

**Universidad de Costa Rica  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Biología**

**Elaboración de una clave taxonómica para adultos  
y larvas de las especies de los géneros *Lucilia* y  
*Hemilucilia* (Diptera: Calliphoridae) de Costa Rica**

**Tesis sometida a consideración de la Comisión de Trabajos Finales de  
Graduación de la Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, para  
optar por el grado académico de Licenciado en Biología con énfasis en  
Zoología**

**Roberto Morales Montero**

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio**

**Costa Rica**

**2014**

Este proyecto de tesis fue aceptado por los miembros tribunal, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Biología con énfasis en Zoología

---

**Paul Hanson Snortum, Ph. D.**  
**Director de tesis**

---

**Rodrigo Zeledón Araya, Ph. D.**  
**Integrante del comité asesor**

---

**John Vargas Fonseca, Lic.**  
**Integrante del comité asesor**

---

**Yolanda Camacho García, Ph. D.**  
**Miembro de Tribunal**

---

**Javier Trejos Zelaya, Ph. D.**  
**Decano de la Facultad de Ciencias Básicas y Presidente del Tribunal**

---

**Roberto Morales Montero**  
**Postulante**

## Agradecimientos

- A mis padres y hermano, por todo el apoyo sacrificio, ayuda, cariño, esfuerzo, etc., etc., etc., que han puesto para que yo logre llegar hasta donde estoy, profesional, académica y personalmente. Mis logros son suyos... los amo.
- A Do, por estar siempre ahí, por el apoyo incondicional y la colaboración, por ser mi desahogo y alegría, mi mejor amiga... Gracias infinitas.
- A mi familia, por siempre estar pendiente del nieto y sobrino mayor. He sido realmente bendecido por tenerlos a todos.
- Al Lic. John Vargas, cuyas propuestas e ideas fueron siempre el pilar de este trabajo, y sin las cuales, el mismo jamás habría visto la luz. Gracias por creer en mí, prácticamente a ciegas, desde el día en que nos conocimos.
- A Paul y don Rodrigo, por sus sugerencias y observaciones, y por estar siempre al tanto del proyecto, inclusive en momentos donde “me perdí”. Su guía fue invaluable, ha sido todo un honor tenerlos a ambos como tutores.
- A don Manuel Zumbado, por abrirme las puertas de la colección de INBio, así como por sus preguntas, comentarios e interés. Su ayuda fue fundamental.
- A mis compañeros y amigos, tanto de academia como de trabajo, que me preguntaron constantemente y se interesaron en los avances de este trabajo, generando en mí un impulso para lograr llegar hasta el final...

## Índice general

Agradecimientos	i
Índice de figuras	iv
Índice de cuadros	vi
Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	4
Justificación	5
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
Materiales y métodos	7
Resultados	13
Descripción de especies del género <i>Hemilucilia</i>	27
<i>Hemilucilia segmentaria</i> (Fabricius)	27
<i>Hemilucilia semidiaphana</i> (Rondani)	27
<i>Hemilucilia benoisti</i> (Séguy)	28
Clave preliminar para adultos de <i>Hemilucilia</i>	29
Clave preliminar para larvas de tercer estadio de <i>Hemilucilia</i>	36
Descripción de especies del género <i>Lucilia</i>	39
<i>Lucilia purpurescens</i> (Walker)	39
<i>Lucilia eximia</i> (Wiedemann)	39
<i>Lucilia cuprina</i> (Wiedemann)	40

Complejo <i>Lucilia pulverulenta-woodi</i>	41
Clave preliminar para adultos de <i>Lucilia</i>	42
Clave preliminar para larvas de tercer estadio de <i>Lucilia</i>	46
Glosario	49
Discusión	51
Conclusiones y recomendaciones	57
Referencias	59

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Caja utilizada para mantenimiento de colonias	10
<b>Figura 2.</b> Trampa de viento utilizada en la captura de adultos.	11
<b>Figura 3.</b> Trampa de suelo utilizada para captura de adultos y obtención de huevos y larvas.	11
<b>Figura 4.</b> Espiráculo posterior en A) <i>H. semidiaphana</i> y B) <i>H. segmentaria</i>	30
<b>Figura 5.</b> Detalle de la tégula y la basicota de A) <i>H. semidiaphana</i> y B) <i>H. benoisti</i>	31
<b>Figura 6.</b> Vista lateral del propleuron en A) <i>H. segmentaria</i> y B) <i>H. benoisti</i>	32
<b>Figura 7.</b> Vista ventral de la vena costal de A) <i>H. segmentaria</i> y B) <i>H. benoisti</i>	33
<b>Figura 8.</b> Detalle de las setas postpronotales en A) <i>H. segmentaria</i> y B) <i>H. benoisti</i>	34
<b>Figura 9.</b> Vista ventral de vena tronco en A) <i>H. segmentaria</i> y B) <i>H. benoisti</i>	35
<b>Figura 10.</b> Vista ventral del esqueleto cefalofaríngeo de la larva de A) <i>H. segmentaria</i> y B) <i>H. semidiaphana</i>	36
<b>Figura 11.</b> Detalle de los últimos tres segmentos en la larva de A) <i>H. segmentaria</i> y B) <i>H. semidiaphana</i>	37
<b>Figura 12.</b> Detalle de los últimos tres segmentos en la larva de A) <i>H. segmentaria</i> y B) <i>H. semidiaphana</i>	38
<b>Figura 13.</b> Setas acrosticales postsuturales en A) <i>L. cuprina</i> y B) <i>L. eximia</i> .	42
<b>Figura 14.</b> Vista de tégula y basicota en A) <i>L. cuprina</i> y B) <i>L. eximia</i>	43
<b>Figura 15.</b> Calípteres en A) <i>L. eximia</i> y B) <i>L. purpurescens</i>	44
<b>Figura 16.</b> Ojos en macho de A) <i>L. eximia</i> ; B) <i>L. purpurescens</i> y C) Complejo <i>L. woodi-pulverulenta</i>	45
<b>Figura 17.</b> Vista general de la parte dorsal del tórax en A) <i>L. purpurescens</i> y B) Complejo <i>L. woodi-pulverulenta</i> .	46
<b>Figura 18.</b> Vista general de último segmento en A) <i>L. purpurescens</i> y B) <i>L. eximia</i>	47

**Figura 19.** Último segmento en A) *L. purpurescens*, B) *L. cuprina* y C) *L. eximia*. 48

**Figura 20.** Árbol de géneros y especies de Calliphoridae generado en BOLD, 56  
mediante el análisis de ADN mitocondrial del gen CO1

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Sitios de muestreo y recolección de moscas adultas y larvas, según presencia de las especies de estudio, de acuerdo con el registro del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).	12
<b>Cuadro 2.</b> Número de individuos analizados, por especie y estadio de desarrollo.	13
<b>Cuadro 3.</b> Sitios de recolección de la especie <i>Hemilucilia benoisti</i> , según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2001.	14
<b>Cuadro 4.</b> Sitios de recolección de la especie <i>Hemilucilia semidiaphana</i> , según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2006.	15
<b>Cuadro 5.</b> Sitios de recolección de la especie <i>Hemilucilia segmentaria</i> , según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1990 a 2006.	17
<b>Cuadro 6.</b> Sitios de recolección de la especie <i>Lucilia cuprina</i> , según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2007.	19
<b>Cuadro 7.</b> Sitios de recolección de la especie <i>Lucilia eximia</i> , según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1990 a 2005.	20
<b>Cuadro 8.</b> Sitios de recolección de la especie <i>Lucilia purpurescens</i> , según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2010.	22
<b>Cuadro 9.</b> Sitios de recolección del complejo <i>Lucilia pulverulenta-woodi</i> , según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2005.	24
<b>Cuadro 10.</b> Sitios de ubicación de cadáveres sobre los que se recolectaron larvas de los géneros <i>Hemilucilia</i> y <i>Lucilia</i> desde el 2011, según información de la colección de la Sección de Biología Forense, Departamento de Ciencias Forenses del Organismo de Investigación Judicial (OIJ).	26

## Resumen

La familia Calliphoridae, perteneciente al grupo de moscas calípteras, consta de aproximadamente 1500 especies alrededor del mundo. En el Neotrópico hay una baja diversidad de especies, se reportan unas 100 distribuidas en cuatro subfamilias: Mesembrinellinae, Toxotarsinae, Chrysomyinae y Calliphorinae. En Costa Rica se han descrito unas 30 especies, aunque se estima que la cifra podría llegar a más de 40 en total, para una familia de gran importancia para los humanos, con conocido impacto en una variedad de campos, como en la economía, especialmente en el campo de la ganadería, salud pública, como transmisores de patógenos, en ecología, por su participación activa en procesos de descomposición de material orgánico, y en ciencias forenses, en la determinación de intervalos *post mortem*, traslado de cuerpos de un sitio a otro, o en entomotoxicología.

El presente estudio se enfoca en los géneros *Lucilia*, de la subfamilia Calliphorinae, que se encuentra en un estado de desorden taxonómico importante, y *Hemilucilia*, de la subfamilia Chrysomyinae, que junto con el anterior, son dos de las contienen más especies reportadas para Costa Rica. Mediante revisiones de colecciones entomológicas del país, como la del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) y la del Departamento de Ciencias Forenses del Organismo de Investigación Judicial, así como el muestreo de zonas donde las especies de los géneros mencionados han sido reportadas, se describen los adultos de las especies *H. segmentaria*, *H. semidiaphana*, *H. benoisti*, *L. cuprina*, *L. purpurescens*, *L. eximia*, así como lo que parece ser un complejo de especies, *L. pulverulenta-woodi*, que requiere una extensa revisión taxonómica, y los estadios inmaduros de cinco de las especies anteriores. También se incluyen claves dicotómicas ilustradas preliminares de los géneros mencionados, junto con un glosario, en un esfuerzo para facilitar la identificación y favorecer el estudio del grupo. Así mismo, se discute la posible presencia o ausencia de más especies para Costa Rica de los géneros tratados en este estudio.

## **Introducción**

La familia Calliphoridae, perteneciente al grupo de moscas calípteras, consta de aproximadamente 1500 especies alrededor del mundo, con una distribución global, desde las regiones escandinavas hasta Nueva Zelanda (Shewell 1987; Rognes 1991). Esta familia es especialmente diversa en las zonas templadas, sobre todo en Europa y en la ecozona afrotropical, esta última la más diversa del planeta (Shewell 1987). En el Nuevo Mundo, y concretamente en el Neotrópico, hay una baja diversidad de especies (Shewell 1987; Vargas 1999). En esta zona se reportan unas 100 especies distribuidas en cuatro subfamilias: Mesembrinellinae, Toxotarsinae, Chrysomyinae y Calliphorinae. Concretamente para Costa Rica, se han encontrado unas 30 especies, aunque se estima que la cifra podría llegar a las 40 en total (Zumbado 2006).

Las moscas de la familia Calliphoridae tienen un rango de tamaño que va de 5 a 14 mm, con antenas de tres segmentos, típicas del suborden Brachycera, con una arista más larga que el tercer segmento antenal, y presentan tres ocelos; así mismo, muestran setas merales (hilera de cerdas bajo el espiráculo torácico posterior) además de dos cerdas notopleurales, lo que las diferencia de la familia Sarcophagidae, y un subescutelo muy poco desarrollado, distinguiéndolos de la familia Tachinidae, con un abdomen redondeado y usualmente de color verde, púrpura o azul metálico. Casi todas las especies poseen un espiráculo posterior torácico muy grande, y alas con la vena M con un doblez curvo (Hall 1948; Shewell 1987; Zumbado 2006).

Las larvas de los califóridos poseen un cuerpo fusiforme y pasan por tres estadios larvales una vez que emergen del huevo, cada uno de estos estadios pueden ser reconocidos por las características de los espiráculos posteriores, donde las larvas de primer estadio poseen dos aberturas en los espiráculos, sin embargo se encuentran unidas basalmente por lo que se visualizan como una sola abertura; el segundo estadio posee dos aberturas en sus espiráculos; el tercer estadio tiene espiráculos posteriores con tres aberturas visibles, además de un botón claro, si la especie en cuestión presenta dicha estructura. Tiene un esqueleto cefalofaríngeo ubicado desde el primer hasta aproximadamente el tercer segmento, además de dos espiráculos anteriores con prolongaciones digiformes, las cuales cambian en número dependiendo de la especie (Shewell 1987; Vargas 1999).

Los califóridos tienen mucha importancia para los humanos, ya que es conocido su impacto en una gran variedad de campos, como en la economía, la salud pública, la ecología y en ciencias

forenses. Existen especies, como el gusano barrenador (*Cochliomyia hominivorax*), que pueden causar miasis (gusaneras) en ganado vacuno, provocando daños en pieles y carne, inclusive podrían matar al animal, llevando a pérdidas económicas importantes (Forero Becerra *et al.* 2007). También, diversas especies de esta familia provocan miasis en una gran variedad de animales silvestres, lesionando o matando a sus hospederos, afectando así la diversidad de las regiones donde dicho fenómeno es recurrente (Holloway 1991; Eaton *et al.* 2008; Pulgar *et al.* 2009). De igual forma se pueden presentar gusaneras en humanos, tanto como de la mencionada *C. hominivorax* como también por *C. macellaria*, y por otras especies pertenecientes a distintos géneros, entre estas *Lucilia cuprina* y *Lucilia sericata*, llevando a severas infecciones (Zeledón & Jirón 1978; Calderón *et al.* 1995; Vargas 1999; Osorio *et al.* 2006; Zumbado 2006). También pueden ser vectores de patógenos, como algunos tipos de bacterias o virus, debido principalmente a sus hábitos necrófagos y saprófagos (James 1947; James 1967; Zeledón & Jirón 1978; Vargas 1999; Zumbado 2006), así como también se encuentran especies que pueden alimentarse, no solo de carroña, sino de frutos, flores y desechos urbanos en general, contribuyendo a los procesos de degradación de material orgánico (Capote Luna *et al.* 2014).

