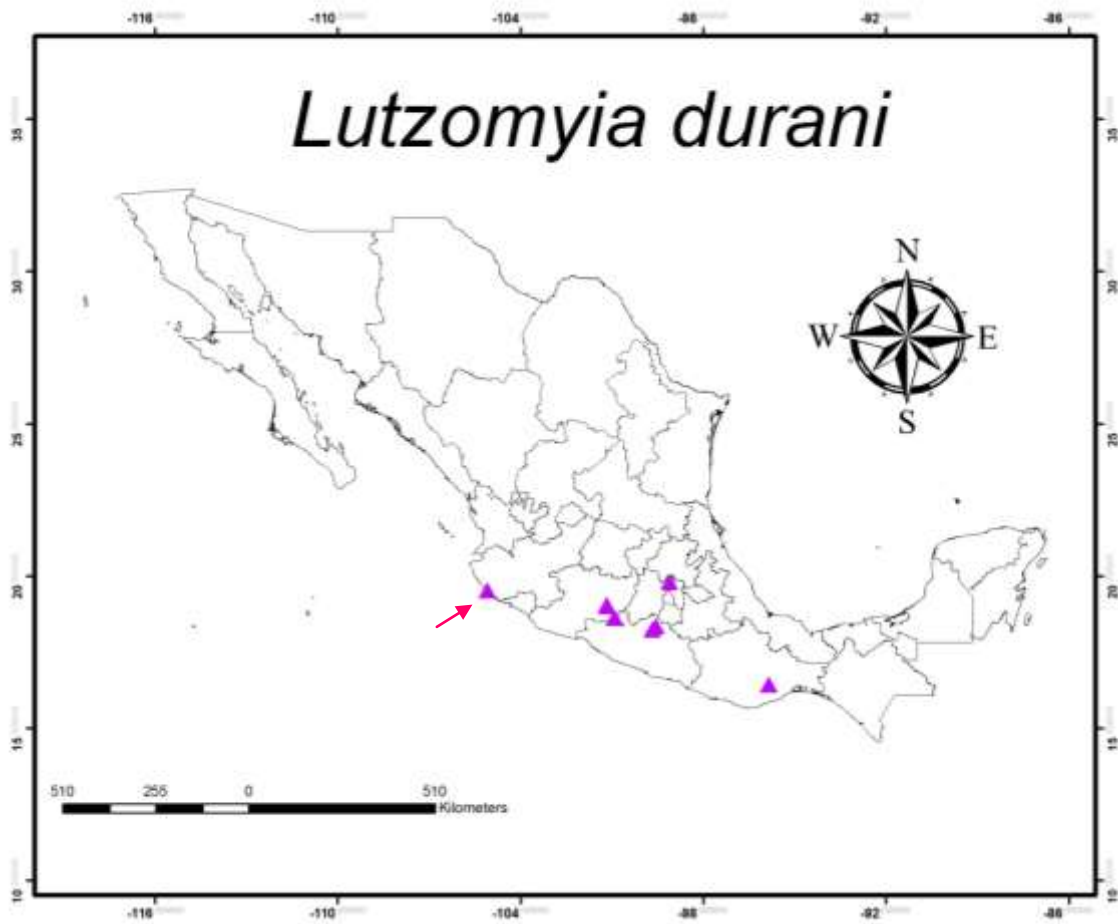


Figura 34. Distribución de *Lutzomyia durani* en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. En este mapa se incluye el nuevo punto para la Estación de Biología Chamela, Jalisco (flecha).

### 7.2.8 Subgénero *Lutzomyia* (*Helcocyrtomyia*) Barretto

**DIAGNOSIS.** Coloración de pálida a oscura. Ascoides simples. Palpo con el v artejo variable, más corto o más largo que los artejos III+IV. **MACHO:** gonocoxito con una o más sedas perennes; gonostilo con 5 sedas largas y espiniformes. Conductos eyaculadores con los ápices sencillos, delgados, ensanchados o modificados. **HEMERA:** cibario con 4 dientes horizontales, algunas especies presentan algunos dientes adicionales, de menor tamaño o desplazados de la hilera principal; los dientes verticales se disponen en una o dos hileras. El arco cibarial completo o incompleto y área pigmentada marcada. Espermateca con o sin anillos incipientes o completos (Ibáñez-Bernal, 2000; Young y Duncan, 1994).

**Comentarios:** se ha registrado algunas especies antropofílicas de importancia médica, de las cuales tres especies son sospechosas de transmitir leishmaniasis cutánea en Perú (*L. peruensis*), en Ecuador (*L. ayacuchensis*) y en Colombia (*L. hanmanni*) (Ibáñez-Bernal, 2000).

#### **7.2.8.1 *Lutzomyia vindicator* (Dampf)**

**DIAGNOSIS. MACHO:** Cuatro ejemplares. Tienen una probóscide que alcanza la mitad del flagelómero 2 y la parte media del III artejo del palpo (Fig. 35A; 36A). Los ascoides simples insertados al mismo nivel (Fig. 35C). La genitalia con un parámetro complejo que presenta un lóbulo espinoso, acinturado en la parte media y engrosado en la mitad apical, la cual termina en punta roma, la mitad apical con sedas espiniformes cortas (Fig. 35B). El gonostilo con cinco sedas espiniformes, dos independientes cerca de la parte media insertadas al mismo nivel, una asilada en el tercio apical y dos terminales (2+1+2) (Fig. 35B). El gonocoxito, presenta un mechón basal formado por  $\pm 10$  sedas gruesas. El lóbulo lateral es semejante en tamaño al gonocoxito (Fig. 35B; 36C). Las alas casi 4 veces más largas que anchas, la vena  $R_1$  se bifurca después de  $R_2+R_3$  (Fig. 36B; 41B;).

**HEMBRA:** Siete ejemplares. Tienen una probóscide que alcanza el extremo apical del flagelómero 3 y rebasando la parte media del III artejo del palpo (Fig. 37A; 38A). Los ascoides son simples y se insertan al mismo nivel (Fig. 37E). El cibario, tiene 4 dientes horizontales triangulares y puntiagudos, la parte media de su base parece estar fusionada y además hay una hilera irregular de pequeños y redondos dientes verticales (Fig. 37B, 37C; 38C). El área pigmentada es ovalada y densa (Fig. 37B, 37C). El arco cibarial está incompleto (Fig. 37B). La faringe tiene estrías transversales (Fig. 37B). Espermatecas ovaladas y con un capitelo en forma de mazo con filamentos cortos (Fig. 37D; 38B).

**DISTRIBUCIÓN:** En México se distribuye en: Distrito Federal, Morelos, Guerrero, Oaxaca (Godínez- Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000). Este estudio es el primer registro para Jalisco y la EBCH (Fig. 39).

**COMENTARIOS.** El tamaño del labro no coincidió con la descripción de Ibáñez-Bernal (2000), ya que observamos que este es mucho mayor que el flagelómero 1 y no más corto, por lo que se sugiere hacer una revisión con otros ejemplares.



Figura 35. *Lutzomyia vindicator*, ♂. A. Cabeza completa (20x); B. Genitalia, con parámetro complejo (20x). C. Ascoides simples del flagelómero 2 insertados a diferentes niveles (40x). Abreviaturas: AEY: apodema eyaculador; AS: ascoides; BEY: bomba eyaculadora; CEY: conductos eyaculadores; FLA: flagelómero; GCX: gonocoxito; GSL: gonostilo; LLA: lóbulo lateral; PAL: palpo; PAR: parámetro; PB: probóscide; SES: espinas. Técnica: Contraste Diferencial de interferencia (Nomarski).

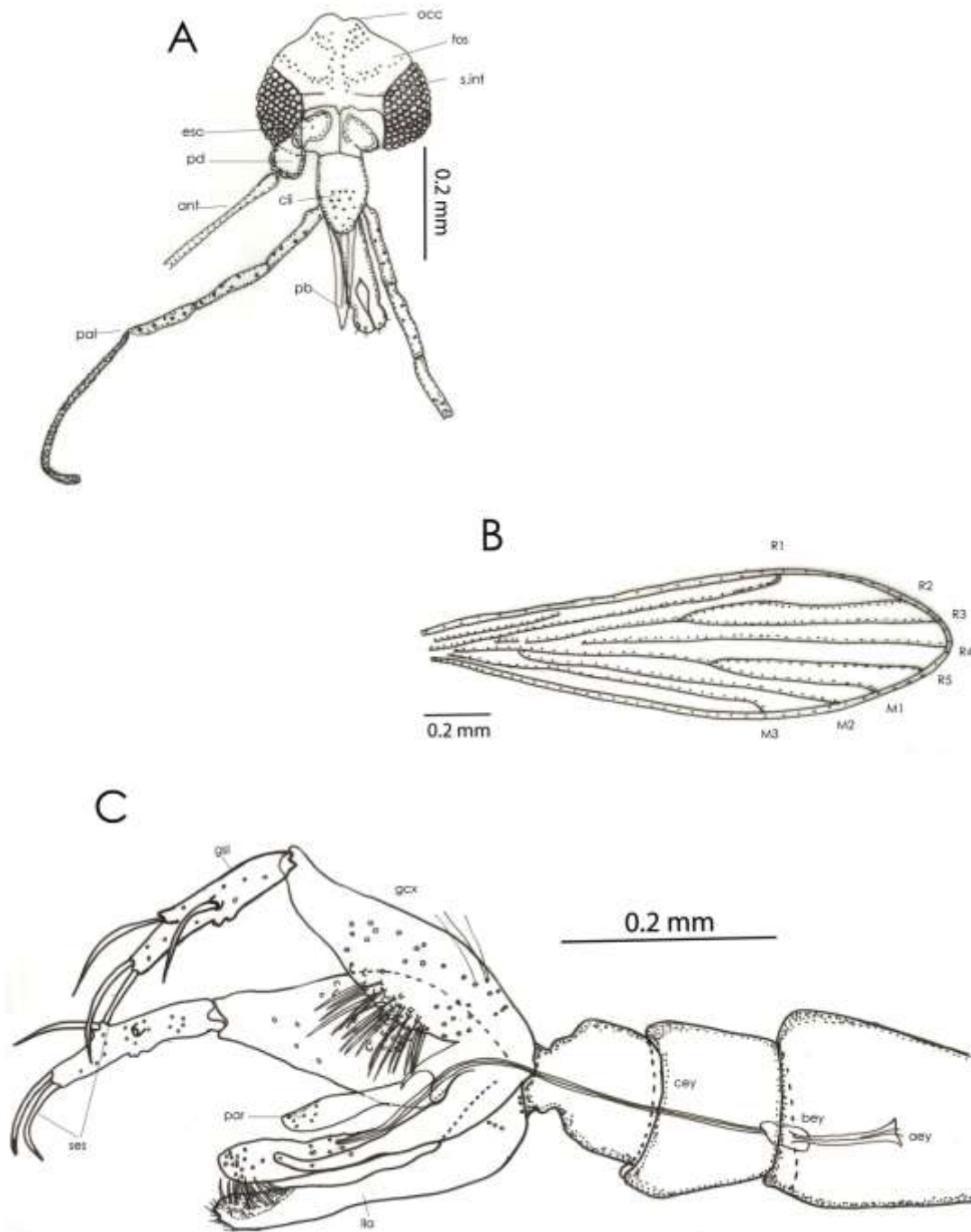


Figura 36. *Lutzomyia vindicator*, ♂. A. Cabeza completa vista frontal (20x); B. Ala; C. Genitalia, con parámetro complejo (20x). Abreviaturas: aey: apodema eyaculador ant; ant: antenas; as: ascoides; bey: bomba eyaculadora; cey: conductos eyaculadores; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; esc: escapo; fos: foseas; gcox: gonocoxito; gsl: gonostilo; lla: lóbulo lateral; M: vena media alar (M1-M3); occ: occipucio; pal: palpos; par: parámetro; pb: probóscide; pd: pedicelo; R: vena radial alar (R1-R5); ses: espinas; s.int: sutura interocular.



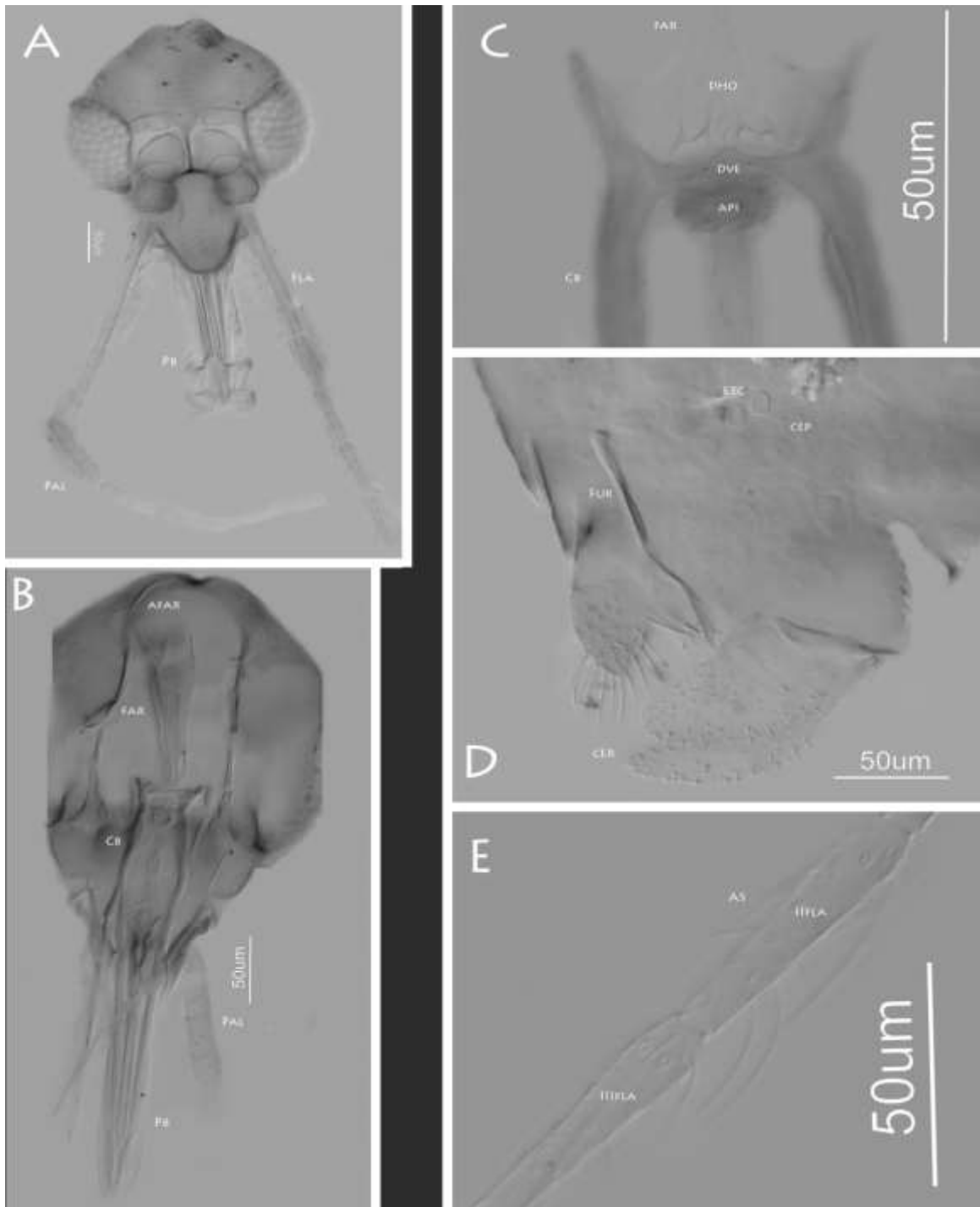


Figura 37. *Lutzomyia vindicator*, ♀. A. Cabeza completa (20x); B. Estructuras internas de la cabeza (40x); C. Armadura cibarial (100x); D. Espermatecas ovaladas, con capitulo a manera de mazo (40x); E. Ascoides simples del flagelómero 2 insertados al mismo nivel (40x). Abreviaturas: AFAR: armadura faríngea; API: área pigmentada; AS: ascoides; CB: cibario; CEP: conductos espermatecales; CER: cercos; DHO: dientes horizontales; DVE: dientes verticales; ETC: espermateca; FAR: faringe; FLA: flagelómero; FU: furca; PAL: palpo; PB: probóscide. Técnica: Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski).

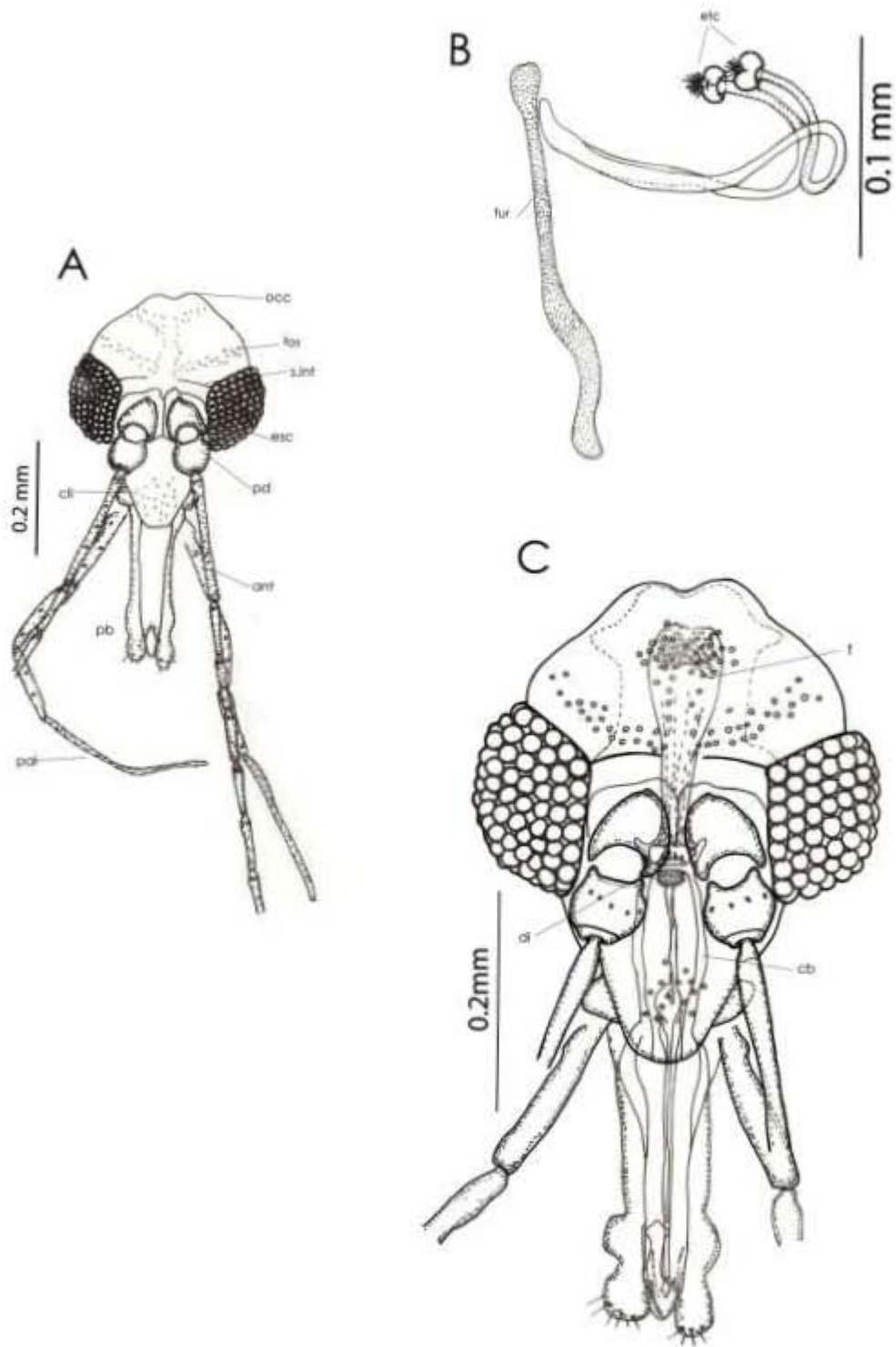


Figura 38. *Lutzomyia vindicator*, ♀. A. Cabeza completa (20x); B. Espermatecas ovaladas, con capitelo a manera de mazo (40x); C. Estructuras internas de la cabeza (40x). Abreviaturas: ant: antenas; as: ascoides; cb: cibario; cli: clipelo; CuA: vena cubital anterior; di: dientes; esc: escapo; f: faringe; fos: fosetas; occ: occipucio; pal: palpos; pb: probóscide; pd: pedicelo.

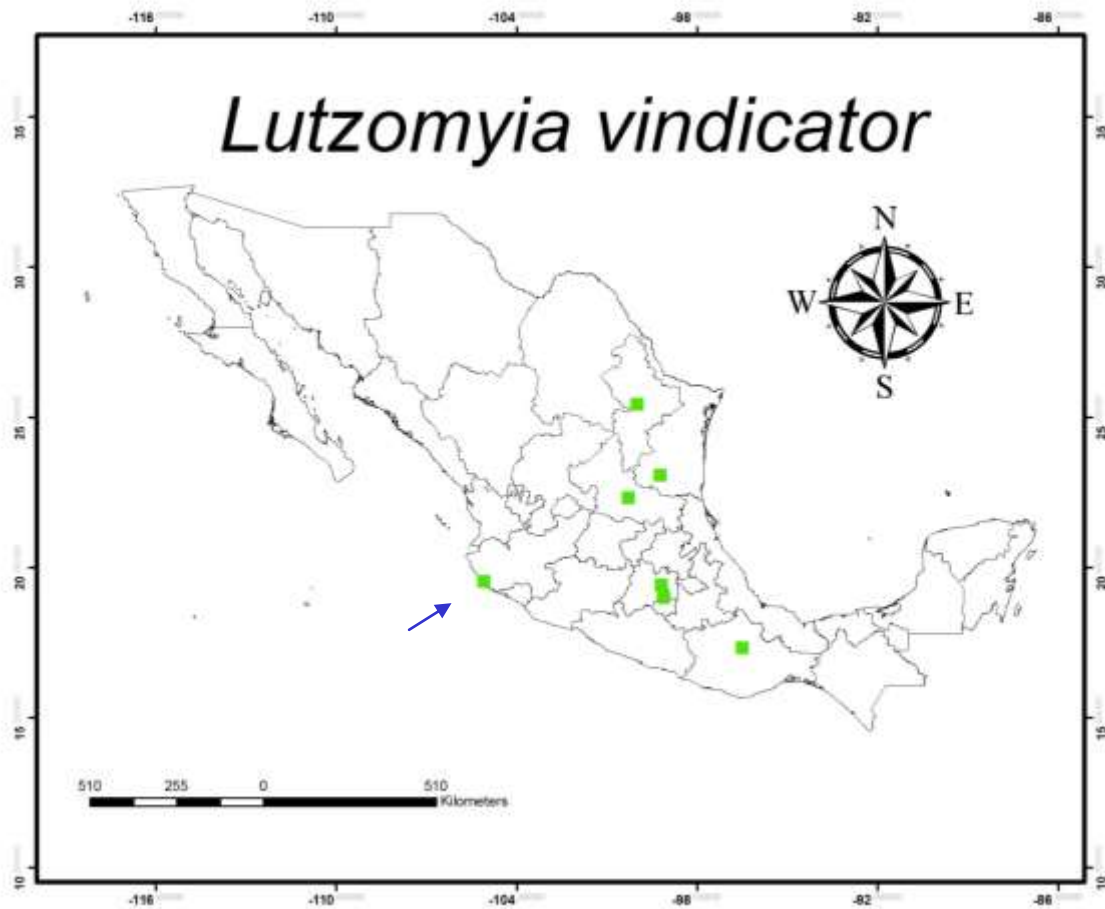


Figura 39. Distribución de *Lutzomyia vindicator* en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. En este mapa se incluye el nuevo punto para la Estación de Biología Chamela, Jalisco (flecha).

### MORFOLOGÍA DE ALAS

A continuación se presentan dos figuras (40-41), que muestran la morfología de las alas que podemos encontrar en las especies colectadas además de que se evidencia la diferencia entre las alas de los machos y hembras del mismo sexo.

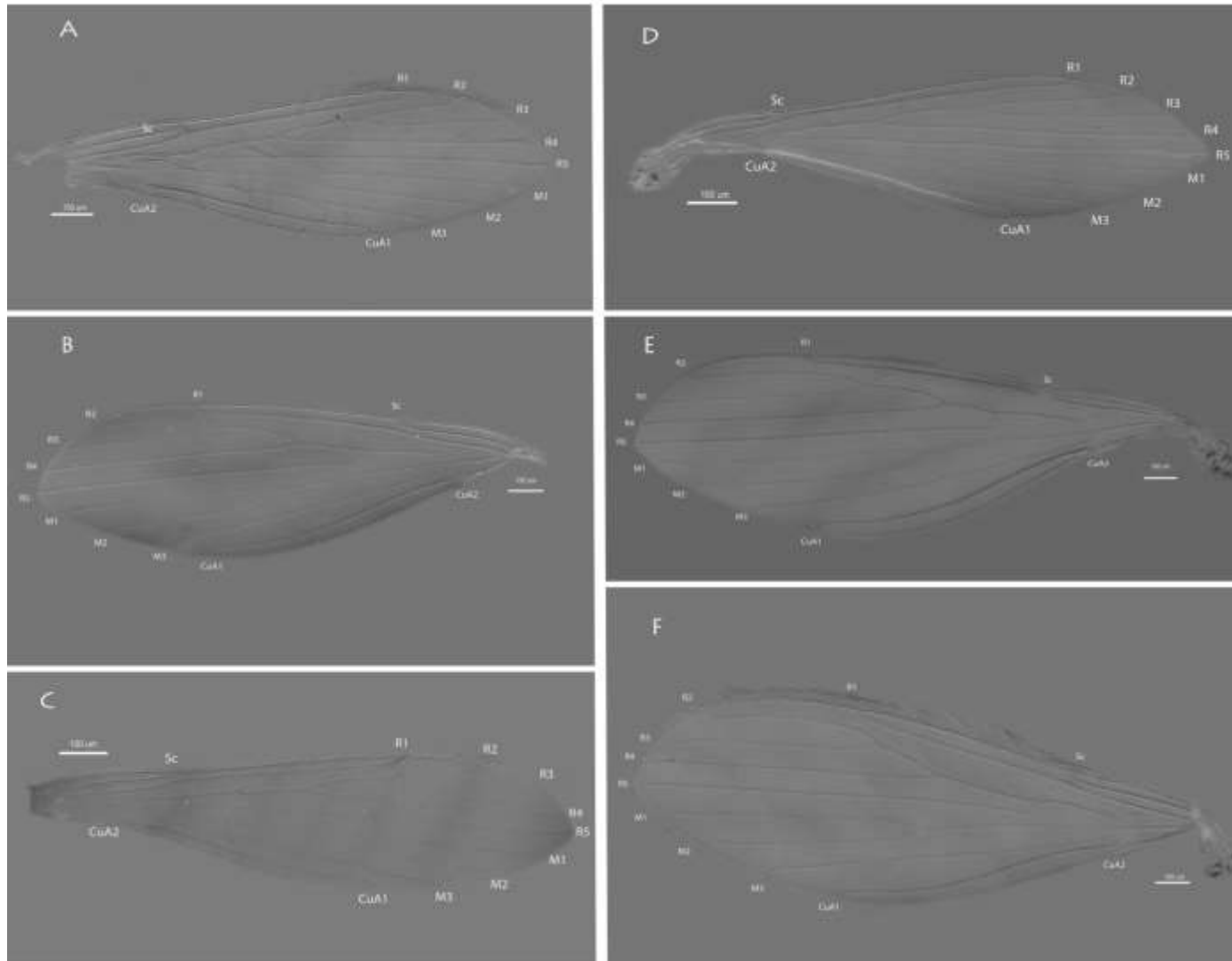


Figura 40. Alas de las hembras de flebotomíneos de la EBCH: forma y nomenclatura de las venas. A. *Lutzomyia dodgei* (20x); B. *Lutzomyia shannoni* (20x); C. *Lutzomyia durani* (20x) D. *Lutzomyia cayennensis* (20x) E. *Lutzomyia aclydifera* (20x) F. *Brumptomyia* sp. (20x). Abreviaturas: SC: vena subcostal, R1.-vena radial 1 alar, R2: vena radial 2 alar, R3: vena radial 3 alar, R4: vena radial 4 alar, R5: vena radial 5 alar, M1: vena media 1, M2: vena media 2, M3: vena media 3, CuA1: vena cubital anterior 1, CuA2: vena cubital anterior 2. Técnica: Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski).