Los estadios larvales de Calliphoridae son muy importantes en procesos de descomposición de material animal, especialmente en las etapas iniciales de dicho proceso debido a que los adultos suelen ser los colonizadores en cadáveres, sobre todo de vertebrados, en los cuales ponen huevos para la alimentación de las larvas, cumpliendo un papel relevante en el ciclo de nutrientes. Por esta razón, Calliphoridae se convierte en una familia de moscas de suma importancia en la entomología forense para la determinación de intervalos *post mortem*, traslado de cuerpos de un sitio a otro, o identificación de sustancias tóxicas en los cadáveres (Jirón & Cartín 1981; Vargas 1999; Introna *et al.* 2001; Greenberg & Kunich 2002; Mavárez-Cardozo *et al.* 2005; Oliva 2007; Krinsky 2009; Szpila 2010). Como forma de aprovechar la alimentación de tejido necrótico por parte de larvas de Calliphoridae, se han utilizado éstas como una forma alternativa en el tratamiento de heridas y lesiones. Mediante la utilización de larvas microbiológicamente estériles de *Lucilia sericata*, se ha conseguido sanar úlceras y otras lesiones cutáneas (Figueroa *et al.* 2006; Marcondes 2006).

## Antecedentes

Entre los géneros pertenecientes a la familia Calliphoridae, se encuentra *Lucilia*, de la subfamilia Calliphorinae, que se encuentra en un estado de desorden taxonómico importante y necesita una profunda revisión (Vargas & Wood 2010), y *Hemilucilia*, de la subfamilia Chrysominae, que junto con *Lucilia*, contienen más especies reportadas para Costa Rica, y de las cuales son de las más importantes en entomología forense, *L. cuprina*, *L. eximia*, y *L. purpurescens*, que han sido debidamente descritas, al igual que *H. benoisti*, *H. segmentaria* y *H. semidiaphana* (Vargas 1999; Sukontason *et al.* 2004; Thyessen 2005; Florez & Wolff 2009). De todas las especies mencionadas existen especímenes representativos en la colección del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). A pesar de lo anterior, han sido pocas las publicaciones referentes exclusivamente a estos dos géneros, sobre todo para Costa Rica.

Algunos trabajos en Latinoamérica que nombran a especies de los géneros mencionados han hecho referencia a especies descritas para el país. Autores como Thyessen (2005) y Thyessen & Linhares (2007), señalan la presencia de *H. segmentaria* y *H. semidiaphana* en Brasil, así como Kosmann y colaboradores (2013), quienes, además de las dos especies mencionadas anteriormente, ubican a *H. benoisti*, *L. cuprina* y *L. eximia* también en Brasil. Así mismo, Florez & Wolff (2009) mencionan la presencia de varias de las especies mencionadas en Colombia. Greenberg y Szyska (1984) trabajaron con larvas de Calliphoridae en Perú, mencionando a *L. eximia* y *L. cuprina* entre las especies presentes en dicho país.

Entre los trabajos que mencionan especies de *Lucilia* y *Hemilucilia* en el país están el de Curran (1934) y James (1966) que refieren a una especie encontrada en una expedición a la Isla del Coco en 1905, *Phaenicia (Viridinsula) deceptor*, actualmente aceptada como *L. deceptor*, la cual es una de las especies de moscas califóridas descritas para las islas Galápagos. También cabe mencionar el trabajo de Jirón y Cartín (1981) donde se nombra a *L. eximia* y a *H. segmentaria* como dos de los califóridos más importantes en sistemas de sucesión de cadáveres de mamíferos en Costa Rica. Así mismo, Jirón y Marín (1984) hacen constar la presencia de *L. eximia*, *L. purpurescens* y *L. cuprina*, y de *H. segmentaria* y *H. semidiaphana*; sin embargo, solo brindan datos de los lugares donde fueron encontrados los especímenes, sin descripciones de los mismos. De igual forma, Dear (1985) hace una revisión de la tribu Chrysomyini (Chrysominae) presentes en el Nuevo Mundo, en donde hace mención de la presencia de *H. benoisti*, *H. segmentaria* y *H. semidiaphana* en Costa

Rica. Vargas (1999) también menciona a *L. eximia* y *L. purpurescens*, además de *H. segmentaria*, identificadas a partir de la cría de larvas encontradas en cadáveres humanos y recolecta adultos en sitios donde dichas larvas fueron halladas; también hace una pequeña descripción de los adultos y larvas de tercer estadio de estas tres especies, además de una clave para identificarlas, pero no toma en cuenta las otras especies de ambos géneros. Whitworth (2006) elaboró una clave para géneros y especies de la familia Calliphoridae, basado en especímenes de colecciones entomológicas, pero está adaptada solo para especies de Norteamérica. En el trabajo de Whitworth (2010), se menciona la presencia de *L. cluvia* y *L. sericata* en Costa Rica, además de las especies anteriormente mencionadas. Whitworth (2014) reporta siete especies de *Lucilia* para Costa Rica, incluidas tres especies nuevas: *L. pulverulenta*, *L. woodi* y *L. rognesi*. Además, de acuerdo con reportes en otros países de Latinoamérica (Mavárez-Cardozo *et al.* 2005; Salazar 2006; Flores & Wolff 2009) se mencionan algunas especies, como *L. cluvia* y *L. sericata*, y tomando en cuenta que existen regiones que no han sido bien muestreadas, podría existir la posibilidad de ampliar el número de especies descritas.

### **Justificación**

Actualmente no existe una clave de adultos, ni de larvas, exclusiva para los géneros mencionados que se encuentre adaptada a Costa Rica, por lo que se hace necesario contar con dicho recurso, máxime que dichas moscas son parte de una familia de mucha importancia para el ser humano, como se ha mencionado anteriormente.

Refiriéndose concretamente al campo de la entomología forense, una descripción adecuada de larvas evitaría la necesidad de criarlas para obtener la forma adulta para su identificación, proceso de por sí poco efectivo dado que no todas las larvas llegan a desarrollarse completamente.

Además, comúnmente se tiene una cantidad limitada de larvas recolectadas de una escena y de esta manera podría reducirse el tiempo de respuesta para la atención de un caso. También, el presente trabajo pretende sumar al esfuerzo por aclarar el estado de ambos géneros en Costa Rica, haciendo una descripción de las especies reportadas hasta el momento y discutiendo la posibilidad de que existan más especies.

**Objetivo General**

Elaborar una clave dicotómica ilustrada para los adultos y las larvas de tercer estadio de las especies de los géneros *Lucilia* y *Hemilucilia* (Diptera: Calliphoridae) presentes en Costa Rica.

**Objetivos Específicos**

- Hacer descripciones taxonómicas detalladas de los adultos y larvas de tercer estadio de cada una de las especies.
- Ilustrar las claves, una para adultos y otra para larvas de tercer estadio, mostrando las características más importantes, para facilitar su uso.
- Incluir un glosario con terminología necesaria para el uso de las claves.

## **Materiales y métodos**

### **Muestreo**

De acuerdo con la información de distribución geográfica de moscas califóridas, y concretamente de los géneros *Lucilia* y *Hemilucilia*, de las colecciones del INBio, así como la información de la Sección de Biología Forense del Organismo de Investigación Judicial (OIJ), con respecto a las especies de moscas recolectadas de los cadáveres que ingresan a la Sección de Patología Forense, se procedió al muestreo de los sitios donde cada una de las especies fue reportada (Cuadro 1), para obtener adultos y a partir de estos obtener larvas. Este proceso de muestreo y captura se realizó mediante tres técnicas diferentes:

### **Método de captura manual**

La captura se hizo mediante el uso de redes, colocando aproximadamente 500 gramos de carne de res en descomposición en el suelo del sitio, y esperando el arribo de individuos. Una vez obtenidos e identificados los adultos se procede a trasladarlos al laboratorio para establecer colonias de cría. Estos se colocan en cajas de madera de 45 cm de alto y 45 cm de ancho, con cedazo con agujeros de 2x2 mm en cada cara (Fig. 1). Una de estas caras está diseñada como puerta, y además tiene un agujero con una manga, para facilitar la extracción de individuos, y se les proporciona una mezcla de leche en polvo, azúcar y levadura (1:1:2) como alimento, así como 10 gramos de carne de res aproximadamente, expuesta a temperatura ambiente por 32 horas previas, como sustrato para la oviposición (D'almeida & de Mello 1996; Vargas 1999).

### **Método de muestreo por trampas de viento**

Se utilizaron trampas de viento, que consisten en un contenedor plástico de 15 cm de diámetro, con aberturas en la base y en la tapa de 10 cm de diámetro, ambas cubiertas con un cedazo de 2 x 2 mm, y se coloca el cebo que servirá como atrayente, que consiste en 250 gramos de carne de res en descomposición (Fig. 2). Ambas aberturas permiten el paso de una corriente de aire a través del contenedor donde se ubica el atrayente, pero no permiten el paso de moscas al mismo. De manera opuesta a la tapa de este contenedor, se coloca otro contenedor plástico, con cedazo en la base y un embudo por tapa, que sirve para permitir la entrada de las moscas a la trampa y la salida de la corriente de aire, de esta manera liberándose el aroma que atraiga a los individuos. Mediante el

montaje de una veleta en el exterior del contenedor que servirá para mantener las moscas, se asegura la correcta posición de la trampa con respecto al viento, de manera que la corriente ingrese por el contenedor con el cebo y salga por el embudo. Dichas trampas se colocan a 1,5 m de altura aproximadamente y se dejan en el sitio de 24 a 48 horas para la captura de adultos. Posteriormente los insectos se trasladan al laboratorio y se colocan en las cajas de madera descritas en el apartado anterior (Fig. 1).

### **Método de muestreo por trampas de suelo**

Así mismo se utilizaron trampas de suelo, que consisten en cajas de madera de 40 centímetros por 35 cm por 10 cm, con cedazo en el fondo y con una tapa, igualmente cubierta de cedazo, conteniendo carne de res en descomposición (Fig. 3), esta caja se deja en los sitios de muestreo de 24 a 48 horas aproximadamente. Los individuos presentes en el sitio de muestreo ovipositan en la carne, la cual se lleva al laboratorio, se coloca en cajas plásticas de 12x20 cm, con tapa plástica con un forro de cedazo, para días después separar las larvas de tercer estadio, sacrificando un grupo de las mismas y manteniendo otro para obtener adultos y verificar la identificación hecha de los estadios inmaduros. Es importante señalar que este procedimiento se realiza posterior a la recolecta de especímenes en un lugar determinado, esto para asegurar que en el sitio donde se colocará la trampa se ubiquen algunas de las especies a estudiar.

Además, se contó con muestras de larvas y adultos a partir de recolección de especímenes tomadas de cadáveres ingresados a la Sección de Patología del Departamento de Medicina Legal del OIJ. Para la realización de la clave, se tomó en cuenta solamente larvas que contaran con adultos criados a partir de las mismas, para favorecer la asociación de los individuos y así facilitar la identificación. Se analizaron las muestras obtenidas desde enero del 2011 hasta la fecha, esto debido a que la colección se encuentra con datos más completos a partir de ese año.

### **Identificación de adultos**

Para la identificación adecuada de adultos se contó el trabajo de Vargas (1999). Así mismo se utilizó la clave para géneros de Calliphoridae incluida en el trabajo de Vargas y Wood (2010). Adicionalmente se contó con las descripciones realizadas por Dear (1985) para las especies de *Hemilucilia*, Hall (1948) para *Lucilia*, además de los trabajos de Vargas, (1999), Carvalho &

Ribeiro (2000), Whitworth (2006), Amat *et al.* (2008), Carvalho & Mello-Patiu (2008), Amat (2009), Whitworth (2010), Kosmann *et al.* (2013) y Whitworth (2014) donde se describen especies de ambos géneros.

### **Identificación de larvas**

Mediante la técnica descrita en Vargas (1999), las larvas obtenidas de las cajas usadas como criaderos se sacrifican, una vez alcanzado el tercer estadio, utilizando agua hirviendo (aproximadamente 95 °C), y se preservan en solución de Pampel (formalina 35%, alcohol etílico 95%, ácido acético glacial y agua destilada 6:15:2:30). Posteriormente las larvas pasan por un proceso de digestión de tejido graso, mediante tratamiento con hidróxido de sodio 5%, ácido acético glacial y solución de Berlese (Hidrato de cloral, ácido acético glacial, sirope de glucosa y agua destilada 4:1:1:8), por un espacio de 30 minutos aproximadamente, lo anterior para facilitar la visualización de partes importantes para la identificación, como los espiráculos posteriores y anteriores, esqueleto cefalofaríngeo y espinetas corporales. Así mismo se montaron láminas de observación microscópica según la técnica descrita en Sukontason *et al.* (2004), tomando en cuenta los caracteres descritos anteriormente. Como respaldo a la identificación de las larvas, se cuenta con descripciones realizadas por Mariluis (1989), Holloway (1991), Vargas (1999), Sukontason *et al.* (2004), Thyssen (2005), Thyssen & Linhares (2007), Brink (2009) y Florez y Wolff (2009).