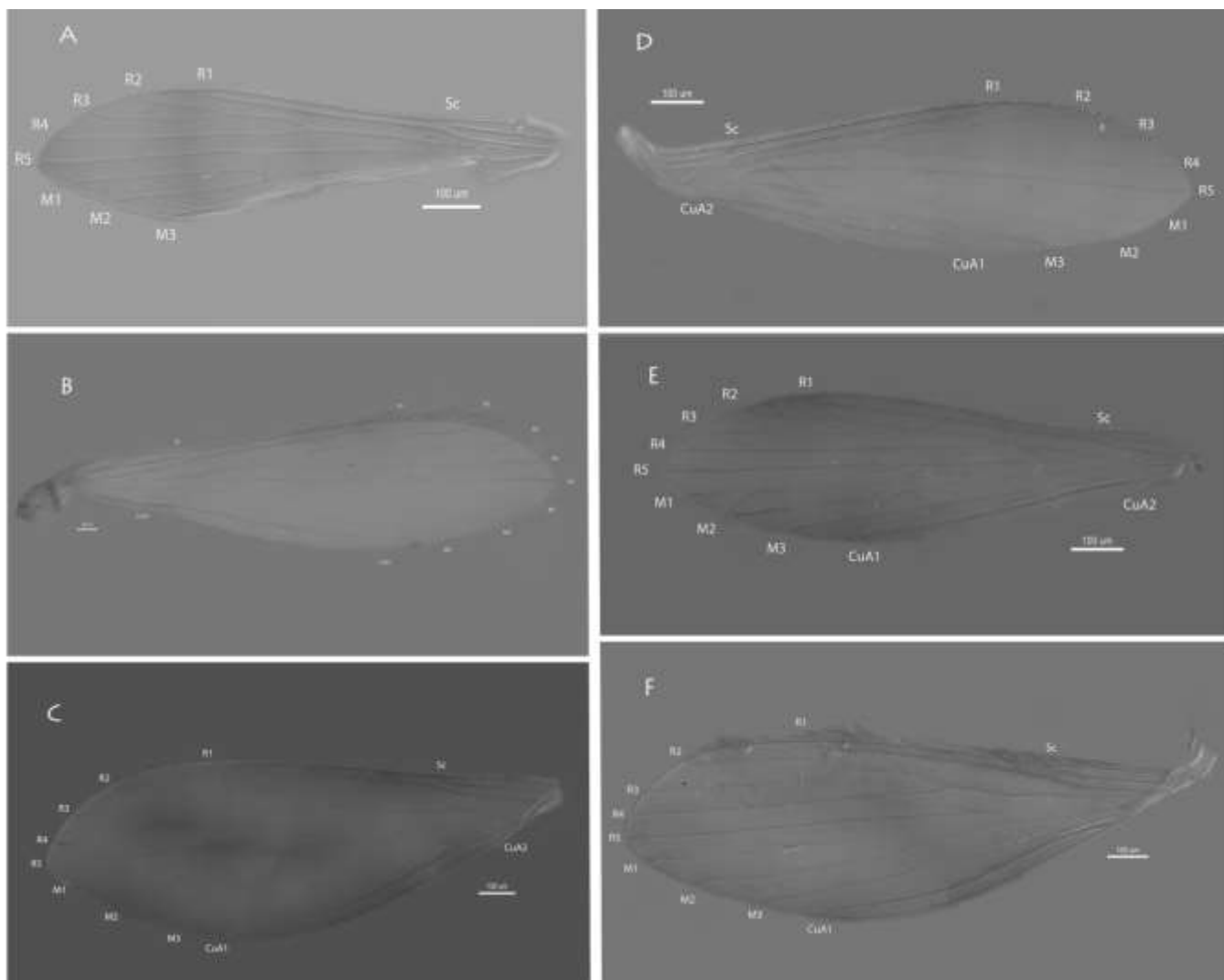
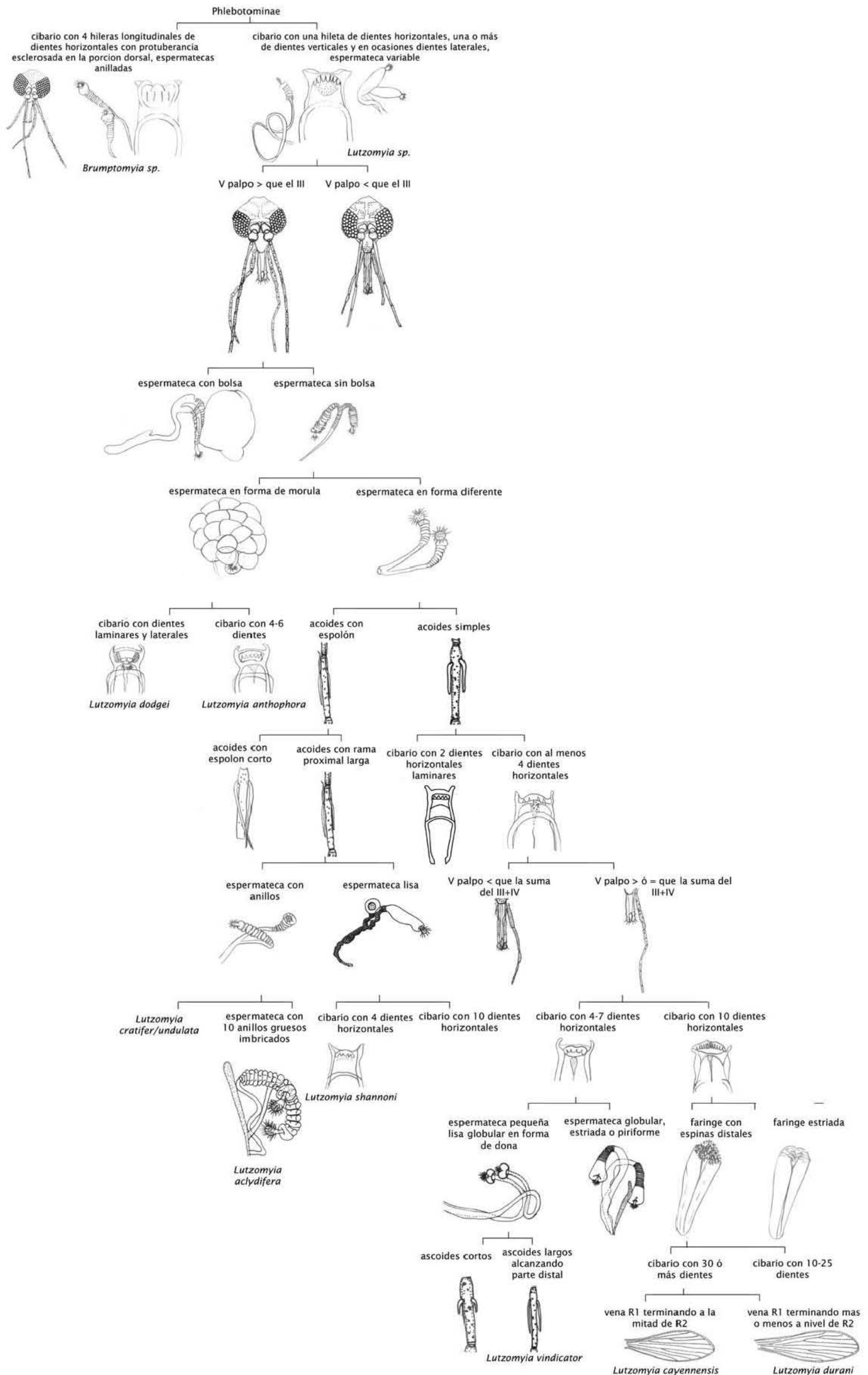


Figura 41. Alas de machos de flebotomíneos de la EBCH: forma y nomenclatura de las venas. A. *Lutzomyia dodgei* (20x); B. *Lutzomyia vindicator* (20x); C. *Lutzomyia shannoni* (20x); D. *Lutzomyia durani* (20x); E. *Lutzomyia cayennensis* (20x); F. *Lutzomyia aclydifera* (20x). Abreviaturas: SC: vena subcostal, R1.-vena radial 1 alar, R2: vena radial 2 alar, R3: vena radial 3 alar, R4: vena radial 4 alar, R5: vena radial 5 alar, M1: vena media 1, M2: vena media 2, M3: vena media 3, CuA1: vena cubital anterior 1, CuA2: vena cubital anterior 2. Técnica: Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski).

8. Clave pictográfica para identificar las especies de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) de Chamela, Jalisco.

8.1 Clave para la identificación de hembras.





## 9. Análisis de colinealidad de variables bioclimáticas y topográficas (VIF)

El análisis de colinealidad nos indicó que las variables menos correlacionadas son:

- **Bio2:** Rango de temperatura diurno medio (Temp. máxima – Temp. mínima)
- **Bio3:** Isotermalidad (Bio2 / Bio7) (\* 100)
- **Bio9:** Temperatura media del trimestre más seco
- **Bio10:** Temperatura media del trimestre más caliente
- **Bio13:** Precipitación del mes más húmedo
- **Bio14:** Precipitación del mes más seco
- **Bio15:** Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
- **Bio18:** Precipitación del trimestre más caliente
- **Bio19:** Precipitación del trimestre más frío
- **Pendiente:** distancia vertical\*100/ distancia en horizontal

Por lo tanto dichas variables son las que se tomaron en cuenta para el perfil bioclimático.

## 10. Análisis de correlación de variables bioclimáticas y topográficas

En el fenograma (Fig. 40) aparece una línea negra vertical, la cual corresponde a un umbral de 0.85 (aparece en 0.15 porque está calculada como el inverso [1-distancia]). Todas las variables del lado izquierdo de la línea tienen una correlación mayor a 0.85, indicando que están mucho más correlacionadas entre sí, mientras que las variables que no sobrepasan la línea o que se ramifican hacia la derecha tienen una correlación menor a 0.85. Por lo tanto son aquellas variables (Bio2, Bio3, Bio14, Bio15, pendiente e índice compuesto topográfico) que fueron consideradas con una menor correlación.



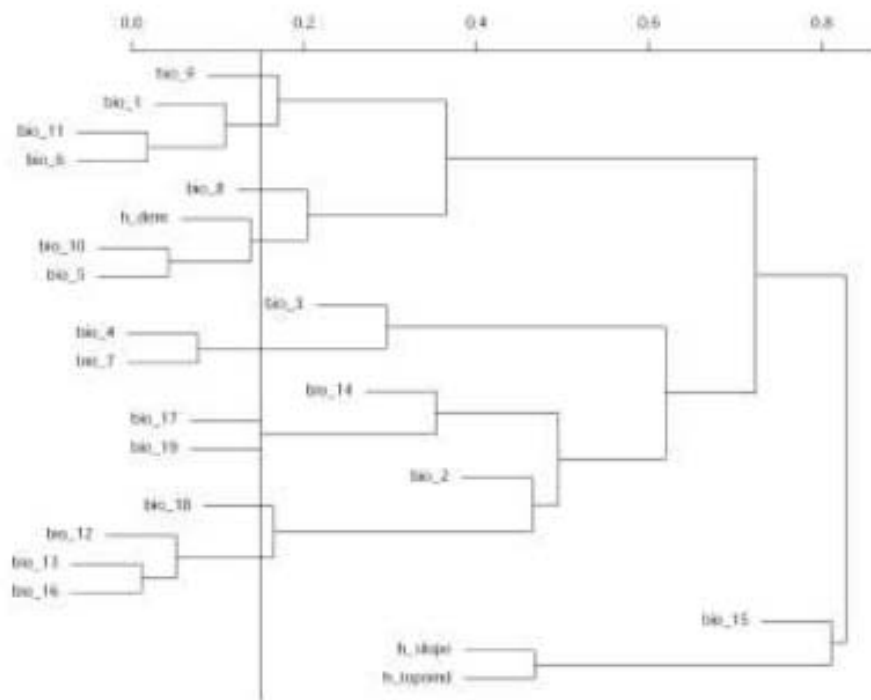


Figura 42. Análisis de correlación de variables, correlacionando las 19 capas bioclimáticas y las 3 topográficas.

## 11. Comportamiento ecológico respecto a las variables con menor correlación

Cada variable ecológica se analizó por separado. Para cada una de estas, se comparó el comportamiento ecológico de las diez especies de flebotomíneos reportadas para Jalisco, con respecto a los valores que corresponden a los de la Estación de Biología Chamela, Jalisco (EBCH). Estos valores se muestran marcados con una línea horizontal roja en cada una de las gráficas (Figs. 43-46).

### 11.1 Bio2 (Rango de temperatura diurna medio)

Respecto al valor de la temperatura diurna media que se registra para la EBCH (13.3°) se pudo diferenciar a dos grupos de flebotomíneos (Fig. 43A). El primer grupo corresponde a seis especies: *B. hamata*, *B. mesai*, *L. aclydifera*, *L. cruciata*, *L. cayennesis* y *L. shannoni*, de las cuales más del 50% de sus registros se encuentran por debajo del valor que corresponde a la EBCH. Los rangos de temperatura diurna media de estas especies varían en un intervalo mínimo de 8.4°

(para *L. shannoni* colectada en Veracruz) a 11.8° (para *L. aclydifera* colectada en Chiapas) y un rango máximas de 17.1° (para *L. cruciata* colecta en Jalisco) a 13.3° (para *L. aclydifera* colecta en EBCH, Jalisco).

En el segundo grupo se encuentran: *L. dodgei*, *L. durani*, *L. texana* y *L. vindicator*, cuyos rangos de temperatura diurna media se encuentran por arriba de las registradas para la EBCH, estas especies se distribuyen en ambientes donde la variación de la temperatura se encuentra en un intervalo mínimo de 12.6° (para *L. vindicator* colectada en Oaxaca) a 13.3° (para *L. durani* colectada en EBCH, Jalisco) y en un intervalo máximo de 17.1° (para *L. durani* colectada en Edo. México) a 15.8° (para *L. vindicator* colectada en San Luis Potosí).

### **11.2 Bio3 (Isotermalidad)**

Respecto a la isotermalidad (Fig. 43B) reportada para la EBCH (0.63°), se observa que para seis de las especies (*B. mesai*, *B. hamata*, *L. cayennensis*, *L. cruciata*, *L. durani* y *L. shannoni*) el 75% de sus datos se encuentra por debajo de este valor. Estas especies se distribuyen en un rango mínimos de 0.47° (para *L. cruciata* colectada en Veracruz) a 0.62° (para *L. aclydifera* colectada en Chiapas) y un rango máximo de 0.72° (para *L. shannoni* colectado en Oaxaca) a 0.63° (para *L. aclydifera* colectada en EBCH, Jalisco).

Por otro lado *L. dodgei*, *L. texana* y *L. vindicator*, alcanzan rangos mayores a los registrados en EBCH, encontrándolas en un rango mínimos de 0.4° (para *L. texana* colectada en Coahuila) a 0.49° (dato atípico que corresponde a *L. dodgei* colectada en Puebla) y un rango máximo de 0.69° (para *L. texana* colectada en Chiapas) a 0.66° (para *L. dodgei* colectada en Morelos).

### **11.3 Bio9 (Temperatura media del trimestre más seco)**

En el caso de la temperatura media del trimestre más seco reportada para la EBCH (23.2°) observamos dos grupos de especies (Fig. 43C): el primero de estos corresponde a siete especies: *B. hamata*, *B. mesai*, *L. cayennensis*, *L. cruciata*, *L. dodgei*, *L. durani* y *L. shannoni*, de las cuales más del 25% de sus datos registrados se encuentran por arriba del valor de la EBCH. Estas especies se distribuyen en áreas que se encuentran en un intervalo mínimo de 11.8° (dato atípico que

corresponde a *L. cruciata* colectado en Hidalgo) a 21.1° (para *L. dodgei* colectada en Guerrero) y un rango máximo de 29.3° (para *L. durani* así como valores atípicos para *L. cayennensis* y *L. crucita*; todas fueron colectadas en Michoacán) a 24.3° (dato atípico para *B. hamata* coletado en Veracruz).

En cuanto al segundo grupo, encontramos tres especies: *L. aclydifera*, *L. texana* y *L. vindicator*: de las cuales el 75% de sus registros cae por debajo del valor de la EBCH, es decir que las encontraremos en un rango mínimo de 11.7° (para *L. texana* colectada en Coahuila) a 17.8° (para *L. aclydifera* colectada en Chiapas) y un rango máximo de 25.2° (para *L. texana* colectada en Nayarit) a 23.2° (que corresponden a *L. aclydifera* y con un dato atípico para *L. vindicator*, colectadas en EBCH, Jalisco).