### **Elaboración de las claves**

Una vez identificados los especímenes se revisan las características diagnósticas para adultos, como las presentadas en Stevens & Wall (1996): Color del calípter y espiráculos, manchas en las alas, coloración y vellos en el parafacial, coloración de tórax y abdomen, número de cerdas intraalares, coloración de las patas, forma de genitalia en machos, separación de ojos, y además de larvas, como las presentadas por Thyssen (2005), Thyssen & Linhares (2007) y Brink (2009): número de prolongaciones en los espiráculos anteriores, ganchos bucales, espiráculos posteriores, esqueleto cefalofaríngeo, siendo evaluadas para determinar cuáles son más sencillas de observar, permitiendo la identificación del espécimen hasta el nivel de especie. Para la ilustración de las claves, se utilizó un estereoscopio ZEISS Discovery V8 con adaptación para cámara fotográfica y

una cámara digital Canon EO, modelo Rebel XSi, así como el programa Helicon Focus para mejoramiento de imágenes; todo lo anterior propiedad de la Sección de Biología Forense del Organismo de Investigación Judicial.

Así mismo, como parte del programa The International Barcode of Life (iBOL), se enviaron muestras de varios especímenes de moscas de la familia Calliphoridae, entre las cuales se contaban 16 individuos de *Hemilucilia* y 26 individuos de *Lucilia*. A cada uno de estos individuos se le extrajo la pata media derecha, siguiendo los protocolos establecidos en Ratnasingham & Herbert (2007), se enviaron al Instituto de Biodiversidad de Ontario, donde se realizó un análisis del ADN del gen mitocondrial de la Citocromo-oxidasa 1 (CO1), y cuyos resultados se encuentran disponibles en la página de Internet de Barcode of Life Database (BOLD: [www.boldsystems.org](http://www.boldsystems.org)).



Fig. 1. Caja utilizada para mantenimiento de colonias.



Fig. 2. Trampa de viento utilizada en la captura de adultos.



Fig. 3. Trampa de suelo utilizada para captura de adultos y obtención de huevos y larvas.

Cuadro 1. Sitios de muestreo y recolección de moscas adultas y larvas, según presencia de las especies de estudio, de acuerdo con el registro del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Sitio de recolecta	Provincia	Rango de elevación (msnm)	Especie recolectada	Tipo de trampa	Coordenadas
San Joaquín de Flores	Heredia	1000 a 1100	<i>L. eximia</i> , <i>H. segmentaria</i> , <i>H. semidiaphana</i>	Manual, de viento, de suelo	10° 0'37.12"N-84° 9'56.02"O
Santo Domingo	Heredia	1100 a 1200	<i>L. cuprina</i> , <i>L. eximia</i>	Manual, de viento, de suelo	9°59'23.69"N-84° 5'30.56"O
Santo Tomás	Heredia	1200 a 1300	<i>L. eximia</i>	Manual, de viento, de suelo	9°59'16.98"N-84° 3'46.76"O
San Isidro	Heredia	1300 a 1400	<i>L. eximia</i>	Manual, de suelo	10° 1'19.77"N-84° 3'17.19"O
Horquetas de Sarapiquí	Heredia	300 a 400	<i>H. segmentaria</i> , <i>L. eximia</i>	Manual, de suelo	10°21'32.69"N-83°59'20.17"O
Las Nubes de Coronado	San José	1700 a 1800	<i>L. purpurescens</i>	Manual, de viento, de suelo	9°58'51.47"N-83°57'55.02"O
San Antonio de Coronado	San José	1200 a 1300	<i>L. eximia</i> , <i>L. cuprina</i>	Manual, de viento, de suelo	9°58'19.84"N-84° 1'55.05"O
San Antonio de Escazú	San José	1500 a 1600	<i>L. purpurescens</i>	Manual, de suelo	9°53'7.37"N-84° 8'9.79"O
Tres Equis	Cartago	600 a 700	<i>L. eximia</i>	Manual, de suelo	9°57'41.63"N-83°34'19.87"O
Poás	Alajuela	1700 a 1800	<i>L. purpurescens</i>	Manual, de suelo	10° 8'11.76"N-84°11'52.99"O
Osa	Puntarenas	400 a 500	<i>H. segmentaria</i> , <i>H. semidiaphana</i>	Manual, de viento, de suelo	8°43'0.12"N-83° 30'0.78"O
Garabito (Carara)	Puntarenas	400 a 500	<i>H. segmentaria</i> , <i>H. semidiaphana</i> , <i>L. eximia</i>	Manual, de viento, de suelo	9°45'21.08"N-84°35'16.89"O

## Resultados

Se estudiaron 2336 especímenes adultos obtenidos mediante captura en sitios de muestreo (Cuadro 2), así como de la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) correspondiente a adultos de los géneros *Hemilucilia* (Cuadros 3, 4 y 5) y *Lucilia* (Cuadros 6, 7, 8 y 9).

Con respecto a las larvas, se analizaron cerca de 250 obtenidas de los muestreos, así como cerca de 100 obtenidas a partir de las recolecciones realizadas en cadáveres ingresados a la Sección de Patología del Departamento de Medicina Legal del OIJ desde el año 2011 (Cuadro 2 y 10). No se obtuvieron adultos o larvas de *H. benoisti* o del complejo *Lucilia pulverulenta-woodi* a partir del muestreo realizado en los sitios mencionados.

El uso de las trampas utilizadas estuvo sujeto a las facilidades presentadas en los sitios; la trampa de viento y la captura manual se empleó mayoritariamente en la captura de adultos, para verificar la presencia y prevalencia de las especies en los sitios, inclusive, mediante la captura manual, se recolectó la mayor cantidad de adultos utilizados en laboratorio, para iniciar las colonias de las cuales se obtuvieron larvas de las especies *L. cuprina*, *L. eximia* y *H. segmentaria* (no se obtuvieron larvas a partir de colonias para las otras especies). Posteriormente a la confirmación de la presencia de especies en los sitios, se colocaron trampas de suelo en los mismos, las cuales resultaron ser las más efectivas para la obtención de larvas de las especies de ambos géneros, donde los estadios inmaduros analizados fueron mayoritariamente obtenidos por este medio de recolección.

Cuadro 2. Número de individuos analizados, por especie y estadio de desarrollo.

Especie	Adultos	Larvas
<i>H. segmentaria</i>	379	31
<i>H. semidiaphana</i>	534	33
<i>H. benoisti</i>	31	-
<i>L. cuprina</i>	28	63
<i>L. eximia</i>	497	127
<i>L. purpurescens</i>	402	103
Complejo <i>L. pulverulenta-woodi</i>	465	-

Cuadro 3. Sitios de recolección de la especie *Hemilucilia benoisti*, según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2001.

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área de recolección</b>	<b>Rango de elevación (msnm)</b>	<b>Año</b>
Heredia	Sarapiquí	La Virgen	Cacho Negro	300 a 400	1989
Guanacaste	La Cruz	Santa Cecilia	Orosilito	600 a 700	1994
Puntarenas	Osa	Sierpe	Rincón	200 a 300	1992
Cartago	Turrialba	Tres Equis	Valle Escondido	200 a 300	2001
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Laguna Corcovado	0 a 100	2000
Limón	Limón	Valle La Estrella	Hitoy Cerere	0 a 100	1992
Guanacaste	Liberia	Mayorga	Cacao	900 a 1000	1993
Puntarenas	Puntarenas	Monteverde	Monteverde	1500 a 1600	1991

Cuadro 4. Sitios de recolección de la especie *Hemilucilia semidiaphana*, según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2006.

Provincia	Cantón	Distrito	Área de recolección	Rango de elevación (msnm)	Año
Alajuela	Alfaro Ruiz	Zarcero	Zarcero	1700 a 1800	1989
Alajuela	Guatuso	Buenavista	Montezuma	900 a 1000	2006
Alajuela	San Ramón	Ángeles	Pocosol	1000 a 1100	2005
Alajuela	Upala	Bijagua	Montezuma	800 a 900	2000
Cartago	Jiménez	Pejibaye	<i>No hay dato</i>	1000 a 1100	2005
Cartago	Paraíso	Orosi	Orosi	1200 a 1300	1994
Cartago	Turrialba	Santa Teresita	Turrialba	1100 a 1200	1994
Cartago	Turrialba	Tayutic	Valle Escondido	1000 a 1100	2005
Guanacaste	Bagaces	Fortuna	Miravalles	1100 a 1200	2003
Guanacaste	La Cruz	Santa Cecilia	Orosilito	500 a 600	1992
Guanacaste	Liberia	Mayorga	Cacao	900 a 1000	1992
Guanacaste	Liberia	Nacascolo	Río Tempisquito	200 a 300	2005
Guanacaste	Santa Cruz	Santa Cruz	Diriá	900 a 1000	2000
Guanacaste	Tilarán	Tierras Morenas	Naranjos Agrios	900 a 1000	1992
Heredia	Sarapiquí	Horquetas	Cacho Negro	1700 a 1800	1989
Heredia	Sarapiquí	La Virgen	Puerto Viejo	100 a 200	1991
Limón	Limón	Valle La Estrella	Hitoy Cerere	500 a 600	1999

Continúa

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área de recolección</b>	<b>Rango de elevación (msnm)</b>	<b>Año</b>
Limón	Pococí	Colorado	Río La Sardina	0 a 100	1994
Puntarenas	Aguirre	Quepos	Quepos	0 a 100	1991
Puntarenas	Aguirre	Quepos	Quepos	0 a 100	1991
Puntarenas	Buenos Aires	Potrero Grande	Agua Caliente	1000 a 1100	2003
Puntarenas	Coto Brus	Sabalito	Fila Cedro	1600 a 1700	2002
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Rincón	100 a 200	2001
Puntarenas	Osa	Sierpe	Rincón	200 a 300	1994
Puntarenas	Puntarenas	Monteverde	Monteverde	1500 a 1600	1995
San José	Escazú	San Antonio	Cerros de Cedral	1400 a 1500	1989
San José	Puriscal	Mercedes Sur	Salitrales	900 a 1000	1993
San José	Pérez Zeledón	General	San Isidro	1200 a 1300	1995
San José	Vásquez de Coronado	Cascajal	Río Sucio	500 a 600	1993

Cuadro 5. Sitios de recolección de la especie *Hemilucilia segmentaria*, según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1990 a 2006.

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área de recolección</b>	<b>Rango de elevación (msnm)</b>	<b>Año</b>
Guanacaste	Liberia	Mayorga	Cacao	900 a 1000	1997
Guanacaste	La Cruz	Santa Cecilia	Orosilito	600 a 700	1992
Guanacaste	Liberia	Nacascolo	Río Tempisque	200 a 300	1999
Guanacaste	Tilarán	Tierras Morenas	Naranjos Agrios	900 a 1000	1992
Heredia	Sarapiquí	La Virgen	Puerto Viejo	300 a 400	1991
Heredia	Sarapiquí	La Virgen	Cacho Negro	400 a 500	2006
Heredia	Santo Domingo	Santa Rosa	San José	1100 a 1200	2003
San José	Turrubares	Juan de Mata	Carara	200 a 300	1990
San José	Puriscal	Santiago	Grifo Alto	1100 a 1200	1990
San José	Tarrazú	San Carlos	Río Cañas	300 a 400	2006
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Laguna Corcovado	0 a 100	2001
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Rincón	600 a 700	2001
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Salsipuedes	0	2000
Puntarenas	Golfito	Golfito	Esquinas	0 a 100	1993
Puntarenas	Garabito	Tárcoles	Carara	100 a 200	1992
Puntarenas	Osa	Sierpe	Rincón	200 a 300	1992

Continúa

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área de recolección</b>	<b>Rango de elevación (msnm)</b>	<b>Año</b>
Puntarenas	Osa	Cortés	Balsar	100 a 200	2005
Puntarenas	Coto Brus	Sabalito	Coto Brus	1200 a 1300	1991
Puntarenas	Coto Brus	San Vito	Coto Brus	1200 a 1300	1995
Puntarenas	Aguirre	Quepos	Quepos	0 a 100	1991
Puntarenas	Puntarenas	Monteverde	Monteverde	1500 a 1600	1993
Limón	Pococí	Colorado	Río Zapote	100 a 200	1990
Limón	Pococí	Colorado	Río Penitencia	0 a 100	1991
Limón	Limón	Valle La Estrella	Hitoy Cerere	400 a 500	2003
Limón	Talamanca	Bratsi	Hitoy Cerere	1000 a 1100	2004
Alajuela	Alajuela	San Isidro	Alajuela	1000 a 1100	1992
Alajuela	Upala	Dos Ríos	Dos Ríos	600 a 700	1994
Alajuela	Upala	Bijagua	Montezuma	1000 a 1100	2000
Alajuela	San Carlos	Fortuna	Volcán Arenal	1000 a 1100	1999
Alajuela	Guatuso	Buenavista	Fila Vieja Dormida	700 a 800	2007
Cartago	Paraíso	Orosi	Orosi	1200 a 1300	1999
Cartago	Turrialba	Santa Teresita	Turrialba	1100 a 1200	1994
Cartago	Turrialba	Tres Equis	Valle Escondido	500 a 600	2001
Cartago	Jiménez	Pejibaye	<i>No hay dato</i>	1100 a 1200	2005

Cuadro 6. Sitios de recolección de la especie *Lucilia cuprina*, según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2007.

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área de recolección</b>	<b>Rango de elevación (msnm)</b>	<b>Año</b>
Heredia	Belén	La Ribera	Alajuela	900 a 1000	2008
Heredia	Santo Domingo	Santa Rosa	San José	1100 a 1200	2007
Guanacaste	Liberia	Nacascolo	Río Tempisquito	200 a 300	1989
Guanacaste	La Cruz	La Cruz	Puerto Soley	0 a 100	2007

Cuadro 7. Sitios de recolección de la especie *Lucilia eximia*, según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1990 a 2005.

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área de recolección</b>	<b>Rango de elevación (msnm)</b>	<b>Año</b>
Puntarenas	Aguirre	Quepos	Quepos	0 a 100	1992
Guanacaste	Bagaces	Bagaces	Paloverde	0 a 100	2004
Heredia	Belén	La Ribera	Alajuela	900 a 1000	1992
Heredia	Belén	San Antonio	Alajuela	900 a 1000	1993
Puntarenas	Buenos Aires	Potrero Grande	Agua Caliente	1000 a 1100	2003
Puntarenas	Coto Brus	Sabalito	Coto Brus	1200 a 1300	1998
Puntarenas	Coto Brus	Sabalito	Fila Cedro	1400 a 1500	1995
San José	Escazú	San Rafael	Santa Ana	900 a 1000	2005
Puntarenas	Golfito	Golfito	Esquinas	0 a 100	1993
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Laguna Corcovado	100 a 200	2000
Alajuela	Guatuso	Buenavista (San José)	Fila Vieja Dormida	700 a 800	2008
Guanacaste	La Cruz	La Cruz	La Cruz	100 a 200	1999
Guanacaste	La Cruz	Santa Elena	El Hacha	200 a 300	1991
Guanacaste	La Cruz	Santa Cecilia	Orosilito	600 a 700	1993
Guanacaste	La Cruz	Santa Elena	Santa Elena Norte	0 a 100	1994
Guanacaste	La Cruz	Santa Elena	Río Tempisquito	200 a 300	1999
Guanacaste	La Cruz	Santa Elena	Cabeceras del Sapoá	600 a 700	1990
Guanacaste	Liberia	Liberia	Rincón de la Vieja	900 a 1000	2001
Guanacaste	Liberia	Nacascolo	Río Tempisquito	200 a 300	2002
Guanacaste	Liberia	Mayorga	Cacao	900 a 1000	1995
Guanacaste	Liberia	Curubandé	Rincón de la Vieja	800 a 900	1992
Limón	Limón	Limón	Limón	0 a 100	2008
Limón	Limón	Valle La Estrella	Hitoy Cerere	100 a 200	1991
Alajuela	Los Chiles	Caño Negro	Laguna Caño Negro	0 a 100	1994
Guanacaste	Nicoya	San Antonio	Barra Honda	0 a 100	1995

Continúa

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área de recolección</b>	<b>Rango de elevación (msnm)</b>	<b>Año</b>
Puntarenas	Osa	Sierpe	Rincón	200 a 300	1991
Puntarenas	Osa	Palmar	Llanura del Diquís	0 a 100	2005
Puntarenas	Osa	Palmar	Río Cañablanca	0 a 100	1995
Cartago	Paraíso	Orori	Orosi	1200 a 1300	1993
San José	Pérez Zeledón	Platanares	Pejibaye	700 a 800	2002
Limón	Pococí	Colorado	Tortuguero	0	1990
Puntarenas	Puntarenas	Lepanto	Río Dominica	200 a 300	2003
Puntarenas	Puntarenas	Cóbano	Cabo Blanco	0 a 100	1997
Puntarenas	Puntarenas	Monteverde	Monteverde	1500 a 1600	1992
Puntarenas	Puntarenas	Puntarenas	San Lucas	0 a 100	2005
San José	Santa Ana	Uruca	Santa Ana	1000 a 1100	1994
Guanacaste	Santa Cruz	Santa Cruz	Diriá	400 a 500	2002
Heredia	Santo Domingo	Santa Rosa	San José	1100 a 1200	2005
Heredia	Sarapiquí	La Virgen	Puerto Viejo	0 a 100	1993
Limón	Talamanca	Sixaola	Gandoca	0 a 100	2004
Limón	Talamanca	Bratsi	Baja Talamanca	0 a 100	1997
Guanacaste	Tilarán	Tierras Morenas	Naranjos Agrios	700 a 800	2002
Cartago	Turrialba	Tayutic	Valle Escondido	400 a 500	2003
San José	Turrubares	San Juan de Mata	Fila Negra	400 a 500	1995
Alajuela	Upala	Dos Ríos (Colonia Mayorga)	Dos Ríos	500 a 600	2000
Alajuela	Upala	Bijagua	Montezuma	600 a 700	2000

Cuadro 8. Sitios de recolección de la especie *Lucilia purpurescens*, según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2010.

Provincia	Cantón	Distrito	Área de recolección	Rango de elevación (msnm)	Año
Puntarenas	Buenos Aires	Potrero Grande	Agua Caliente	1300 a 1400	2005
Guanacaste	La Cruz	Santa Elena	Cabeceras del Sapoa	600 a 700	1992
Guanacaste	Liberia	Mayorga	Cacao	900 a 1000	1995
Heredia	Sarapiquí	Horquetas (Buenos Aires)	Cacho Negro	1700 a 1800	1989
Puntarenas	Garabito	Tárcoles	Carara	0 a 100	1992
Puntarenas	Buenos Aires	Potrero Grande	Cerro Nai	1300 a 1400	1997
San José	Escazú	San Antonio	Cerros de Cedral	1700 a 1800	1999
San José	Santa Ana	Salitral	Cerros de Cedral	1900 a 2000	1993
San José	Pérez Zeledón	Rivas	Chirripó-Cuericí	2400 a 2500	1996
Alajuela	Alajuela	Sarapiquí	Cinchona	1500 a 1600	2004
Puntarenas	Coto Brus	Sabalito	Coto Brus	1200 a 1300	1991
Limón	Talamanca	Cahuita	Fila Carbón	0 a 100	1989
Puntarenas	Buenos Aires	Potrero Grande	Fila Cedro	1600 a 1700	2005
Puntarenas	Coto Brus	Pittier	Fila Cedro	1900 a 2000	1998
Heredia	Barva	San José de la Montaña	Guararí	2400 a 2500	1990
San José	Moravia	San Jerónimo	Guararí	1500 a 1600	2008
Cartago	Jiménez	Pejibaye	<i>No hay dato</i>	1100 a 1200	2005
Limón	Limón	Valle La Estrella	Hitoy Cerere	100 a 200	1992
Cartago	Cartago	San Nicolás	La Cangreja	1800 a 1900	2008
Cartago	La Unión	San Rafael	La Carpintera	1500 a 1600	2008
Guanacaste	Bagaces	Fortuna	Miravalles	1100 a 1200	2003
Puntarenas	Puntarenas	Monteverde	Monteverde	1600 a 1700	2000
Cartago	Cartago	San Francisco	Orosi	2300 a 2400	2008
Cartago	Paraíso	Orosi	Orosi	1200 a 1300	1999
Guanacaste	La Cruz	Santa Cecilia	Orosilito	600 a 700	1993
Alajuela	Grecia	San Isidro	Poás	1900 a 2000	2007
San José	Dota	Copey	Providencia	1900 a 2000	1992

Continúa

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área de recolección</b>	<b>Rango de elevación (msnm)</b>	<b>Año</b>
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Rincón	0 a 100	1995
Puntarenas	Osa	Sierpe	Rincón	200 a 300	1991
Alajuela	San Ramón	Peñas Blancas	Río Chiquito	1700 a 1800	1994
Guanacaste	La Cruz	Santa Cecilia	Río Colón	1300 a 1400	1997
San José	Vázquez de Coronado	Cascajal	Río Sucio	1400 a 1500	1990
San José	Vázquez de Coronado	Jesús (Dulce Nombre)	Río Sucio	1600 a 1700	2010
San José	Pérez Zeledón	General	San Isidro	1200 a 1300	1997
Limón	Talamanca	Bratsi	Tararia	2400 a 2500	2003
Cartago	Turrialba	Santa Teresita	Turrialba	1100 a 1200	1994
San José	Tarrazú	San Carlos	Valle de los Santos	1700 a 1800	2003
Cartago	Cartago	San Nicolás	Valle del Guarco	1700 a 1800	2009
Cartago	Turrialba	Tayutic	Valle Escondido	1000 a 1100	2005

Cuadro 9. Sitios de recolección del complejo *Lucilia pulverulenta-woodi*, según la colección entomológica del Instituto Nacional de Biodiversidad, en el periodo de 1989 a 2005.

Provincia	Cantón	Distrito	Área de recolección	Rango de elevación (msnm)	Año
Alajuela	San Carlos	Pital	Boca Tapada	0 a 100	2004
Alajuela	Upala	Dos Ríos (Colonia Mayorga)	Dos Ríos	600 a 700	1994
Alajuela	San Ramón	Peñas Blancas	Río Chiquito	1700 a 1800	1998
Alajuela	San Ramón	Angeles	Río Jamaical	700 a 800	1997
Alajuela	San Carlos	Fortuna	Volcán Arenal	500 a 600	1998
Cartago	Jiménez	Pejibaye	<i>No hay dato</i>	1100 a 1200	2005
Cartago	Paraíso	Orosi	Orosi	1200 a 1300	1997
Cartago	Turrialba	Tayutic	Río Moravia	1100 a 1200	1992
Cartago	Turrialba	Santa Teresita	Turrialba	1100 a 1200	1994
Cartago	Turrialba	Tres Equis	Valle Escondido	400 a 500	2003
Guanacaste	Nicoya	San Antonio	Barra Honda	0 a 100	1994
Guanacaste	La Cruz	Santa Elena	Cabeceras del Sapoá	600 a 700	1990
Guanacaste	Liberia	Mayorga	Cacao	1300 a 1400	1997
Guanacaste	La Cruz	Santa Elena	El Hacha	200 a 300	1991
Guanacaste	La Cruz	La Garita	La Cruz	200 a 300	1994
Guanacaste	Bagaces	Fortuna	Miravalles	1100 a 1200	2003
Guanacaste	Tilarán	Tierras Morenas	Naranjos Agrios	900 a 1000	1992
Guanacaste	La Cruz	Santa Cecilia	Orosilito	600 a 700	1995
Guanacaste	Bagaces	Bagaces	Paloverde	0 a 100	1991
Guanacaste	La Cruz	La Cruz	Puerto Soley	0 a 100	2000
Guanacaste	Liberia	Liberia	Rincón de la Vieja	800 a 900	2001
Guanacaste	La Cruz	Santa Cecilia	Río Colón	1100 a 1200	1995
Guanacaste	La Cruz	Santa Elena	Santa Elena Norte	0 a 100	1994
Guanacaste	Tilarán	Tierras Morenas	Volcán Tenorio	600 a 700	1994
Heredia	Belén	La Ribera	Alajuela	900 a 1000	1991
Heredia	Sarapiquí	La Virgen	Cacho Negro	400 a 500	1990

Continúa

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área de recolección</b>	<b>Rango de elevación (msnm)</b>	<b>Año</b>
Heredia	Sarapiquí	La Virgen	Cacho Negro	400 a 500	2005
Heredia	San Isidro	San José	Guararí	1600 a 1700	1995
Heredia	Barva	San José de la Montaña	Guararí	2500 a 2600	1990
Heredia	Sarapiquí	La Virgen	Puerto Viejo	100 a 200	1991
Heredia	Santo Domingo	Santa Rosa	San José	1100 a 1200	1993
Limón	Talamanca	Bratsi	Baja Talamanca	0 a 100	1994
Limón	Limón	Valle La Estrella	Hitoy Cerere	100 a 200	2002
Limón	Limón	Valle La Estrella	Hitoy Cerere	0 a 100	1993
Limón	Talamanca	Sixaola	Margarita	0 a 100	1999
Limón	Pococí	Colorado	Río La Sardina	0 a 100	1994
Limón	Pococí	Guapiles	Río Sucio	700 a 800	1989
Puntarenas	Puntarenas	Cóbano	Cabo Blanco	0 a 100	1991
Puntarenas	Garabito	Tárcoles	Carara	0 a 100	1995
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Carate	0 a 100	2003
Puntarenas	Buenos Aires	Potrero Grande	Cerro Nai	1300 a 1400	1997
Puntarenas	Coto Brus	Sabalito	Coto Brus	1200 a 1300	1991
Puntarenas	Osa	Sierpe	Esquinas	0 a 100	1994
Puntarenas	Coto Brus	Limoncito	Fila Anguciana	1400 a 1500	1995
Puntarenas	Coto Brus	Pittier	Fila Cedro	1700 a 1800	1998
Puntarenas	Buenos Aires	Potrero Grande	Fila Cedro	1600 a 1700	2005
Puntarenas	Coto Brus	Sabalito	Fila Cedro	1500 a 1600	1997
Puntarenas	Puntarenas	Isla del Coco	Isla	200 a 300	2002
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Jiménez	0 a 100	2002
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Laguna Corcovado	0 a 100	2002
Puntarenas	Golfito	Golfito	Llanuras de Coto 47	0 a 100	1999
Puntarenas	Puntarenas	Guacimal	Monteverde	1000 a 1100	1996
Puntarenas	Aguirre	Quepos	Quepos	0 a 100	1993
Puntarenas	Golfito	Jiménez	Rincón	0 a 100	2001