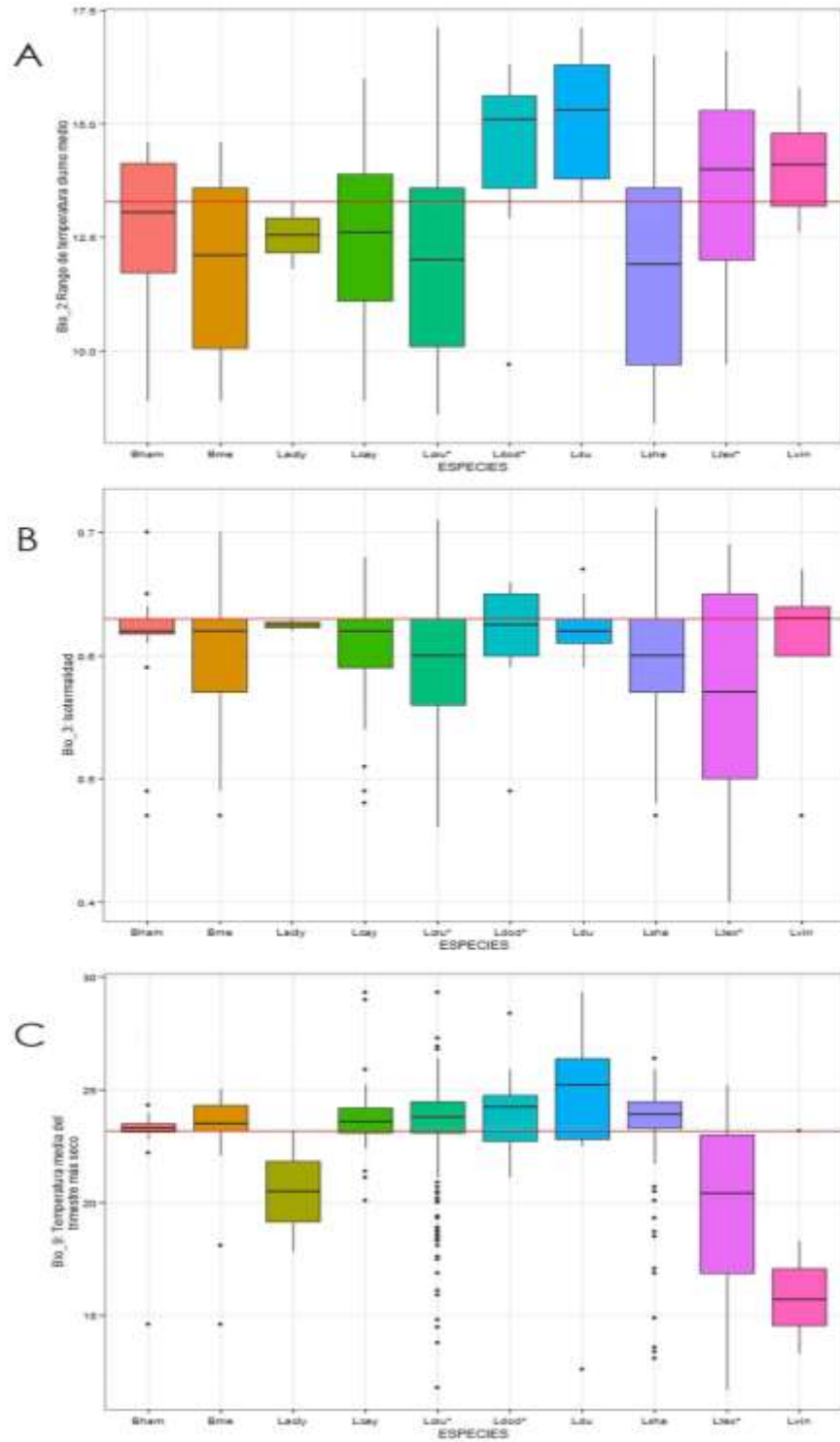


Figura 43. Diagramas de cajas y bigotes del comportamiento ecológico de las 10 especies reportadas en Jalisco respecto a las variables bioclimáticas y topográficas: A. Bio2; B. Bio3; C. Bio9. Abreviaturas sobre las especies de flebotomíneos: Bham: *Brumptomyia hamata*; Bme: *B. mesai*; Lacy: *Lutzomyia aclydifera*; Lcay: *L. caynensis*; Lcru: *L. cruciata*; Ldod: *L. dodgei*; Ldu: *L. durani*; Lsha: *L. shannoni*; Ltex: *L. texana*; Lvin: *L. vindicator*.

#### 11.4 Bio10 (Temperatura media del trimestre más caliente)

Respecto a la la temperatura media del trimestre más caliente reportada para la EBCH (27.5°), observamos dos grupos de especies (Fig. 44A). En el primer grupo encontramos a ocho especies: *B. hamata*, *B. mesai*, *L. cayennensis*, *L. cruciata*, *L. dodgei*, *L. durani*, *shannoni* y *L. texana*, de las cuales el 50% de sus datos reportados se encuentran por arriba del valor de la EBCH, por lo que las encontraremos en ambientes cuya temperatura oscila en un rango mínimo de 16° (dato atípico que corresponde a *L. shannoni* colectada en Oaxaca) a 25.8° (dato atípico para *B. hamata* colectada en Campeche) y un rango máximo de 31.1° (datos atípicos que corresponden a *L. cayennensis* y *L. cruciata* colectadas en Michoacán) a 28.2° (que corresponde a *B. hamata*, *B. mesai* colectadas en Nuevo León).

Mientras que para *L. aclydifera* y *L. vindicator*, encontramos que el 75% de sus datos están por debajo del valor de la EBCH, por lo que se distribuyen en ambientes con temperaturas que se encuentran en un rango mínimo de 18.3° (para *L. vindicator* colectada en el Distrito Federal) a 20.4° (para *L. aclydifera* colectada en Chiapas) y un rango máximo de 28.2° (corresponde *L. vindicator* colectada en Nuevo León) a 27.5° (para *L. aclydifera* colectada en EBCH, Jalisco).

#### 11.5 Bio13 (precipitación del mes más húmedo)

En cuanto a la precipitación del mes más húmedo registrada para la EBCH (57mm), observamos tres patrones ecológicos (Fig. 44B). En el primero se encuentran: *B. hamata*, *B. mesai*, *L. cayennensis* y *L. vindicator*, de las cuales el 75% de sus datos se encuentran por debajo del valor registrado para la EBCH, dispersándose en ambientes donde la precipitación mínima se encuentra en un rango de 26mm (para *L. vindicator* colectada en San Luis Potosí) a 36mm (para *B. hamata* colectada en Campeche) y un rango máximo de 117mm (dato atípico para *L. cayennensis* colectada en Puebla) a 59mm (para *L. vindicator* colectada en Morelos).

En el segundo grupo encontramos a *L. cruciata*, *L. dodgei*, *L. durani*, *L. shannoni* y *L. texana*, de las cuales aproximadamente el 60% de sus datos están

por debajo del valor de la EBCH, por lo que se encuentran en un rango mínimo de precipitación de 19mm (dato atípico para *L. texana* colectada en Coahuila) a 46mm (para *L. dodgei* colectada en Morelos y Michoacán) y un rango máximo de 185mm (dato atípico que corresponde a *L. cruciata* colectada en Chiapas) a 94mm (para *L. durani* colectada en Nayarit).

El tercer grupo incluye solo a *L. aclydifera*, ya que el 100% de sus datos están por arriba del rango de la EBCH, por lo que es probable encontrarla en un rango mínimo de precipitación de 57mm (colectado en la EBCH, Jalisco) a uno máximo de 102mm (colectado en Chiapas).

### **11.6 Bio14 (Precipitación del mes más seco)**

Respecto a la precipitación del mes más seco (Fig. 44C) observamos que el 100% de los datos reportados para la mayoría de las especies coinciden exactamente con el valor de la EBC (0mm). Sin embargo, *L. aclydifera* es la única especie que presenta una mayor distribución, encontrándose en un intervalo de 0 a 11mm (está colectada en Chiapas).

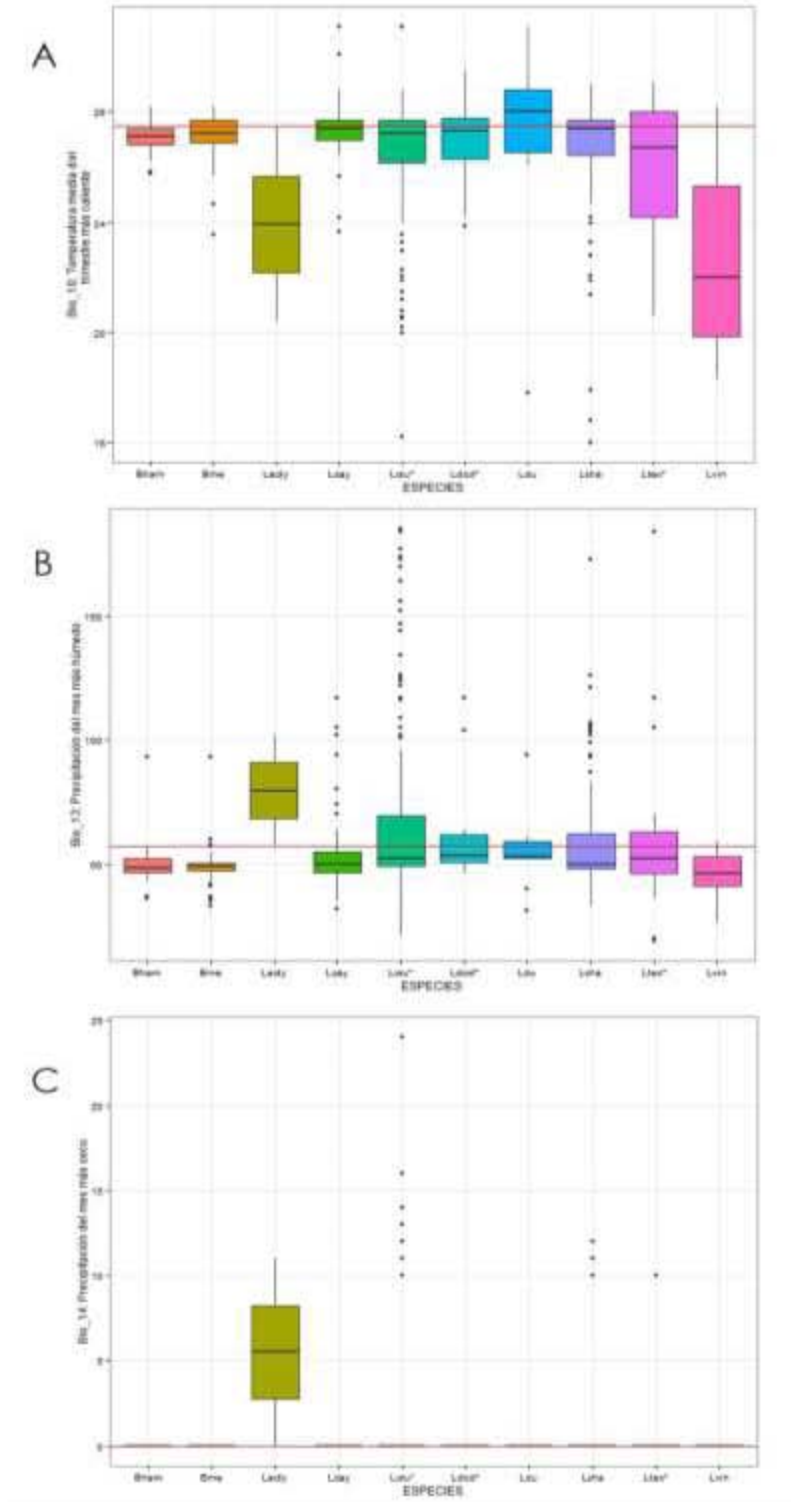


Figura 44. Diagramas de cajas y bigotes del comportamiento ecológico de las 10 especies reportadas en Jalisco respecto a las variables bioclimáticas y topográficas: A. Bio10; B. Bio13; C. Bio14. Abreviaturas sobre las especies de flebotomíneos: Bham: *Brumptomyia hamata*; Bme: *B. mesai*; Lacy: *Lutzomyia aclydifera*; Lcay: *L. cayennensis*; L.cru: *L. cruciata*; Ldod: *L. dodgei*; Ldu: *L. durani*; Lsha: *L. shannoni*; Ltex: *L. texana*; Lvin: *L. vindicator*.

### 11.7 Bio15 (Estacionalidad de la precipitación)

Respecto al rango de la estacionalidad de la precipitación (Fig. 45A) se observa que el 75% de los datos reportados para ocho de las especies: *B. hamata*, *B. mesai*, *L. aclydifera*, *L. cayennensis*, *L. cruciata*, *L. shannoni*, *L. texana*, y *L. vindicator*, se encuentran por debajo del valor registrado para la EBCH (110mm). Es decir, que hasta el momento son afines a ambientes en donde la estacionalidad no es tan marcada ya que las encontraremos en un rango mínimo de de 44mm (para *L. cruciata* colectada en Tabasco) a 74mm (para *L. vindicator* colectada en Campeche) y un rango máximo de 130 mm (para *L. cayennensis* colectada en Nayarit) a 110mm (para *L. aclydifera* y *L. vindicator*, mientras que para *B. mesai* y *B. hamata* es un dato atípico, todas colectadas en EBCH, Jalisco).

Mientras que especies como *L. dodgei* y *L. durani* coinciden con el valor registrado para la EBCH, sugiriendo que son afines a ambientes con estacionalidad marcada por lo que se dispersan en un rango mínimo de 74mm (dato atípico para *L. dodgei*, colectada en Campeche) a 88mm (dato atípico para *L. durani*, colectada en Estado de México) y un rango máximo de 126mm (dato atípico para *L. durani*, colectada en Nayarit) a 119mm (para *L. dodgei* colectada en Jalisco).

### 11.8 Bio18 (Precipitación del mes más caliente)

En cuanto a la precipitación del trimestre más caliente (Fig. 45B), se observa que especies como: *B. hamata*, *B. mesai*, *L. cayennensis*, *L. cruciata*, *L. dodgei*, *L. durani*, *L. shannoni* y *L. vindicator* se distribuyen en ambientes cuya precipitación es menor a la que se encuentra en la EBCH (488mm), ya que el 75% de sus datos registrados se encuentran por debajo de este valor, por lo que las encontraremos principalmente dentro de un rango mínimo de precipitación de 101mm (para *L. dodgei* colectada en Michoacán) a 268mm (corresponde a *B. mesai* y *B. hamata* colectadas en Nuevo León) y un rango máximo de 1180mm (dato atípico que corresponde a *L. cruciata* colectada en Oaxaca) a 488mm (para *L. vindicator* colectadas en EBCH, Jalisco).

Mientras que especies como: *L. texana* y *L. aclydifera* se encontraran principalmente en ambientes que se encuentren por arriba del valor de la EBCH,



encontrándolas en un rango mínimo de 118mm (para *L. texana* colectada en Morelos y Guerrero) a 488mm (para *L. aclydifera* colectada en EBCH, Jalisco) y un rango máximo de 780mm (para *L. texana* colectada en Chiapas) a 711mm (para *L. aclydifera* colectada en Chiapas).

### **11.9 Bio19 (Precipitación del trimestre más frío)**

Respecto al rango de precipitación del trimestre más frío (Fig. 45C) de la EBCH (21mm) observamos que el 95% de los datos registrados para: *B. mesai*, *B. hamata*, *L. aclydifera*, *L. cayennensis*, *L. curciata*, *L. shannoni*, *L. texana* y *L. vindicator*, se encuentran por arriba del valor de la EBCH. Por lo que se distribuirán en un rango mínimo de 3mm (para *L. cruciata* colectada en Oaxaca) a 21mm (para *B. hamata* y *L. aclydifera*, así como para un dato atípico para *B. mesai* colectadas en EBCH, Jalisco) y un rango máximo de 719mm (dato atípico que corresponde a *L. cruciata* colectada en Tabasco) a 66mm (para *L. vindicator* colectada en Nuevo León).

Aunque especies como *L. dodgei* y *L. durani* coinciden con el 50% de sus datos con el valor de la EBCH, encontrándolas en un rango mínimo de precipitación de 9mm (para *L. durani* colectada en Oaxaca) a 13mm (para *L. dodgei* colectada en Guerrero y Chiapas) y un rango máximo de 182mm (para *L. dodgei* colectada en Puebla) a 53mm (para *L. durani* colectada en Oaxaca) a 13mm (para *L. dodgei* colectada en Guerrero y Chiapas) y un rango máximo de 182mm (para *L. dodgei* colectada en Puebla) a 53mm (para *L. durani* colectada en Nayarit).

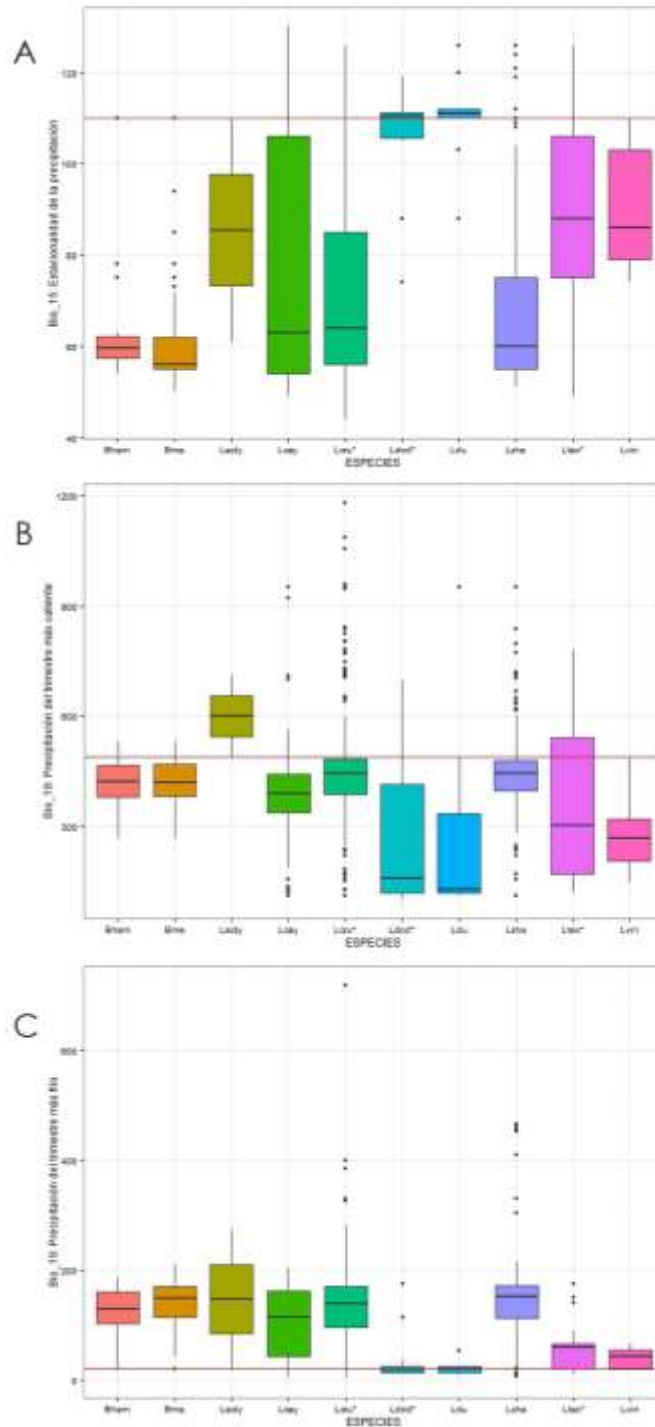


Figura 45. Diagramas de cajas y bigotes del comportamiento ecológico de las 10 especies reportadas en Jalisco respecto a las variables bioclimáticas y topográficas: A. Bio15; B. Bio18; C. Bio19. Abreviaturas sobre las especies de flebotomíneos: Bham: *Brumptomyia hamata*; Bme: *B. mesai*; Lacy: *Lutzomyia aclydifera*; Lcay: *L. cayennensis*; Lcru: *L. cruciata*; Ldod: *L. dodgei*; Ldu: *L. durani*; Lsha: *L. shannoni*; Ltex: *L. texana*; Lvin: *L. vindicator*.

### 11.10 Índice Compuesto Topográfico

El índice compuesto topográfico, nos indicará la capacidad que tiene el suelo para almacenar agua (Fig. 46A). Por lo que observamos que las diez especies analizadas se encuentran por debajo del valor registrado para la EBCH (970). Teniendo mayor afinidad a ambientes con una capacidad de almacenaje mínimo de 142mm (para *L. cruciata* colectada en Oaxaca) a 340 mm (para *L. dodgei* colectada en Morelos) y un rango máximo de 1686mm (dato atípico que corresponde a *L. cruciata* colectada en Oaxaca) a 970 (para *B. hamata*, *L. aclydifera* y *L. durani*, así como un dato atípico que corresponde a *L. dodgei*, todas colectadas en EBCH, Jalisco).

### 11.11 Pendiente

Respecto a la pendiente (Fig. 46B) observamos que nueve de las especies (*B. hamata*, *B. mesai*, *L. cayennensis*, *L. cruciata*, *L. dodgei*, *L. durani*, *L. shannoni*, *L. texana* y *L. vindicator*) tienen afinidad por ambientes con pendiente similar a la registrada para la EBCH (0.77°). Por lo que las encontraremos en un rango mínimo de 0° (para *B. mesai* y *L. dodgei* colectadas en Q Roo; *L. cayennensis* colectada en Q Roo, Michoacán y Chiapas; *L. cruciata* colectada en Quintana Roo, Michoacán, Chiapas, Yucatán y Oaxaca, *L. durani* colectada en Michoacán y Edo. México; *L. shannoni* colectada en Q. Roo y Chiapas; *L. texana* colectada en Oaxaca) a 0.02° (para *B. hamata* colectada en Quintana Roo) y un rango máximo de 16.52° (dato atípico que corresponde a *L. cruciata* colectada en Nuevo León) a 4.67° (dato atípico que corresponde a *B. hamata* y *B. mesai* colectadas en Veracruz).

Aunque, para *L. aclydifera* el 100% de sus datos se distribuye por arriba del valor de la EBCH, por lo que se dispersará en ambientes con una pendiente mínima de 0.77° (colectado en EBCH, Jalisco) a un valor máximo de 14.31° (colectado en Chiapas).

Por otro lado, *L. cruciata* y *L. shannoni* fueron las especies que presentaron la mayor dispersión respecto a la pendiente, aunque observamos gran cantidad de valores atípicos. Mientras que *B. hamata* y *B. mesai* son las especies que presentaron la menor dispersión.

### 11.12 Altitud

Respecto a la altitud registrada para la EBCH (9°) (Fig. 46C) observamos tres grupos de especies. En el primer grupo encontramos a: *B. hamata*, *B. mesai*, *L. cayennensis*, *L. cruciata* y *L. shannoni*, de las cuales el 25% de sus datos concuerdan con el de la EBCH, encontrándolas en un rango mínimo de 0 m (que corresponde a *L. cayennensis* colectada en Yucatán) a 7 m (para *B. hamata* colectada en Quintana Roo) y un rango máximo de 2402 m (dato atípico que corresponde a *L. shannoni* colectada en Oaxaca) a 346 m (dato atípico que corresponde a *B. hamata* colectada en Nuevo León).

En el segundo están *L. aclydifera*, *L. dodgei*, *L. durani* y *L. texana*, de las cuales el 100% de sus datos quedan por arriba del valor de la EBCH, el 50% de los datos registrados para estas especies sugiere que son afines a ambientes con una altitud promedio de 593.5 m. Aunque en general las podemos encontrar en un rango mínimo de 9 m (para *L. aclydifera* y *L. dodgei*, así como un dato atípico para *L. durani* colectadas en EBCH, Jalisco) a un rango máximo de 2287 m (dato atípico que corresponde a *L. durani* colectadas en Estado de México) a 1300m (dato atípico que corresponde a *L. dodgei* colectada en Guerrero y Morelos).

Y en el tercer grupo encontramos a *L. vindicator* quien presenta el mayor rango de dispersión, encontrándola en un rango mínimo de 9m (colectada en EBCH, Jalisco) y un rango máximo de 2287 m (colectada en el Distrito Federal).

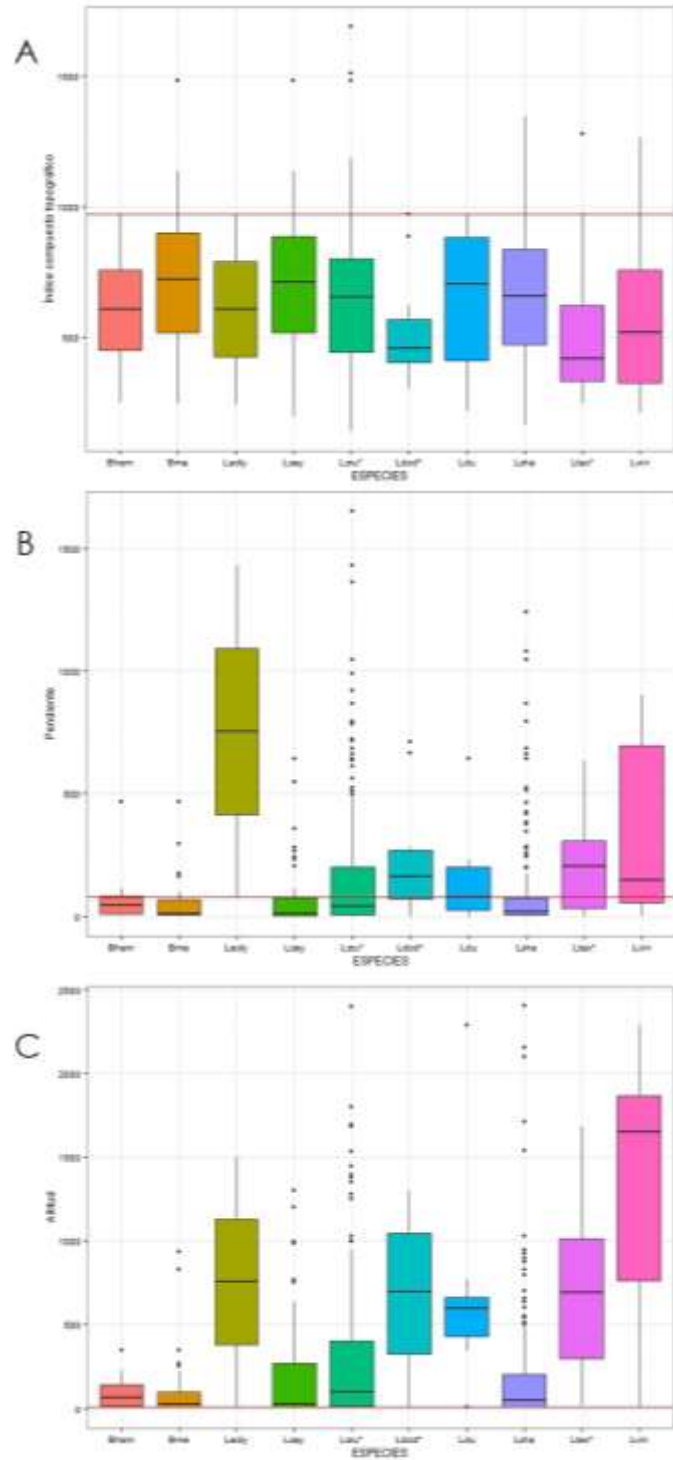


Figura 46. Diagramas de cajas y bigotes del comportamiento ecológico de las 10 especies reportadas en Jalisco respecto a las variables bioclimáticas y topográficas: A. Índice compuesto topográfico; B. Pendiente; C. Altitud. Abreviaturas sobre las especies de flebotomíneos: Bham: *Brumptomyia hamata*; Bme: *B. mesai*; Lacy: *Lutzomyia aclydifera*; Lcay: *L. cayennensis*; Lcru: *L. cruciata*; Ldod: *L. dodgei*; Ldu: *L. durani*; Lsha: *L. shannoni*; Ltex: *L. texana*; Lvin: *L. vindicator*.

## 12. Discusión

La determinación de las especies colectadas en este estudio se basó en los caracteres morfológicos propuestos por Young & Duncan (1994) e Ibáñez-Bernal (2000, 2005a, 2005b) haciendo énfasis en: el tamaño de la probóscide respecto a las antenas; la forma y disposición de los ascoides en las antenas; la forma y disposición de los dientes del cibario; la faringe; así como la forma de la genitalia femenina y masculina.

Si bien, en este trabajo todos los flebotomíneos encontrados para la EBCH ya fueron descritos anteriormente para México, no siempre se observan fácilmente todas las estructuras de importancia taxonómica en la preparación. Por lo que utilizar dibujos o fotografías que apoyen la descripción resulta de gran utilidad. En este caso al hacer una reconstrucción fotográfica utilizando la técnica de Contraste Diferencial de Interferencia (Nomarski) fue posible formar una imagen completa en tercera dimensión ya que pudimos incluir diferentes planos de cada estructura. Sin embargo, algunas veces se pueden observar reflejos que pueden ser no reales. Por lo que es importante revisar y analizar bien las estructuras y sobre todo asegurarse de realizar un buen montaje.

Por otro lado, otro de los objetivos del trabajo, fue facilitar la identificación de los flebotomíneos colectados en la EBCH por medio de una clave pictográfica con base en las claves de Young & Duncan (1994) e Ibáñez-Bernal (2000, 2005a, 2005b). En esta se incluyó la venación de las alas, debido a que la forma y el tamaño de estas varían entre especies e incluso entre machos y hembras de la misma especie. Por lo que se consideró que al darle un peso importante a este carácter se puede complementar y facilitar la identificación de algunas especies.

### **Especies de flebotomíneos: abundancia, prevalencia y distribución**

En este estudio se registra por primera vez la presencia de siete especies en la EBCH: *L. dodgei*, *L. cayennensis*, *L. durani*, *L. shannoni*, *L. aclydifera* y *Brumptomyia* sp. En donde hubo un mayor número de hembras que de machos. Si bien, ninguna de las siete especies fue nueva para México (Godínez-Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2005a, 2005b, 2000; Young y Duncan, 1994), seis de ellas son registros nuevos para el estado de Jalisco, excepto *L. dodgei* que

fue registrada previamente para el municipio Purificación (Godínez- Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010).

En México se han registrado 50 especies pertenecientes al género *Brumptomyia* y *Lutzomyia* (Ibáñez-Bernal *et al.*, 2015), por lo que actualmente el estado de Jalisco tiene una riqueza del 18% con un total de 9 especies. Sin embargo, los estados más estudiados son aquellos en donde se ha registrado la mayor riqueza de especies como Chiapas con 27 especies (Ibáñez-Bernal *et al.*, 2015), Quintana Roo con 23, Campeche con 16 y Yucatán con 11 (May-Uc *et al.*, 2011).

No obstante, esta riqueza dista mucho de otros países por ejemplo, Brasil con más de 65 especies (Monteiro Gomes *et al.*, 2013; Souza de Oliveira *et al.*, 2011), Colombia con 135 (Barreto *et al.*, 2006; Bejarano, 2006; Ferro and Morales, 1988; Vergara *et al.*, 2008; Vivero *et al.*, 2011) y Panamá con 74 (Valderrama *et al.*, 2008).

Con estos antecedentes, se muestra el gradiente de riqueza de especies hacia las regiones tropicales, mostrando que la mayoría de estas especies son raras o endémicas y que sólo algunas serán dominantes.