Continúa

Provincia	Cantón	Distrito	Área de recolección	Rango de elevación (msnm)	Año
Puntarenas	Coto Brus	San Vito	Río Claro	1400 a 1500	1995
San José	Pérez Zeledón	San Pedro	Fila Canforro	1400 a 1500	1996
San José	Turrubares	San Juan de Mata	Fila Negra	400 a 500	1989
San José	Moravia	San Jerónimo	Guararí	1400 a 1500	1997
San José	Puriscal	Chires	Guarumal	300 a 400	2004
San José	Dota	Copey	Providencia	1900 a 2000	1992
San José	Vázquez de Coronado	Cascajal	Río Sucio	500 a 600	1993
San José	Puriscal	Mercedes Sur	Salitrales	900 a 1000	1993
San José	Pérez Zeledón	San Pedro	San Pedro	1300 a 1400	1996

Cuadro 10. Sitios de ubicación de cadáveres sobre los que se recolectaron larvas de los géneros *Hemilucilia* y *Lucilia* desde enero, 2011, según información de la colección de la Sección de Biología Forense, Departamento de Ciencias Forenses del Organismo de Investigación Judicial (OIJ).

Sitio de ubicación	Provincia	Especie	Coordenadas
La Uruca	San José	<i>L. cuprina</i>	9°57'9.65"N- 84°5'53.21"O
Barrio La Cruz	San José	<i>L. eximia</i>	9°55'15.59"N-84°4'35.369"O
Goicoechea	San José	<i>L. eximia</i>	9°58'58"N- 84°00'51"O
Desamparados	San José	<i>L. eximia, L. cuprina</i>	9°54'46"N- 84°3'20.27"O
Pavas	San José	<i>L. eximia</i>	9°57'18"N- 84°09'07"O
Pérez Zeledón	San José	<i>H. semidiaphana</i>	9°17'23"N- 83°36'49"O
Moravia (Sobre Ruta 32)	San José	<i>H. semidiaphana</i>	10°04'13"N- 83°59'03"O
San Rafael	Heredia	<i>H. semidiaphana</i>	10°00'16"N- 84°03'24"O

## **Descripción de especies del género *Hemilucilia***

### *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius)

#### **Adulto**

El macho es holóptico, mientras que la hembra es dicóptica. Ambos sexos presentan palpos amarillos, así como coloración amarilla en la parte ventral y anterior del tórax, mientras que la parte dorsal y posterior presenta reflejos metálicos, generalmente en colores verde, púrpura o azul. Los espiráculos anteriores y posteriores son claros. En cuanto a las alas, la superficie ventral de la vena tronco presenta vellosidades finas y claras; la tégula y la basicota son claras, usualmente amarillas o café claro. Presenta calípteres claros, con setas amarillas en el borde. La superficie ventral de la vena costal presenta setas hasta el quiebre subcostal. Las patas son amarillas, aunque pueden presentarse especímenes con tarsos y la mitad inferior de la tibia más oscura.

#### **Larva de tercer estadio**

El último segmento presenta doce tubérculos alrededor de los espiráculos posteriores, distribuidos de manera uniforme. La placa anal es muy prominente. Los espiráculos posteriores se encuentran fuertemente esclerizados, con peritrema muy oscuro rodeando las tres aberturas, hasta la zona del botón. El esqueleto cefalofaríngeo se encuentra muy esclerizado. Presenta el esclerito oral en forma de horquilla, con las prolongaciones laterales largas y muy recurvadas. Los espiráculos anteriores tienen de 11 a 13 proyecciones digiformes. Tiene bandas de espinas esclerizadas completas hasta el octavo segmento, con espinas dispuestas de forma irregular.

### *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani)

#### **Adulto**

El macho es holóptico y la hembra es dicóptica y presentan palpos amarillos. Presentan coloración metálica uniforme en el tórax, generalmente en colores morado, verde y azul. Los espiráculos posteriores son oscuros, casi negros, mientras que los anteriores son claros. En cuanto a

las alas, la superficie ventral de la vena tronco no presenta setas, la tégula es café oscuro o negro, y la basicota amarilla. Los calípteres son claros, con setas amarillas finas en los bordes. La superficie ventral de la vena costal presenta setas hasta el quiebre subcostal. El color de las patas es variable, pero en general las coxas medias y traseras son de color oscuro (café o negro).

### **Larva de tercer estadio**

La parte anterior presenta dos lóbulos cefálicos pronunciados. Los espiráculos anteriores se encuentran en el segundo segmento y presentan de 10 a 13 prolongaciones digiformes. El esqueleto cefalofaríngeo es esclerizado, con ganchos orales recurvados anteriormente. El último segmento larval presenta doce tubérculos alrededor de los espiráculos posteriores, con seis en la parte dorsal y seis en la parte ventral; con una placa anal muy prominente, con pequeñas espinas esclerizadas. Los espiráculos posteriores se encuentran esclerizados (menos que en *H. segmentaria*), con el peritrema rodeando las tres aberturas, casi hasta la zona del botón. El esclerito oral se presenta en forma de espina. Tiene bandas de espinas completas hasta el octavo segmento, así como en el último segmento, compuestas de espinas múltiples (pocas simples), desordenadas, sobretodo en la parte ventral.

*Hemilucilia benoisti* (Séguy)

### **Adulto**

El macho de esta especie es holóptico y a la hembra dicóptica. Con palpos amarillos. Presenta coloración metálica uniforme en el tórax, en color morado, verde o azul. Tanto los espiráculos posteriores como los anteriores son claros. En cuanto a las alas, la superficie ventral de la vena tronco no presenta setas; la tégula y basicota son amarillas, con calípteres claros, con setas amarillas en el borde. La superficie ventral de la vena costal presenta setas hasta las cercanías de la unión con la vena R1. Las patas son de color variable (amarillo, café claro) pero en general presenta las coxas en color amarillo.

No ha sido posible contar con larvas de tercer estadio para hacer la descripción adecuada de los especímenes inmaduros de esta especie, debido a que no se logró la recolección de adultos en el campo. En el apartado de discusión se amplían las razones de lo anterior.

Clave preliminar para adultos de *Hemilucilia*

**1.**

- Espiráculo posterior oscuro (Fig. 4A). Tégula café oscuro o negro (Fig. 5A) .....***H. semidiaphana***
- Espiráculo posterior claro (Fig. 4B). Tégula clara (Fig. 5B).... **2**

**2.**

- Tórax con tercio anterior del pleurón en color amarillo, incluido el proepisterno, y parte del anepisterno y el lóbulo postpronotal (Fig. 6A). Superficie ventral de la costa con setas hasta el quiebre subcostal (Fig. 7A). Con 4 setas postpronotales (Fig. 8A). Superficie ventral de la vena tronco con setas finas y claras (Fig. 9A)..... ***H. segmentaria***
- Tórax en color verde o azul metálico más uniforme (ocasionalmente puede presentar pequeñas manchas amarillas) (Fig. 6B). Superficie ventral de la costa con setas hasta la unión de la vena R1 (Fig. 7B). Con 3 setas postpronotales (Fig. 8B). Superficie ventral de la vena tronco desnuda (Fig. 9B)..... ***H. benoisti***

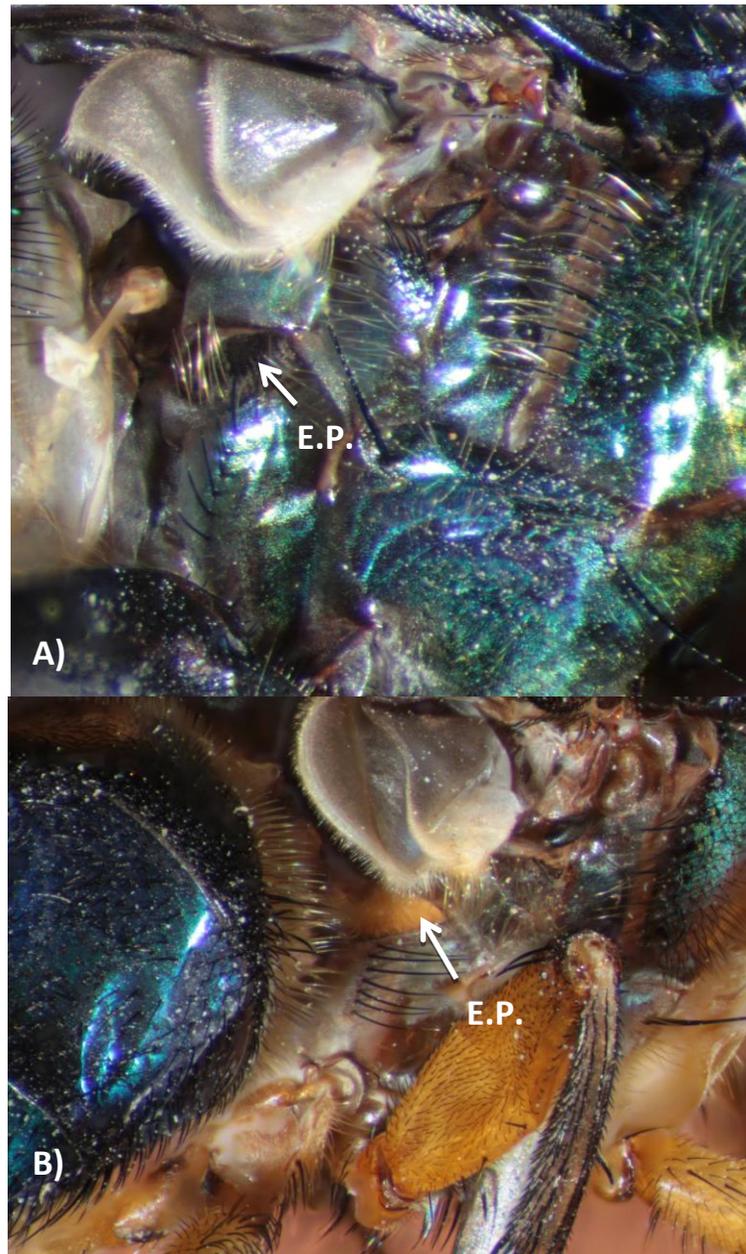


Fig 4. Espiráculo posterior en A) *H. semidiaphana* y B) *H. segmentaria* (E.P.: Espiráculo posterior).

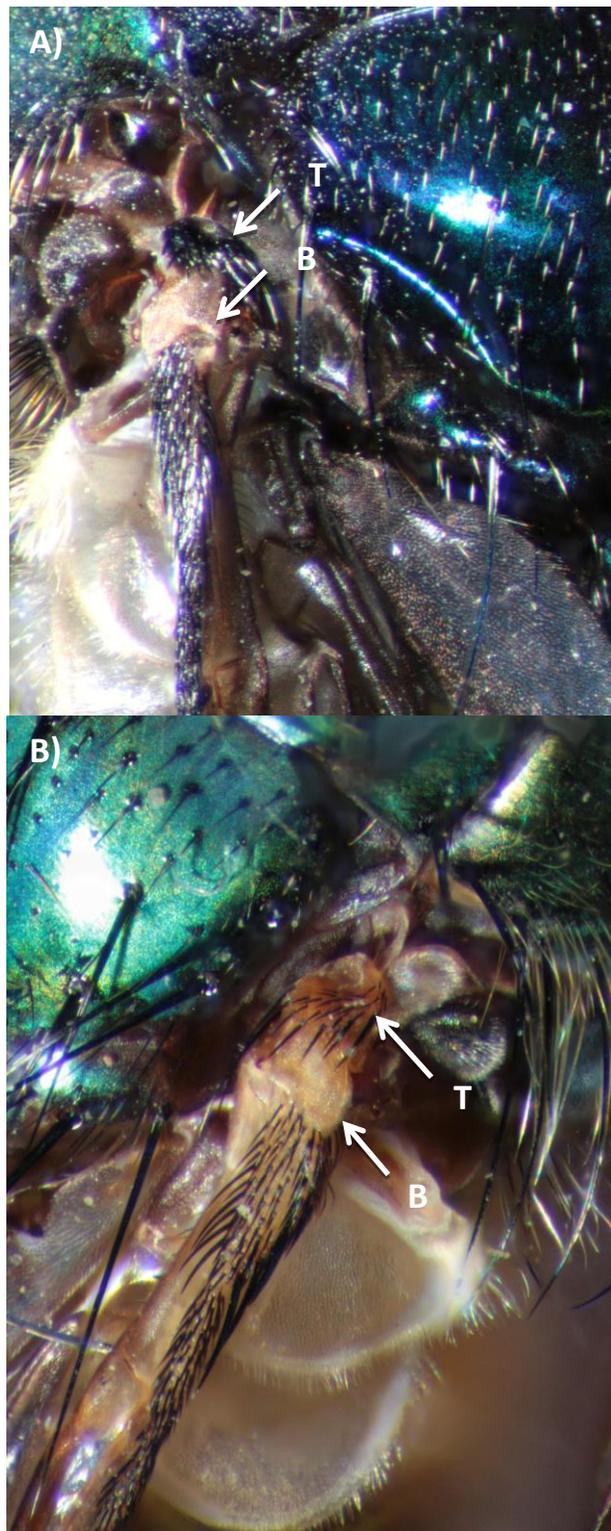


Fig. 5. Detalle de la tégula y la basicota de A) *H. semidiaphana* y B) *H. benoisti* (T: Tégula, B: Basicota).

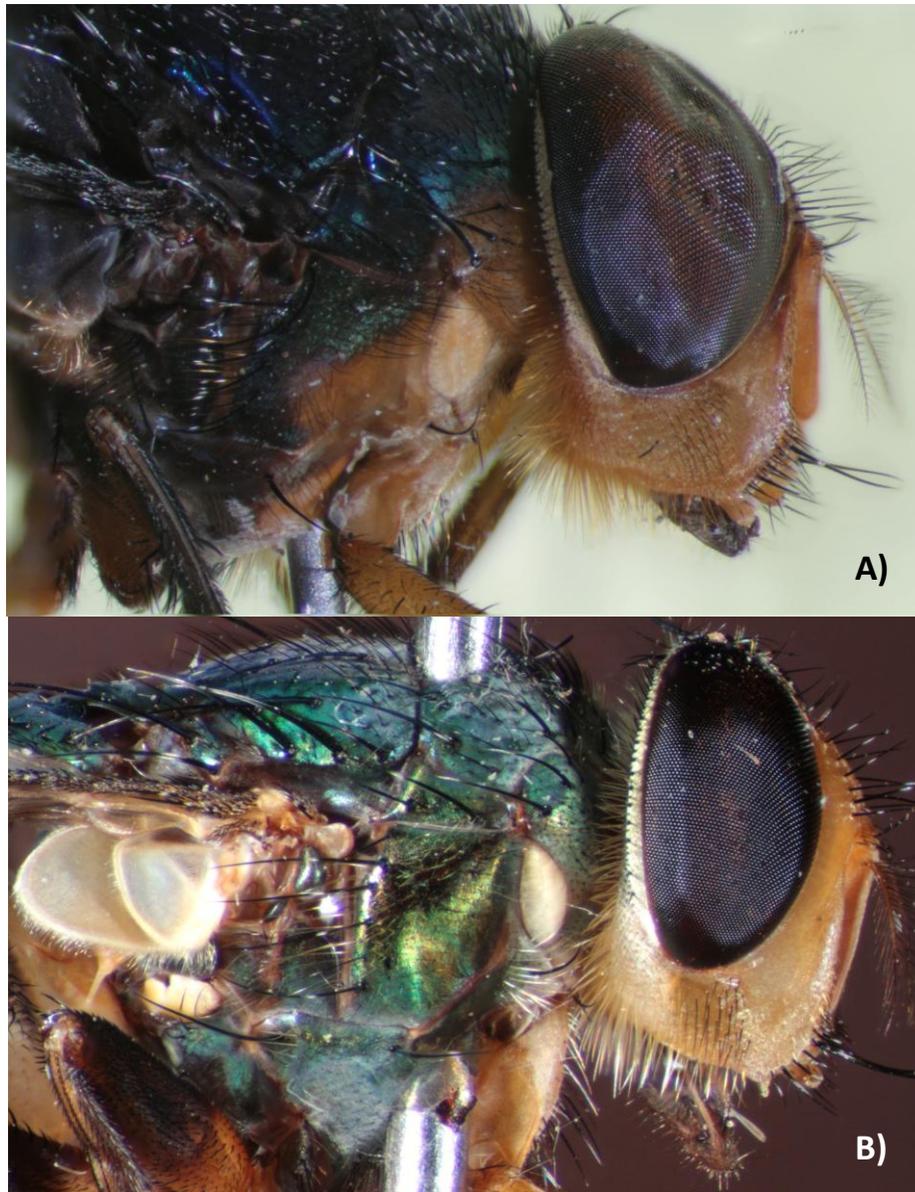


Fig. 6. Vista lateral del propleuron en A) *H. segmentaria* y B) *H. benoisti*.



Fig. 7. Vista ventral de la vena costal de A) *H. segmentaria* y B) *H. benoisti*.

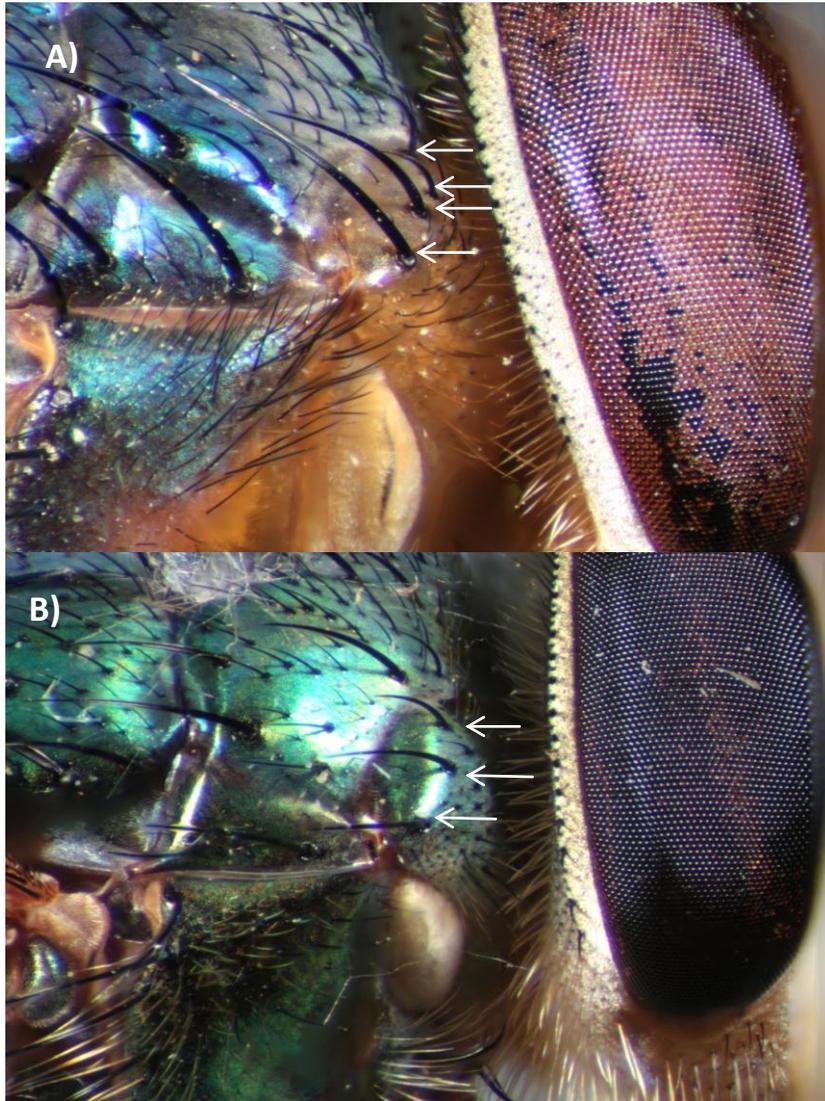


Fig. 8. Detalle de las setas postpronotales en A) *H. segmentaria* y B) *H. benoisti*.

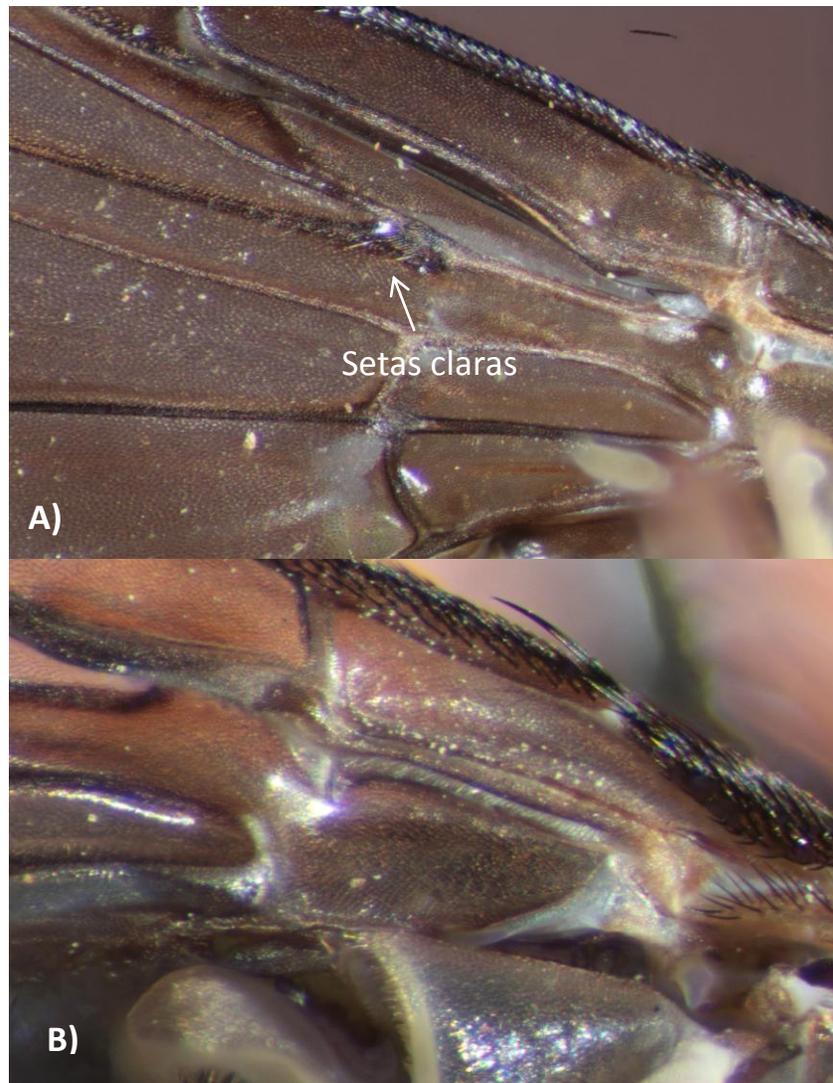


Fig. 9. Vista ventral de vena tronco en A) *H. segmentaria* y B) *H. benoisti*.

Clave preliminar para larvas de tercer estadio de *Hemilucilia*

**1.**

- Esclerito oral en forma horquilla en vista ventral (Fig. 10A). Peritrema fuertemente pigmentado (Fig. 11A). Bandas de espinas completas hasta el octavo segmento (Fig. 12A)..... *H. segmentaria*
- Esclerito oral en forma de espina en vista ventral (Fig. 10B). Peritrema levemente pigmentado (Fig. 11B). Bandas de espinas completas incluyen el duodécimo segmento (Fig.12B)..... *H. semidiaphana*

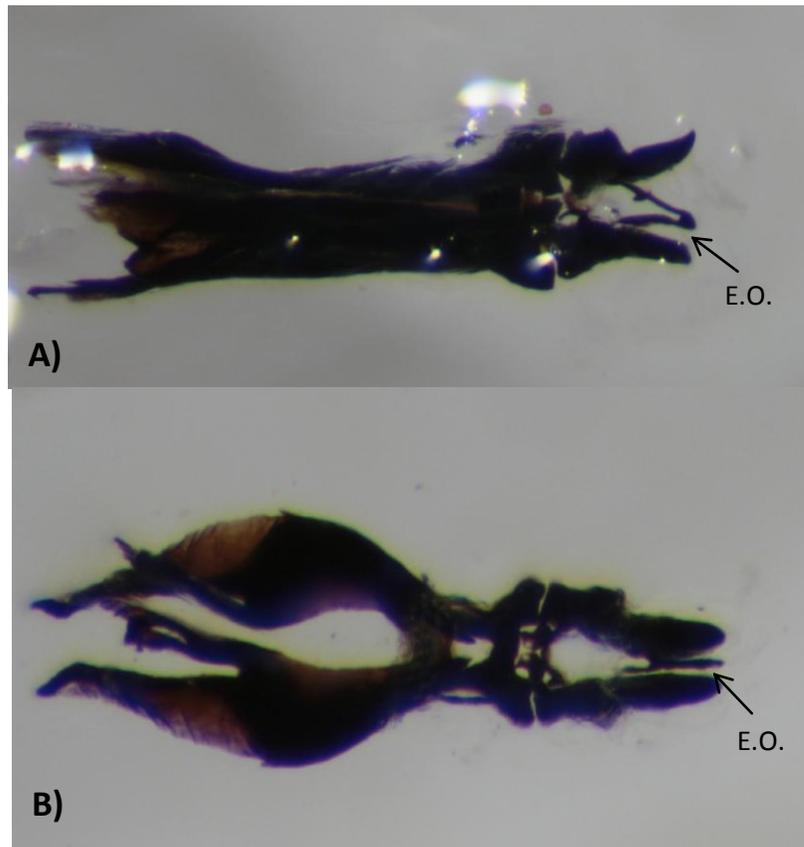


Fig. 10. Vista ventral del esqueleto cefalofaríngeo de la larva de A) *H. segmentaria* y B) *H. semidiaphana* (E.O.: Esclerito oral).