En este trabajo, *L. dodgei* fue la especie con mayor prevalencia (51%), la cual se colectó durante todos los muestreos, siendo más abundante en el mes de abril, lo cual puede estar asociado a que es el mes que tiene las condiciones más secas del año para ésta área de estudio, seguido de *L. cayennensis* (23.46%). Estos resultados contrastan con la literatura, debido a que ambas especies han presentado prevalencias menores al 10% (May-Uc *et al.*, 2011; Mikery-Pacheco *et al.*, 2015; Rebollar-Téllez *et al.*, 1996). El número de ejemplares registrados para *L. dodgei* se encuentra en intervalos de 1-9 individuos principalmente distribuidos del lado del pacífico: Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Jalisco, Chiapas (Godínez- Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Rebollar-Téllez *et al.*, 1996). De igual manera, *L. cayennensis* se ha registrado en doce estados principalmente con distribución mesoamericana: Campeche, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán, donde se han encontrado de 1 a 44 ejemplares (Godínez- Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; May-Uc

*et al.*, 2011; Mikery-Pacheco *et al.*, 2015; Rebollar-Téllez *et al.*, 1996). En el presente fue la segunda especie de mayor abundancia colectando 4 a 28 ejemplares.

Estas diferencias observadas entre las especies raras principalmente para los estados sureños y comunes (*L. cayennensis*) o dominantes (*L. dodgei*) para la EBCH, podrían estar relacionadas con la geografía y con el conjunto de factores bióticos (como el tipo de vegetación, la disponibilidad de alimento y la presencia de materia orgánica en suelo), así como de los factores abióticos (principalmente la temperatura y la humedad relativa) que se conjugan en un área determinada, favoreciendo las altas densidades de una especie (May-Uc *et al.*, 2011).

En este estudio se observó que el comportamiento ecológico de *L. cayennensis* y *L. dodgei* respecto algunas variables climáticas y topográficas es diferente, es decir, por ejemplo, respecto a la variación de la temperatura diurna media observamos que *L. dodgei* se distribuye ambientes en donde la variación en promedio será de 14.5° mientras que *L. cayennensis* se distribuyen en lugares donde la variación es de 12.5°, mientras que en general para la precipitación *L. cayennensis* se distribuye en lugares donde la precipitación es mayor, sin embargo, *L. dodgei* es la que muestra mayor afinidad por ambientes en donde la estacionalidad es marcada. Respecto a las variables topográficas observamos que *L. dodgei* en promedio se dispersa en ambientes con altitud y pendiente mayor mientras que *L. cayennensis* es más a fin a ambientes en donde el índice compuesto topográfico tiene mayor capacidad de almacenamiento de agua. Probablemente, estos son los factores que favorecen que estas especies puedan ser raras en otras regiones y abundantes en la EBCH.

Por otro lado, se consideraron especies raras a: *L. durani*, *L. vindicator*, *L. shannoni*, *L. aclydifera* y *Brumptomyia* sp., por presentar prevalencias menores al 10%. Todas estas especies se colectaron solo en una ocasión durante todo el muestreo excepto *L. shannoni* que se colectó en tres de cuatro colectas pero en un rango de 1 a 5 ejemplares. En la literatura, se ha encontrado que la distribución de estas especies es heterógena.

*L. shannoni* tiene amplia distribución en el continente Americano, la cual abarca desde el sureste de Estados Unidos hasta el norte de Argentina (Ibáñez-Bernal, 2000). En México se ha registrado en doce estados: Campeche, Chiapas,



Guerrero, Jalisco, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Godínez-Álvarez and Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000; Moo-Llanes et al., 2013; Rebollar-Téllez et al., 1996; Rodríguez Rojas, 2012). La abundancia de esta especie para la EBCH fue poca (de 1 a 5 ejemplares) con una prevalencia del 5.56%. No obstante, se ha reportado que las prevalencias pueden variar incluso entre estados cercanos, por ejemplo en Campeche se han registrado prevalencias que van de 3.1% a 12% (Pech-May et al., 2010; Rebollar-Téllez et al., 1996; Rebollar-Téllez et al., 2005), mientras que en Quintana Roo se encuentran en un intervalo de 15.56% a 53.94% (May-Uc et al., 2011; Sánchez-García et al., 2010). Otros países, también han registrado prevalencias menores al 10% por ejemplo Panamá (Valderrama et al., 2008) y Brasil (Monteiro Gomes et al., 2013) con 0.15% o en Colombia con una prevalencia del 0.12% al 0.97% (Barreto et al., 2006; Bejarano, 2006; Contreras Gutiérrez, 2013; Vivero et al., 2011).

En cuanto a *L. vindicator* y *L. durani* su distribución ha sido registrada principalmente al centro: Distrito federal, Edo. de México, Guerrero, Jalisco Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca y San Luis Potosí (Godínez-Álvarez and Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000; Moo-Llanes et al., 2013; Rebollar-Téllez et al., 1996; Rodríguez Rojas, 2012), sin embargo no existe mucha información sobre estas especies.

En el caso del género *Brumptomyia* se ha registrado para los estados que colindan con el Golfo de México, siendo la EBCH el primer registro para el pacífico (Rodríguez-Rojas, 2012; May-Uc et al., 2011; Rebollar-Téllez et al., 2005). Esta especie en general es rara, ya que se reporta con prevalencias menores al 6% para estados como Quintana Roo (May-Uc et al., 2011) o de 8.65% para Campeche (Rebollar-Téllez et al., 2005). Respecto a otros países como Panamá y Colombia la prevalencia para esta especie es menor al 1% (Barreto et al., 2006; Valderrama et al., 2008), lo cual coincidió con este estudio, ya que la prevalencia para este género fue de 0.62%.

*L. aclydifera* se ha sido registrado únicamente en Chiapas, Campeche y Jalisco, por su abundancia se le considera una especie rara, por ejemplo para Campeche se ha colectado con una prevalencia de 0.67% (Rebollar-Téllez et al.,

1996) e incluso para otros países como Panamá cuya prevalencia es 3% (Valderrama *et al.*, 2008).

Por otro lado, se observó que a pesar de que *L. shannoni* tiene amplia distribución geográfica su distribución ecológica es limitada ya que las condiciones en donde se distribuye son muy similares y en promedio sus rangos tanto de temperatura, precipitación, altitud, pendiente e índice compuesto topográfico coinciden con los reportados para *L. cayennensis*. Por lo que es probable que la época de colecta influyera en la abundancia de esta especie ya que se presentó en tres de cuatro colectas o que existan otros factores biológicos que estén limitando su abundancia. Ferro *et al.*, 1998, mencionan que los rangos de temperatura óptima para el desarrollo de los huevos y larvas de ésta especie son de 22° a 30°C, si estos varían en consecuencia tendrán efectos en la población adulta.

Otras especies con amplia distribución en el país son *L. cruciata* y *L. texana*, sin embargo, no se colectaron en la EBCH aunque están registradas para Jalisco en los municipios de: Santa María del Oro, Panales y Aranda en la Cieneguita para *L. cruciata* y en Autlán para *L. texana* (Godínez- Álvarez e Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2005a, 2000). Su ausencia puede estar asociada con la época y lugar de colecta ya que su presencia está relacionada principalmente con los cultivos de café (Pérez *et al.*, 2014).

En el análisis del perfil bioclimático se muestra que ecológicamente *L. cruciata* se distribuye en condiciones similares y sus características ecológicas coinciden con las de *L. cayennensis* y *L. shannoni* mientras que ecológicamente *L. texana* es una especie que se encuentra intermedia a las condiciones de *L. cayennensis* y *L. dodgei*, excepto para la altitud ya que esta especie se encuentra en promedio a alturas de 721.8 m.

Por lo que, es probable que su ausencia en este estudio pueda estar relacionada con el tipo de muestro ya que se ha reportado que *L. cruciata* se colecta principalmente con trampa Shannon y lo mismo con *L. texana* aunque esta se colecta principalmente con trampa CDC (May-Uc *et al.*, 2011; OMS, 2010; Rebollar-Téllez *et al.*, 2005).

Por otro lado, González *et al.*, 2011, estimaron la distribución potencial de especies de flebotomíneos involucrados en la transmisión del protozoario *Leishmania*, reportando que *L. shannoni* y *L. cruciata* tienen una distribución similar (Cruz-Ruiz y García-Miss, 1990; González *et al.*, 2011; Méndez-Pérez y Rebollar-Téllez, 2012; Pech-May *et al.*, 2010). Esta distribución potencial coincide con la EBCH, por lo que en este estudio se confirma la presencia de *L. shannoni*, sin embargo aún falta corroborar la presencia de *L. cruciata* y *L. longipalpis*, otra especie cuya distribución potencial cae en la EBCH (González *et al.*, 2011), aunque es probable que sean especie raras para esta región.

Respecto la prevalencia de infección de *Leishmania* se ha reportado un 8% para *L. shannoni* en Quintana Roo, mientras que *L. cruciata* se ha encontrado con una prevalencia de hasta el 15%, esto es importante ya que ambas especies parecen estar adaptadas a los cambios antropofílicos que han causado la modificación y/o fragmentación de su nicho ecológico, lo cual también se vio reflejado en su amplia distribución. Esto ha ocasionado que puedan adaptarse al peridomicilio originando un cambio en la dinámica de la infección aumentando el riesgo de contagio (Mikery-Pacheco *et al.*, 2015; Pech-May *et al.*, 2010; Rebollar-Téllez *et al.*, 1996; Sánchez-García *et al.*, 2010).

A pesar de que la distribución de *L. shannoni* y *L. cruciata* es similar, sus abundancias y prevalencias generalmente son inversas, es decir, si hay mayor prevalencia de *L. shannoni* entonces la prevalencia de *L. cruciata* será menor y viceversa (May-Uc *et al.*, 2011; Pech-May *et al.*, 2010; Rebollar-Téllez *et al.*, 1996; Rebollar-Téllez *et al.*, 2005; Valderrama *et al.*, 2008) e incluso en algunos casos si una de las especies está presente la otra está ausente (Mikery-Pacheco *et al.*, 2015; Monteiro Gomes *et al.*, 2013; Pérez *et al.*, 2014). Probablemente, esta sea la razón de no localizar a *L. cruciata* en la EBCH.

Por otra parte, si bien no se llegó a determinar la especie del único ejemplar encontrado de *Brumptomyia*, es probable que con otros muestreos se pueda corroborar a que especie corresponde. Aunque se observa que este género agrupa especies con mayor afinidad a ambientes con poca humedad y terrenos que almacenan poca agua.

Finalmente podemos mencionar que es probable que la población de flebotomíneos cambie a lo largo del año como se ha visto en algunos estudios (May-Uc *et al.*, 2011; Pérez *et al.*, 2014), por lo que se sugiere hacer un muestreo anual para comparar y comprobar como es la dinámica y composición de especies para ésta área, así como realizar un muestreo con otros tipos de trampas como la Shannon.

### **13. Conclusiones**

En la EBCH se registraron seis especies de *Lutzomyia* y la presencia del género *Brumptomyia* con un ejemplar. El mayor número de ejemplares se colectaron en abril. Todos los ejemplares constituyen nuevos registros geográficos para la EBCH y seis de ellos para el estado de Jalisco; por lo que actualmente Jalisco alberga al 18% de las especies de flebotomíneos de México.

*L. dodgei* y *L. cayennensis* fueron las especies más dominantes y comunes. No obstante, ambas especies muestran un comportamiento ecológico diferente con respecto a la temperatura diurna media, precipitación, altitud y pendiente. Ecológicamente, *L. dodgei* es más a fin a especies como *L. durani* y *L. vindicator*, mientras que *L. cayennensis* coincide más con *L. shannoni*, *L. aclydifera* y *Brumptomyia* sp. Sin embargo, *L. aclydifera* tiene mayor afinidad por ambientes con mayor humedad que el resto de las especies. Por otro lado, se registraron como especies raras a *L. shannoni*, *L. aclydifera*, *L. durani*, *L. vindicator* y *Brumptomyia* sp, ya que tuvieron una prevalencia menor al 10%.

Aún es necesario realizar estudios periódicos sobre flebotomíneos para esta zona así como analizar los diferentes aspectos biológicos y ecológicos. Además, investigar la genética de población o taxonomía molecular de estas especies y analizar si estos pueden ser vectores de diferentes patógenos.

## 14. Referencias

- Alvar, J., Vélez, I.D., Bern, C., Herrero, M., Desjeux, P., Cano, J., Jannin, J., Boer, M. 2012. Leishmaniasis Worldwide and Global Estimates of its Incidence. PLoS ONE 7, 1–12. doi:10.1371/journal.pone.0035671
- Arrivillaca, J., Navarro, J.C., Feliciangeli, M.D. 1999. Morfología y quetotaxia de 1 tagma cefálico larval de *Lutzomyia* Franca 1924 (Diptera: Psychodidae): Proposición de un sistema de nomenclatura. Boletín de Entomología Venezolana 14, 1–13.
- Barreto, M., Burbano, M.E., Barreto, P. 2006. Registros de *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) en nuevas localidades de Colombia. Colombia Médica 37 (1), 39–45.
- Bejarano, E.E. 2006. Lista actualizada de los psicódidos (Diptera: Psychodidae) de Colombia. Folia Entomológica Mexicana 45 (1), 47–56.
- Biagi, F., De Biagi, A.M., Beltrán, F. 1965. *Phlebotomus flaviscutellatus*, transmisor natural de leishmaniasis mexicana. Prensa Médica Mexicana 267–272.
- Busvine, J. 1979. Arthropod Vectors of Disease. (E. Arnold, Ed.) (reimpresión, pp. 4, 17–18, 35–36). Cd. Ann Arbor. .
- Cazarla, D., Oviedo, M., Vivenes, M.A. 2010. Redescrición de la quetotaxia del cuarto estadio larval de *Lutzomyia evansi* (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae). Revista Colombiana de Entomología 36, 76–81.
- Contreras Gutiérrez, M. A. 2013. *Lutzomyia* spp. (Diptera: Psychodidae) en zonas cafeteras de la región andina colombiana: taxonomía e importancia médica. Universidad Nacional de Colombia. Tesis para obtener el título de Magister en Entomología. pp.196.
- Costa, W.A., Miranda da Costa, S., Ferreira Rangel, E., Reis dos Santos-Mallet, J., Serrão, J.E. 2012. Eggshell as a characteristic to identify *Lutzomyia* (*Nyssomyia*) *intermedia* (Lutz & Neiva, 1912) and *Lutzomyia* (*Nyssomyia*) *neivai* (Pinto, 1926) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), vectors of cutaneous leishmaniasis. Revista Pan-Amazônica de Saúde 3, 19–24. doi:10.5123/S2176-62232012000100003
- Cruz-Ruiz, A.L., García-Miss, M.R. 1990. Incriminación del “Sand-fly” como vector de *Leishmania*. Revista Biomédica 1(2), 103–107.
- Cuervo-Robayo, A.P., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M.A., Venegas-Barrera, C.S., Manjarreza, J., Martínez-Meyer, E. 2014. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. International Journal of Climatology 34, 2427–2437. doi:10.1002/joc.3848

- Fausto, A.M., Feliciangeli, M.D., Maroli, M., Mazzini, M. 1998. Morphological Study of the Larval Spiracular System in Eight *Lutzomyia* Species (Diptera: Psychodidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro 93, 71–79.
- Feliciangeli, M.D., Castejon, O.C., Limongi, J. 1993. Egg surface ultrastructure of eight new world Phlebotomine sand fly species (Diptera: Psychodidae). Journal of Medical Entomology 30 (4), 651–656.
- Ferro, C., Cárdenas, E., Corredor, D., Morales, A., Munstermann, L.E. 1998. Life Cycle and Fecundity Analysis of *Lutzomyia shannoni* (Dyar) (Diptera: Psychodidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro 93, 195–199. doi:10.1590/S0074-02761998000200011
- Ferro, C., Morales, A. 1988. Lista de las especies de flebotomos (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) de Colombia S. A. Biomédica 8, 68–70.
- Galati, E. A. B. 2003. Morfología, terminología de adultos e identificação dos táxons da América. pp. 53-175. En: Rangel, E. F.; Lainson, R. (Eds.). Flebotomíneos do Brasil. Editora Fiocruz, Rio do Janeiro, Brasil. 368 .
- Galati, B.A.E. 1995. Phylogenetic systematics of Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) with emphasis on American groups. Boletín de Malariología y Saneamiento Ambiental 35, 133–142.
- García-Oliva, F., Camou, A., Mass, J.M. 2002. El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano, in: Noguera, F., Vega Rivera, J., García Aldrete, A., Quesada Avendano, M. (Eds.), Historia Natural de Chamela. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico, pp. 3–10.
- Godínez-Álvarez, A., Ibáñez-Bernal, S. 2010. Catálogo de Psychodidae (Diptera) de la colección de artrópodos con importancia médica del InDRE, Secretaría de Salud, México. Acta Zoológica Mexicana 26(1), 99–121.
- Gómez Rodríguez, R. 2013. Caracterización de las relación entre la estructura de las comunidades de roedores y sus ectoparásitos en Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. pp. 105.
- González, C., Rebollar-Téllez, E., Ibáñez-Bernal, S., Becker-Fauser, I., Martínez-Meyer, E., Townsend-Peterson, A., Sánchez-Cordero, V. 2011. Current Knowledge of Leishmania Vectors in Mexico: How Geographic Distributions of Species Relate to Transmission Areas. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 85, 839–846. doi:10.4269/ajtmh.2011.10-0452
- González, C., Wang, O., Strutz, S.E., González-Salazar, C., Sánchez-Cordero, V., Sarkar, S. 2010. Climate Change and Risk of Leishmaniasis in North America:

Predictions from Ecological Niche Models of Vector and Reservoir Species.  
PLOS Neglected Tropical Diseases 4(1), 1–16.