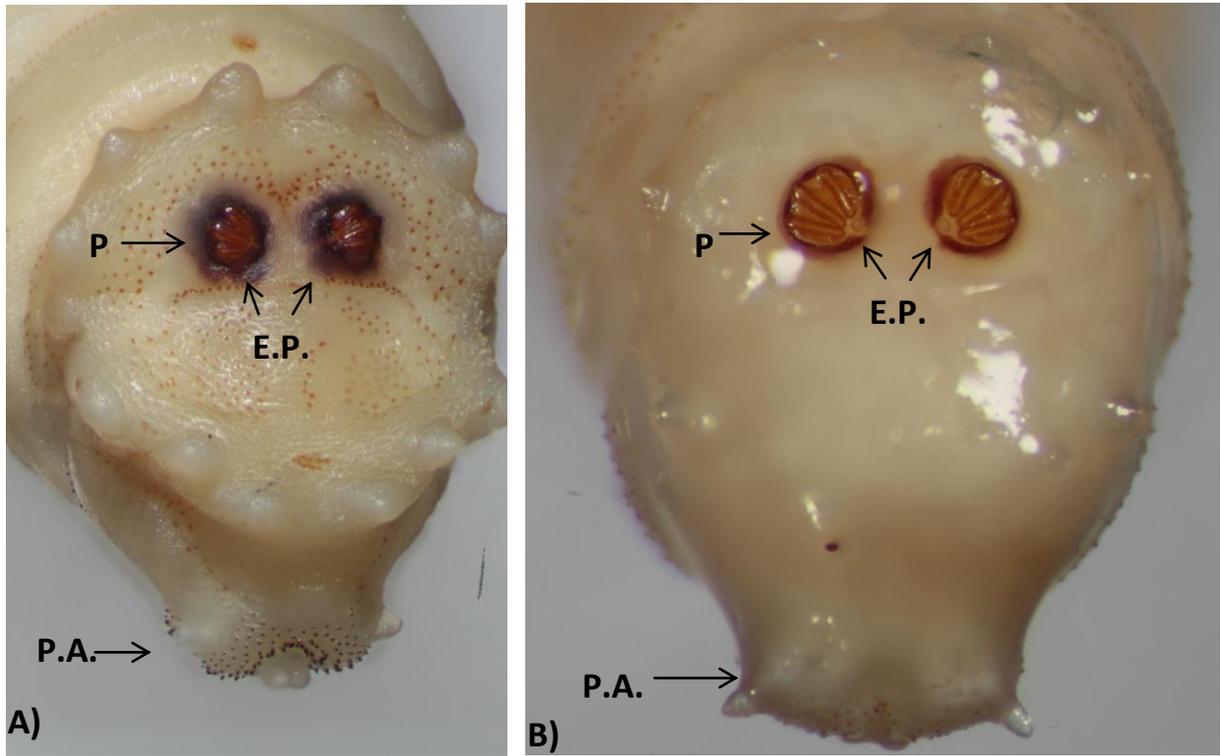


Fig. 11. Vista de espiráculos posteriores en A) *H. segmentaria* y B) *H. semidiaphana* (E.P.: Espiráculos posteriores, P: Peritrema, P.A.: Placa anal).

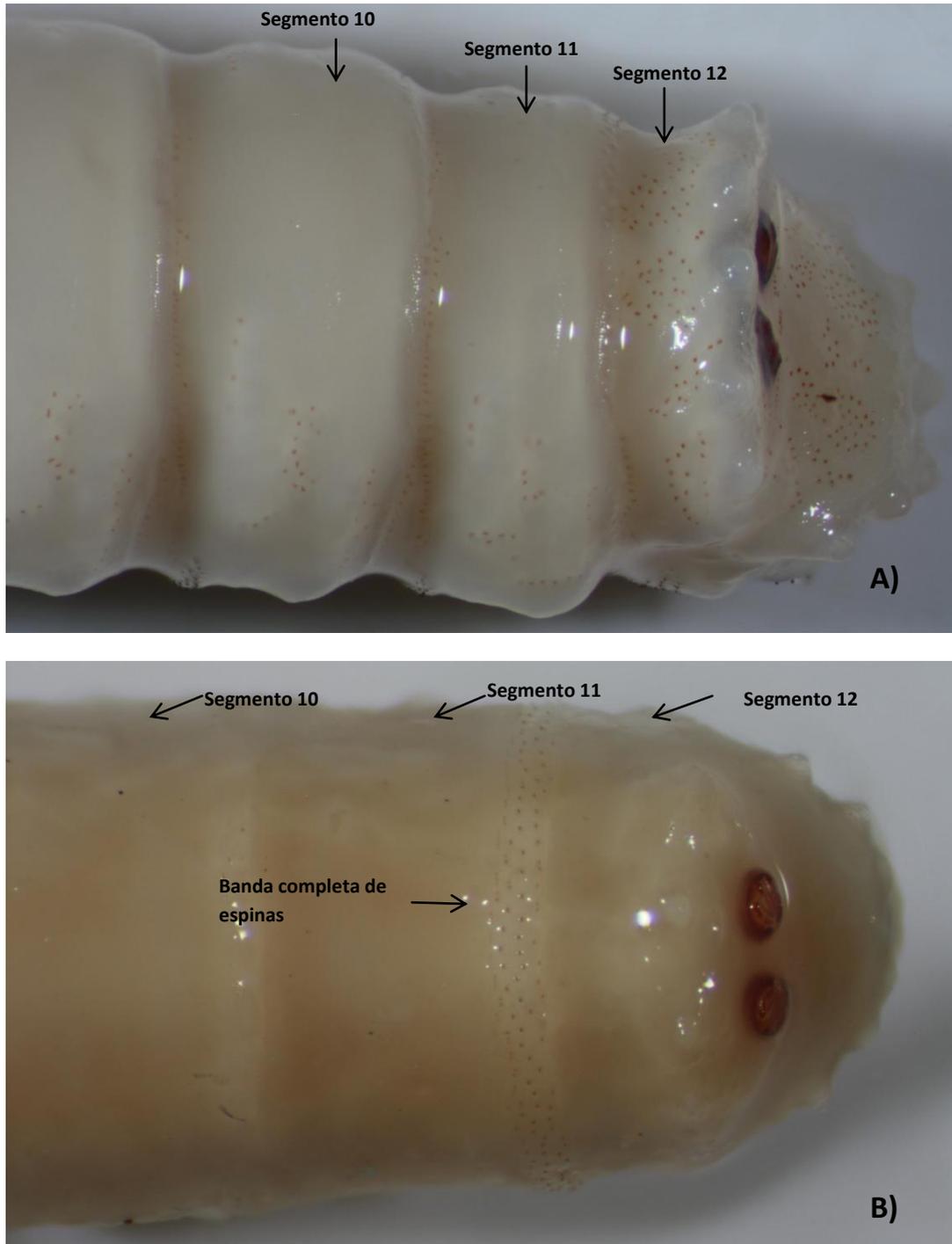


Fig. 12. Detalle de los últimos tres segmentos en la larva de A) *H. segmentaria* y B) *H. semidiaphana*.

## Descripción de especies del género *Lucilia*

### *Lucilia purpurescens* (Walker)

#### **Adulto**

Presenta la cabeza con una coloración oscura, usualmente es café o negra, con una fila frontal de ocho setas aproximadamente, puede presentar polinosidad color blanco, sobre todo en la parte trasera. El macho tiene las facetas superiores alargadas con respecto a las inferiores, con una separación de ojos menor al diámetro del ocelo central (holóptico). Con una fila de cilios postoculares. El parafacial y la gena son casi negras. Con antenas de color café, aunque pueden presentar manchas amarillas. El tórax presenta una coloración usualmente purpura metálico, pero se pueden encontrar especímenes azulados o verduzcos. Es usual que presente polinosidad blanca en todo el escutelo. Con dos setas postsuturales; los espiráculos, tanto anteriores como posteriores, son oscuros. Las alas son hialinas, con manchas cafés (ahumada) en la base. La tégula y la basicota son de color café, y los calípteres ahumados, con el borde de los mismos en color café oscuro. Las patas son oscuras (café o negro).

#### **Larva de tercer estadio**

Los espiráculos anteriores presentan de 7 hasta 12 prolongaciones digiformes. El último segmento larval presenta doce tubérculos alrededor de los espiráculos posteriores; de los seis que se presentan en la parte dorsal, los dos tubérculos internos se encuentran muy desarrollados, mientras que de los seis que se ubican en la parte ventral, los dos tubérculos intermedios son los más grandes. Los espiráculos posteriores se encuentran esclerotizados, con peritrema completo, delgado, rodeando las tres aberturas hasta la zona del botón, el cual está bien definido. Tiene bandas de espinas completas hasta el octavo segmento, así como en el último segmento, compuestas de espinas simples.

*Lucilia eximia* (Wiedemann)

### **Adulto**

La parte frontal de la cabeza es de un tono rojizo oscuro, con filas frontales de diez setas aproximadamente. El macho presenta una separación de ojos un poco mayor al diámetro del ocelo central. Tiene solo una fila de setas postoculares. El parafacial y la gena son de color naranja o rojizo oscuro. Las antenas son de color café y pueden presentar manchas amarillas. El tórax es usualmente verde-azulado metálico. Puede presentar una línea delgada de polinosidad blancuzco en la parte anterior del escutelo. Con dos setas acrosticales postsuturales. Los espiráculos anteriores y posteriores son oscuros. Las alas son hialinas (puede presentar una ligera tinción café en la base). La tégula y basicota son color café o negra. Los calípteres son en general blancos, aunque el calípter inferior suele presentar un ligero color café en algunos machos, y presentan el borde exterior de color claro, ya sea blanco o amarillo. Las patas son oscuras, de color café a negro.

### **Larva de tercer estadio**

Los espiráculos anteriores presentan de 6 a 9 prolongaciones digiformes. El último segmento presenta doce tubérculos, todos muy poco desarrollados. Los espiráculos posteriores se encuentran esclerotizados, con peritrema completo, delgado, con un botón muy bien definido. Tiene bandas de espinas completas hasta el octavo segmento, mientras que presenta espinas solo en la porción ventral desde el noveno hasta el duodécimo segmento.

*Lucilia cuprina* (Wiedemann)

### **Adulto**

La cabeza tiende a presentar un color cobrizo en la parte superior, la parte frontal es rojiza, mientras que la gena es plateada o negra. Tiene una fila frontal de 7 u 8 setas aproximadamente. El macho presenta una separación muy evidente de los ojos en la parte superior de la cabeza. Los palpos son de color amarillo. Con antenas negras o grises. El tórax presenta un característico color cobrizo metálico, con líneas longitudinales cobrizas más oscuras (solo visibles en cierto ángulo), y puede presentar un ligero color blanco polinoso, sobretodo en la parte anterior del tórax y detrás de

la cabeza. Con tres setas acrosticales postsuturales. Tiene alas hialinas, con venación amarillenta o café muy clara. La basicota es clara, usualmente blanca. Presenta los calípteres blancos en ambos sexos. Las patas son negras en general (fémur anterior y medio pueden presentar un brillo metálico).

### **Larva de tercer estadio**

Los espiráculos anteriores presentan de 4 a 7 prolongaciones digiformes. El último segmento presenta doce tubérculos muy poco desarrollados. Los espiráculos posteriores se encuentran esclerotizados, con peritrema completo, rodeando las tres aberturas hasta el botón, mismo que es pequeño pero definido. Tiene bandas de espinas completas hasta el octavo segmento, compuestas de espinas simples.

### Complejo *Lucilia pulverulenta-woodi*

#### **Adulto**

La parte frontal de la cabeza es naranja o rojiza, con la gena plateada o negra; puede presentar setas claras en la zona de la gena. El macho presenta una separación de los ojos similar al diámetro del ocelo central. El tórax se presenta en color verde o azul metálico. Puede presentar polinosidad blanca en la parte anterior del escutelo, ya sea en forma de banda ancha o en parches. Con dos setas acrosticales postsuturales. Los espiráculos anteriores y posteriores son oscuros, usualmente café o negro. Las alas son hialinas, pero ahumadas en la base. La tégula es negra, mientras que la basicota suele ser color café oscuro. Las caliptras son café, en algunos casos muy oscuro, y presentan el borde exterior de color café. Las patas son negras o café oscuro.

No se incluye la descripción de las larvas del complejo *Lucilia pulverulenta-woodi* debido a que no se logró la captura de moscas adultas de las cuales se obtuvieran estadios inmaduros viables para hacer una descripción adecuada. Para más detalles ver el apartado de discusión.