González Rosas, C. 2010. Leishmaniasis en México; un análisis eco-pidemiológico y clínico de focos con alta incidencia de transmisión. Tesis de Doctorado (Ciencias Biológicas), UNAM. pp.90

González Rosas, C. 2007. Vectores de leishmaniasis en México y Colombia; modelado de nicho ecológico y predicciones de distribución geográfica. Tesis de maestría (Ciencias Biológicas). Facultad de Ciencias, UNAM. pp. 86

Gullan, P. J., & Cranston, P. S. 2000. The insects. An outline of entomology. (2a edición., pp. 355–357,366). Blackwell Science.

Ibáñez-Bernal, S. 2005a. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. V. Clave ilustrada para la identificación de los machos de *Lutzomyia* França. Folia Entomológica Mexicana 44 (1), 49–66.

Ibáñez-Bernal, S. 2005b. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. VI. Clave ilustrada para la identificación de las hembras de *Lutzomyia* França. Folia Entomológica Mexicana 44(2), 195–212.

Ibáñez-Bernal, S. 2002. Phlebotominae (Diptera:Psychodidae) de México.III. Las especies de *Lutzomyia* (*Psathyromyia*) Barretto, del Grupo Aragoi, de *L. (Trichopygomyia)* Barretto, del grupo Dreisbachi y de *L. (Nyssomyia)* Barreto. Folia Entomológica Mexicana 41(2), 149–183.

Ibáñez-Bernal, S. 2001. Phlebotominae (Diptera:Psychodidae) d Mexico. II.-Las especies de *Lutzomyia* (*Coromyia*) Barretto, del grupo Delpozoi y de *Lutzomyia* (*Dampfomyia*) Addis. Folia Entomológica Mexicana 40(1), 18–43.

Ibáñez-Bernal, S. 2000. Los Phlebotominae (Diptera:Psychodidae) de México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. pp.289

Ibáñez-Bernal, S. 1999. Phlebotominae de México. I. *Brumptomyia* França y Parrot; *Lutzomyia* França, las especies de *L. (Lutzomyia)* França y del grupo verrucarum. Folia Entomológica Mexicana Mexicana. 107, 61–116.

Ibáñez-Bernal, S., Muñoz, J., Rebollar-Téllez, E.A., Pech-May, A., Marina, C.F. 2015. Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) of Chiapas collected near the Guatemala border, with additions to the fauna of Mexico and a new subgenus name. ZOOTAXA 3994, 151–186.  
doi:<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3994.2.1>

Ibáñez-Bernal, S., Rodríguez-Domínguez, G., Gómez-Hernández, C.H., Ricardez-Esquinca, J.R. 2004. First Record of *Lutzomyia evansi* (Nuñez-Tovar 1924) in

- Mexico (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro 99(2), 127–129.
- Lewis, D.J., Young, D.G., Fairchild, G.B., Minter, D. 1997. Proposals for a stable classification of the Phlebotomine sandflies (Diptera:Psychodidae). Systematic Entomology 2, 319–332.
- May-Uc, E., Hernández-Arana, H.A., Rebollar-Téllez, E.A. 2011. Distribución de flebotominos (Diptera:Psychodidae) en Quintana Roo, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 27(2), 273–289.
- Méndez-Pérez, C., Rebollar-Téllez, E.A. 2012. Análisis morfométrico de poblaciones alopátricas de *Lutzomyia olmeca olmeca* y *Lutzomyia cruciata* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), vectores principales de la leishmaniasis cutánea en el sureste de México. Revista Biomedica, 23, 7–21.
- Mikery-Pacheco, O., Marina-Fernández, C., Ibáñez-Bernal, S., Sánchez-Guillen, D., Castillo-Vera, A. 2012. Infección natural de *Lutzomyia cruciata* (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) con *Wolbachia* en cafetales de Chiapas, México. Acta Zoológica Mexicana 28, 401–413.
- Mikery-Pacheco, O.F., Rojas-León, J.C., Rebollar-Téllez, E.A., Castillo-Vera, A. 2015. Sandfly (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) species diversity in an urban area of the municipality of Tapachula, Chiapas, Mexico. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro 110 (1), 142–144.
- Montalvo Arenas, C.E. 2010. Microscopía [WWW Document]. URL [http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal de Recursos en Linea/Apuntes/2\\_microscopia.pdf](http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal de Recursos en Linea/Apuntes/2_microscopia.pdf) (accessed 12.1.14).
- Monteiro Gomes, L.H., Carvalho Albuquerque, M., Coelho da Rocha, L., Gomes Pinheiro, F., Ramos Franco, A. 2013. Diversity and distribution of sandflies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in a military area in the state of Amazonas, Brasil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro 108(5), 651–656. doi:10.1590/0074-0276108052013018
- Montes de Oca-Aguilar, A.C., Moo-Llanes, D., Rebollar-Téllez, E.A. 2013. Adult sand fly species from diurnal resting sites on the Peninsula of Yucatan, Mexico. Southwestern Entomologist 38(2), 240–249. doi:http://dx.doi.org/103958/059.0380209
- Montes de Oca-Aguilar, A.C., Rebollar-Téllez, E., Ibañez-Bernal, S. 2014. Descriptions of the immature stages of *Dampfomyia* (*Coromyia*) *beltrani* (Vargas & Díaz-Nájera) (Diptera: Psychodidae), with notes on morphology and chaetotaxy nomenclature. ZOOTAXA 3887, 251–297. doi:http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3887.3.1



- Moo-Llanes, D., Ibarra-Cerdeña, C.N., Rebollar-Téllez, E., Ibáñez-Bernal, S., González, C., Ramsey, J.M. 2013. Current and Future Niche of North and Central American Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in Climate Change Scenarios. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 4, 1–16.
- Nogueira De Almeida, D., Da Silva Oliveira, R., Gomes Brazil, B., José Soares, M. 2004. Patterns of exochorion ornaments on eggs of seven South American species of *Lutzomyia* sand flies (Diptera: Psicodidae). *Journal of Medical Entomology* 41 (5), 819–825.
- Noguera, F., Vega Rivera, J., Garcia Aldrete, A. 2002. Introducción, in: Noguera, Felipe, Vega Rivera, Jorge, Garcia Aldrete, Alfonso, Quesada Avendano, M. (Eds.), *Historia Natural de Chamela*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. XV–XXI.
- OMS. 2010. Control de las leishmaniasis: informe de una reunión del Comité de Expertos de la OMS sobre el Control de las Leishmaniasis, Ginebra, 22 a 26 de marzo de 2010. (S. de informes técnicos; 949 OMS, Ed.) (pp. 1–216).
- Oviedo, M., Feliciangeli, D. 2007. Esculpido exocoriónico del huevo de dos poblaciones de *Lutzomyia longipalpis* s.l. (Diptera: Psychodidae) de Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental XLVII* (2), 253–256.
- Pech-May, A., Escobedo-Ortegón, F.J., Berzunza-Cruz, M., Rebollar-Téllez, E.A. 2010. Incrimination of four sandfly species previously unrecognized as vectors of *Leishmania* parasites in Mexico. *Medical and Veterinary Entomology* 24, 150–161.
- Peraza Herrera, G.J. 2009. Especies de flebotomíneos (Diptera:Psychodidae) de importancia médica y su potencial como vectores de *Leishmani mexicana* (Kinetoplastida:Trypanosomatidae) en Calakmul, Campeche. Universidad Autónoma de Yucatán. pp.44.
- Pérez, J., Virgen, A., Rojas, J.C., Rebollar-Téllez, E.A., Castillo, A., Infante, F., Mikery, O., Marina, C.F., Ibáñez-Bernal, S. 2014. Species composition and seasonal abundance of sandflies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in coffee agroecosystems. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro 109, 80–86. doi:10.1590/0074-0276130224
- Ready, P. 2013. Biology of phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. *Annual Review Entomology* 58, 227–250.
- Rebollar-Téllez, E. A. 1995. Bionomía de *Lutzomyia* spp. (Diptera: Psychodidae) vectores de Leishmaniasis cutánea localizada en el área endémica del ejido la libertad, Escárcega, Campeche, México. Tesis de Maestría en Ciencias (Entomología Médica). Universidad Autónoma de Nuevo León. pp.87

- Rebollar-Téllez, E.A., Marinque-Saide, P.C., Tun-Ku, E., Che-Mendoza, A., Dzul-Manzanilla, F.A. 2004. Further records of phlebotomid sandflies (Diptera:Phlebotominae) from Campeche, Mexico. *Entomological News* 115 (5), 283–291.
- Rebollar-Téllez, E.A., Orilla-Moguel, H., Dzul-Manzanilla, F.A., Che-Mendoza, A., Manrique-Saide, P., Zapata-Peniche, A. 2006. An update on the phlebotomid sand fly (Diptera: Phlebotomi-dae) fauna of Yucatan, Mexico. *Entomological News* 117, 21–24.
- Rebollar-Téllez, E.A., Ramírez-Fraire, A., Andrade-Narvaez, F.J. 1996. A Two Years Study on Vectors of Cutaneous Leishmaniasis. Evidence for Sylvatic Transmission Cycle in the State of Campeche, Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 91, 555–560.
- Rebollar-Téllez, E.A., Tun-Ku, E., Manrique-Saide, P.C., Andrade-Navarez, F.J. 2005. Relative abundances of sandfly species (Diptera: Phlebotominae) in two villages in the same area of Campeche, in southern Mexico. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 99(5), 193–201.
- Rodríguez Rojas, J. J. 2012. Aspectos ecológicos de los vectores de leishmaniasis (Diptera: Psycodidae), de la tripanosomiasis americana (Hemiptera: Reduviidae) y de sus reservorios (Mammalia: Rodentia) en localidades selectas de Nuevo León y Tamaulipas, México. Tesis Profesional (Biología). Universidad Autónoma de Nuevo León. pp.74
- Sánchez-García, L., Berzunza-Cruza, M., Becker-Fausera, I., Rebollar-Téllez, E.A. 2010. Sand flies naturally infected by *Leishmania (L.) mexicana* in the peri-urban area of Chetumal city, Quintana Roo, México. *Tropical Medicine and Hygiene* 104, 406–411.
- Sánchez-Monge, G.A. 2011. Algunas notas sobre el uso de técnicas de microscopía en la taxonomía de artrópodos. *Métodos en Ecología y Sistemática* 6, 53–61.
- Sánchez-Tejeda, G., Rodríguez, N., Parra, C.I., Hernández-Montes, O., Barker, D.C., Monroy-Ostria, A. 2001. Cutaneous Leishmaniasis Caused by Members of *Leishmania braziliensis* Complex in Nayarit, State of Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 96(1), 15–19.
- Seidelin, H. 1912. Leishmaniasis y Babesiasis. *Journal of Tropical Medicine & Parasitology* 6, 295–299.
- Service, M. W. 1980. *Entomology, a guide to medical*. pp. 20–21. Minnesota: London & Basingstoke: Macmillan Press.

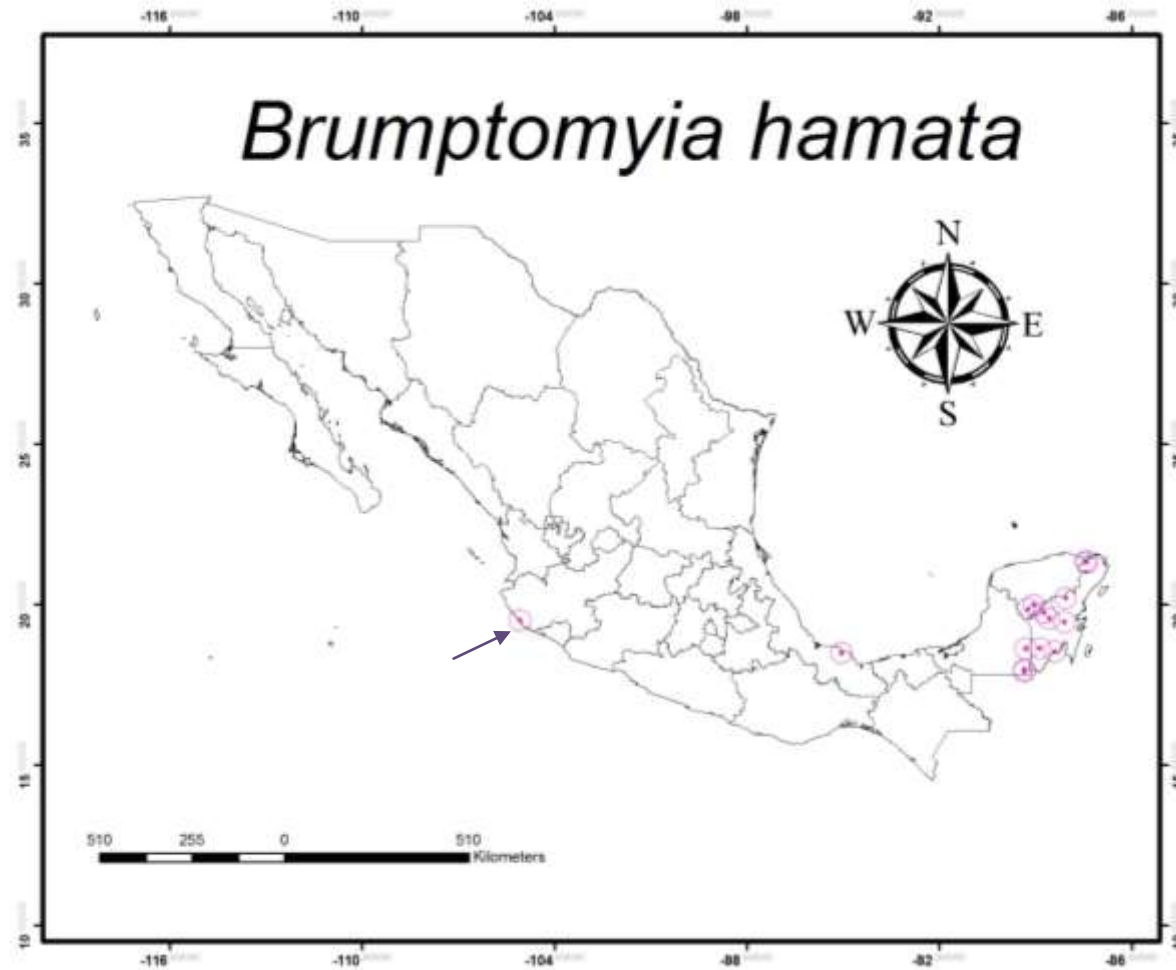
- Sharma, U., Singh, S. 2008. Insect vectors of *Leishmania*: distribution, physiology and their control. *Journal of Vector Borne Diseases* 45, 255–272.
- Souza de Oliveira, D.M., Saraiva, E.M., Yassui-Ishikawa, E.A., Almeida de Sousa, A.A., Oliveira da Silva, E., Maria da Silva, I. 2011. Distribution of phlebotomine fauna (Diptera: Psychodidae) across an urban-rural gradient in an area of endemic visceral leishmaniasis in northern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 106 (8), 1039–1044.
- Tripathi, P., Singh, V., Naik, S. 2007. *Immunesponse to Leishmania*: paradox rather than paradigm. *FEMS Immunology and Medical Microbiology* 51, 229–242.
- Valderrama, A., Herrera, M., Salazar, A. 2008. Relación entre la composición de especies del género de *Lutzomyia* França (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) y los diferentes tipos de bosques en Panamá. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 2(2), 67–78.
- Vergara, D., Bejarano, E.E., Carrillo, L.M., Sierra, D., Vélez, I.D. 2008. Primer registro de *Lutzomyia scorzai* y *Lutzomyia reburra* (Diptera: Psychodidae) en Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 34, 102–104.
- Vivero, R.J., Muskus, C., Torres, C. 2011. Fauna de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) en Acandí (Chocó, Colombia). *Acta Biológica Colombina* 16 (1), 209 – 218.
- Ward, R.D., Ready, P.A., 1975. Chorionic sculpturing in some sandfly (Diptera, Psychodidae). *Journal of Entomology* 50(2), 127–134.
- Young, D., & Duncan, M. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae) (pp. 1–865). Gainesville: Associated Publishers American Entomological Institute.
- Zimmerman, J.H., Newson, H.D., Hooper, G.R., Christensen, H.A. 1977. A comparison of the egg surface structure of six anthropophilic phlebotomine sand flies (*Lutzomyia*) with the scanning microscope (Diptera:Psychodidae). *Journal of Medical Entomology* 13, 574–579.

Anexo 1. Distribución conocida de las especies registradas para Jalisco en otros estados de México

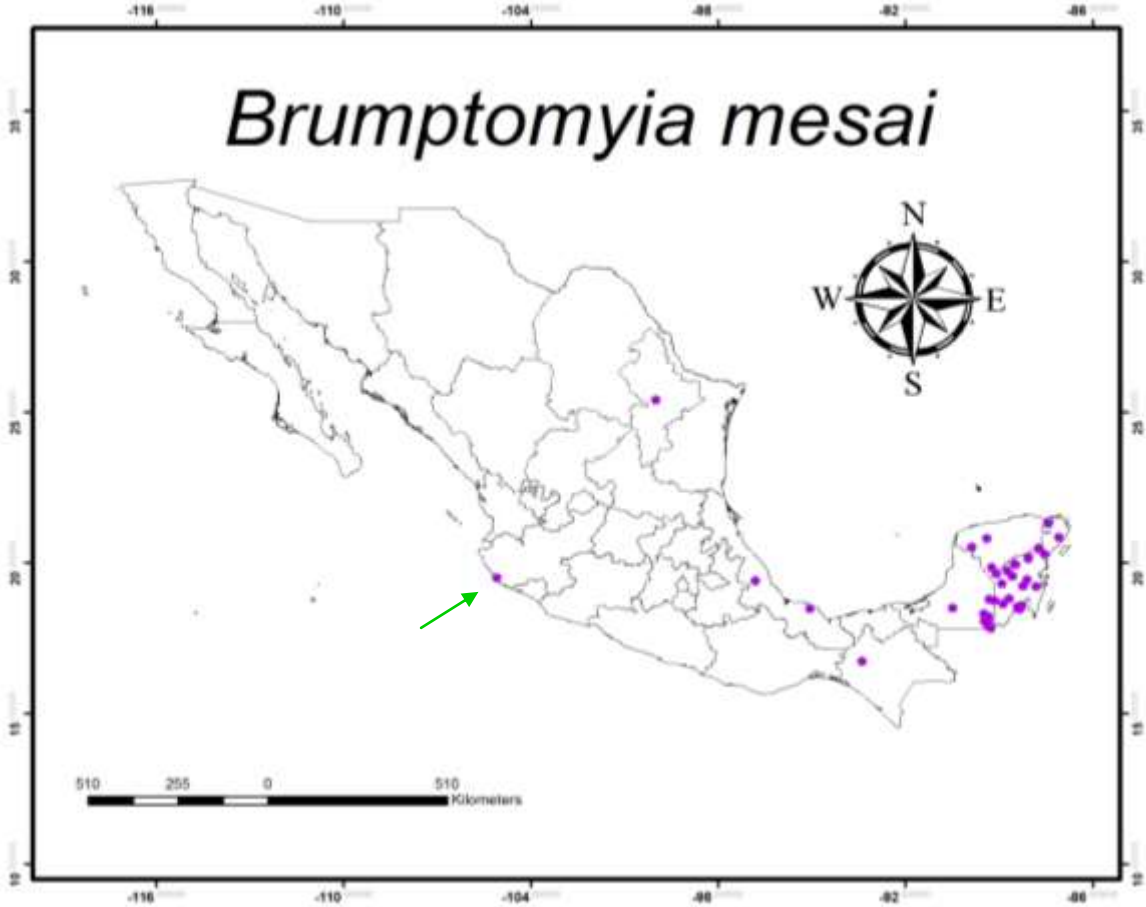
Estados Especies	Camp	Chis	Coah	DF	Méx	Gro	Hgo	Jal	Mich	Mor	Nay	NL	Oax	Pue	QRoo	SLP	Tab	Tams	Ver	Yuc
<i>Brumptomyia</i>	x	x						●				x			x				x	x
<i>Lutzomyia aclydifera</i>	x	x						●												
<i>Lutzomyia cayennensis</i>	x	x				x		●	x	x	x		x	x	x				x	x
<i>Lutzomyia cruciata</i> <sup>+</sup>	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lutzomyia dodgei</i>	x	x				x		x	x	x				x						
<i>Lutzomyia durani</i>					x	x		●	x		x		x							
<i>Lutzomyia shannoni</i> <sup>+</sup>	x	x				x		x			x	x	x	x	x			x	x	x
<i>Lutzomyia texana</i> <sup>*</sup>		x	x			x		x		x	x	x	x	x		x		x	x	
<i>Lutzomyia vindicator</i>				x				●		x		x	x			x				
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Datos recopilados de: Godínez- Álvarez & Ibáñez-Bernal, 2010; Ibáñez-Bernal, 2000; Moo-Llanes et al., 2013; Rebollar-Téllez et al., 1996; Rodríguez Rojas, 2012. ●registradas por primera vez en el presente estudio. + especies antropofílica incriminadas en la transmisión de leishmaniasis. \*especies de amplia distribución geográfica.

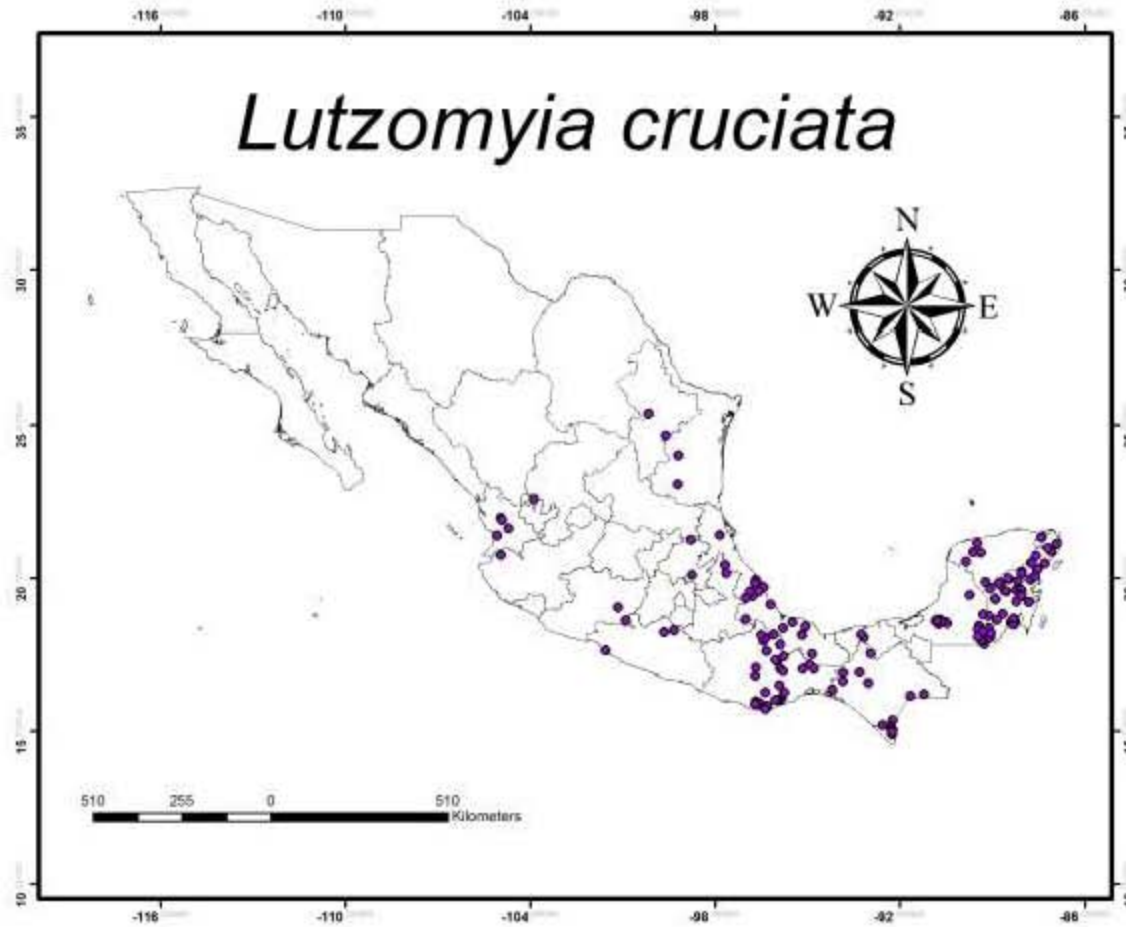
Anexo 2. Distribución de *Brumptomyia hamata* en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. La Estación de Biología Chamela, Jalisco (flecha), es nueva localización para el género



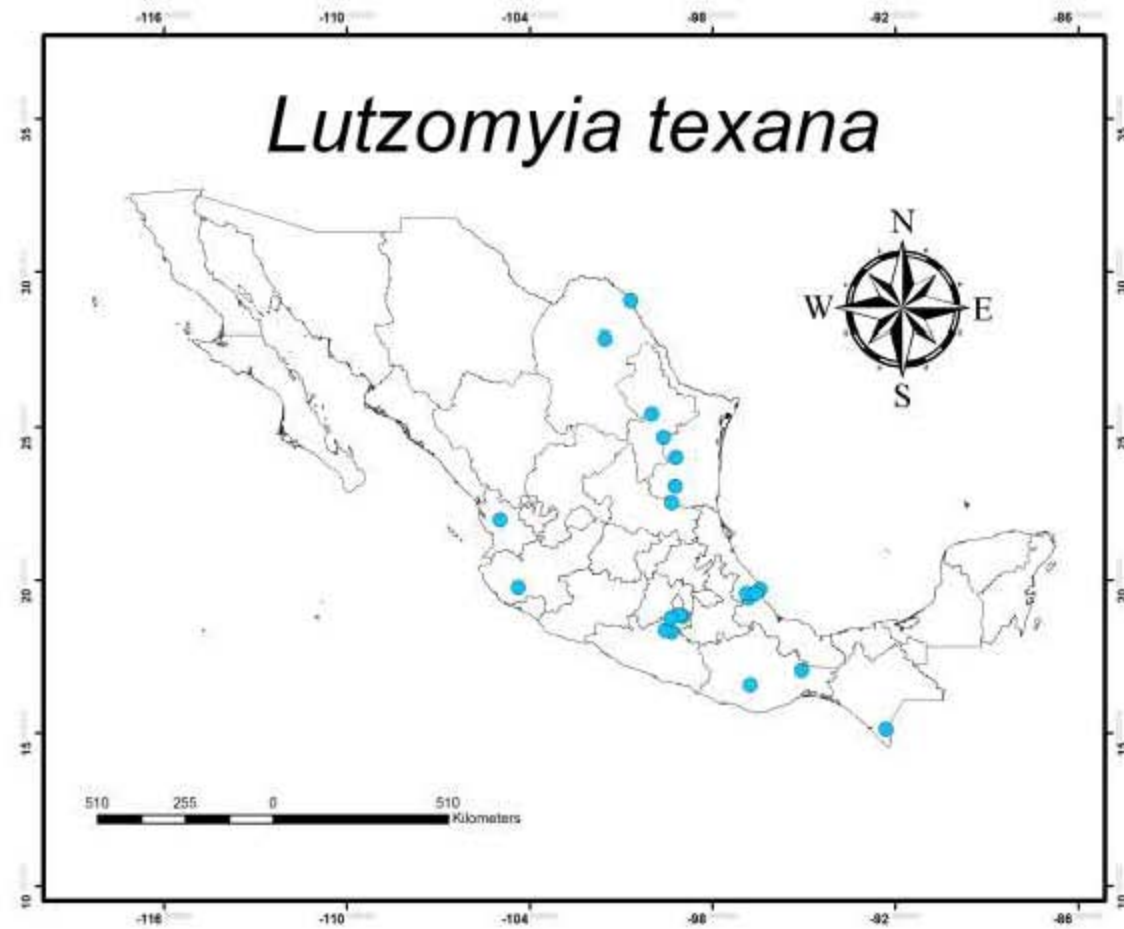
Anexo 3. Distribución de *Brumptomyia mesai* en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. La Estación de Biología Chamela, Jalisco (flecha), es nueva localidad para el género.



Anexo 4. Distribución de *Lutzomyia cruciata* en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. En esta especie previamente ha sido registrada para Jalisco.



Anexo 5. Distribución de *Lutzomyia texana* en México tomando en cuenta todos los registros reportados hasta el 2013. En esta especie previamente ha sido registrada para Jalisco.





Anexo 6. Curva de acumulación de especies del muestreo realizado en Abril y Marzo 2012; Junio y Noviembre 2011, en la EBCH.