Clave preliminar para adultos de *Lucilia*

## 1.

- Con tres setas postsuturales acrosticales (Fig. 13A). Basicota clara (Fig. 14A). Tórax y abdomen usualmente color cobrizo..... *L. cuprina*
- Con dos setas postsuturales acrosticales (Fig. 13B). Basicota oscura, café o negra (Fig. 14B). Usualmente en color verde, púrpura o azul metalizado..... **2**

## 2.

- Bordes de ambos calipteres de color amarillo o blanco, calipter inferior usualmente blanco e hialino (en machos el calipter inferior puede ser ligeramente ahumado) (Fig. 15A). La separación de ojos en el macho es ligeramente mayor al diámetro del ocelo central (Fig. 16A)..... *L. eximia*
- Bordes de ambos calipteres de color café, el calipter inferior presenta una fuerte coloración oscura (Fig. 15B). Separación de los ojos en el macho es menor o igual al diámetro del ocelo central (holóptico) (Fig. 16B y 16C)..... **3**

## 3.

- Separación de ojos en macho es menor al diámetro del ocelo central (Fig. 16B). Parte dorsal del torax, incluida la parte presutural, postsutural y escutelo, opaca (Fig. 17A)..... *L. purpurescens*.
- Separación de ojos en macho es menor al diámetro del ocelo central (Fig. 16C). Parte postsutural y escutelo pulida (Fig. 17B). ..... **Complejo *L. pulverulenta-woodi***

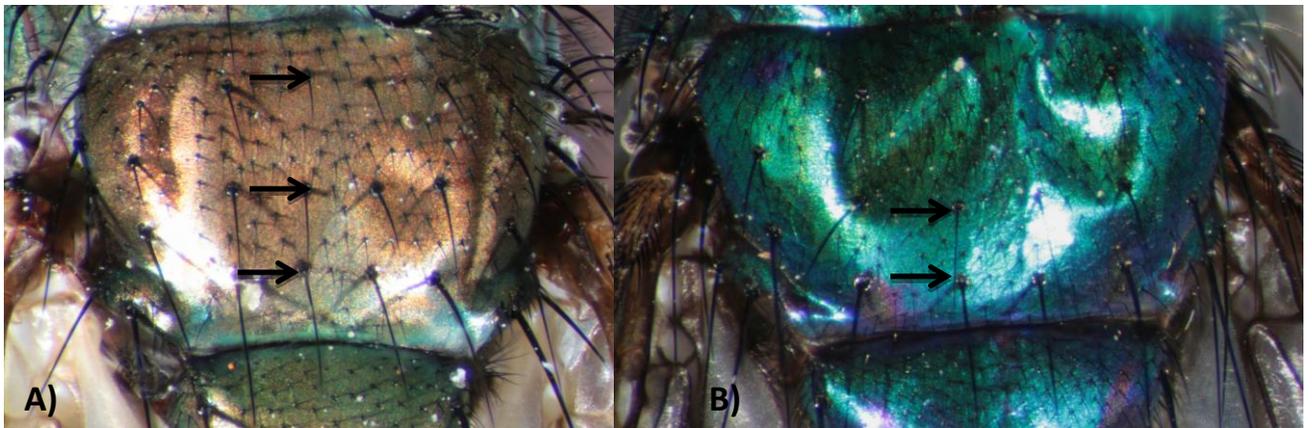


Fig. 13. Setas acrosticales postsuturales en A) *L. cuprina* y B) *L. eximia*.

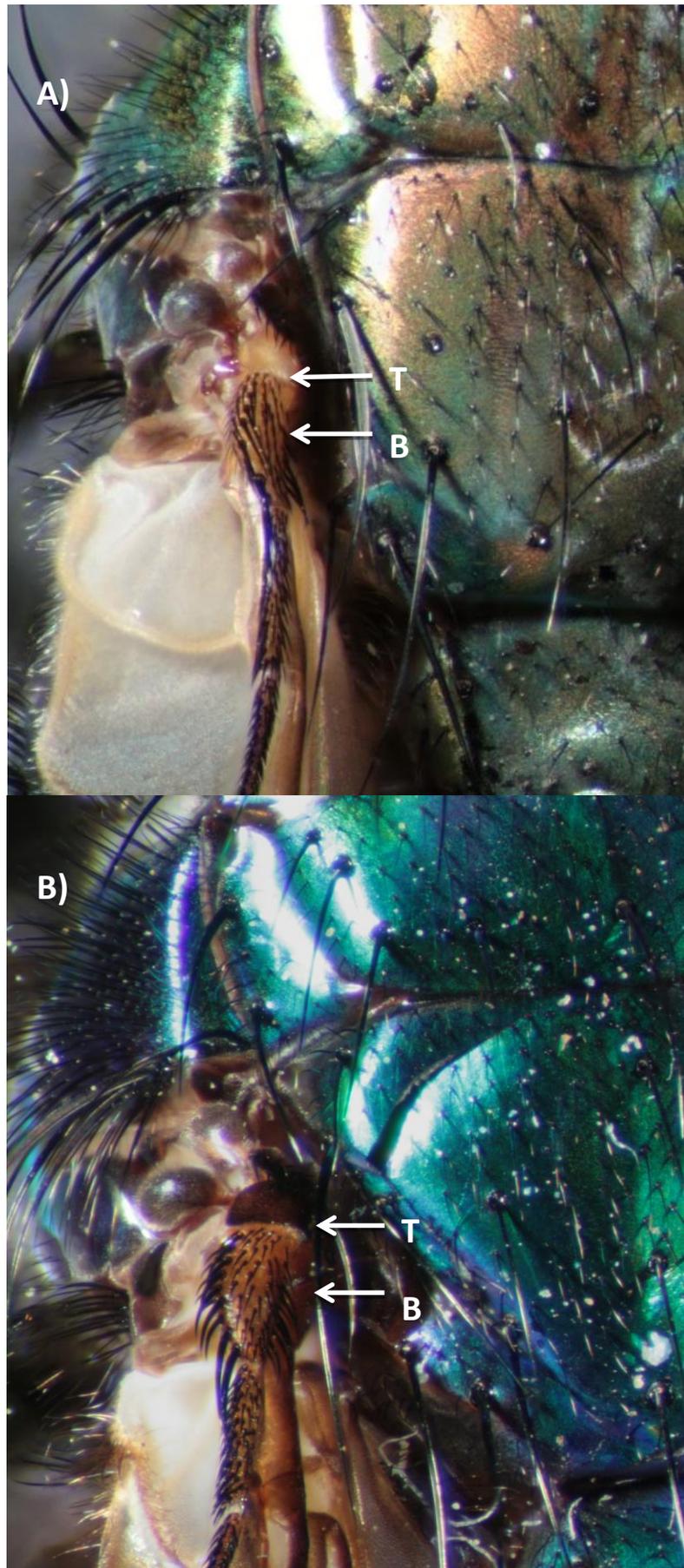


Fig. 14. Vista de tégula y basicota en A) *L. cuprina* y B) *L. eximia* (T: Tégula, B: Basicota).

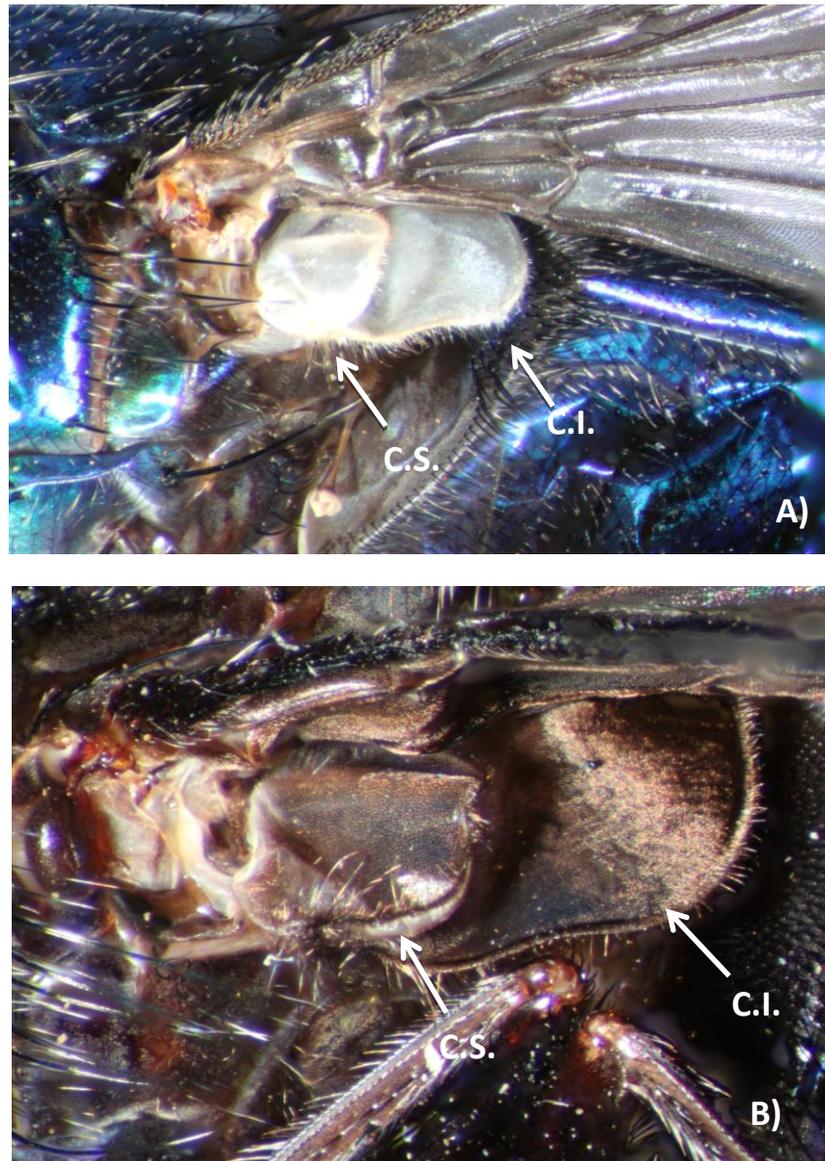


Fig. 15. Calipteres en A) *L. eximia* y B) *L. purpurescens* (C. S.= Caliptra superior, C. I.= Caliptra inferior).

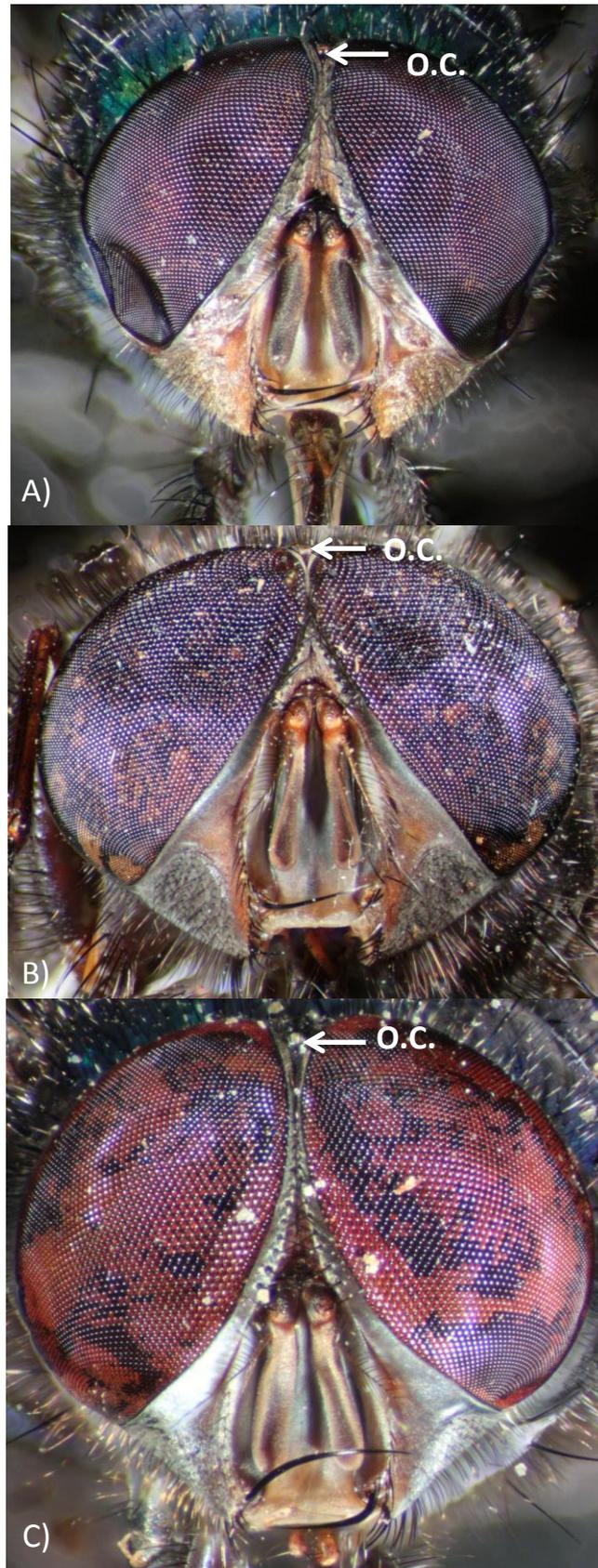


Fig. 16. Ojos en macho de A) *L. eximia*; B) *L. purpurescens* y C) Complejo *L. pulverulenta-woodi* (O.C.: Ocelo central).

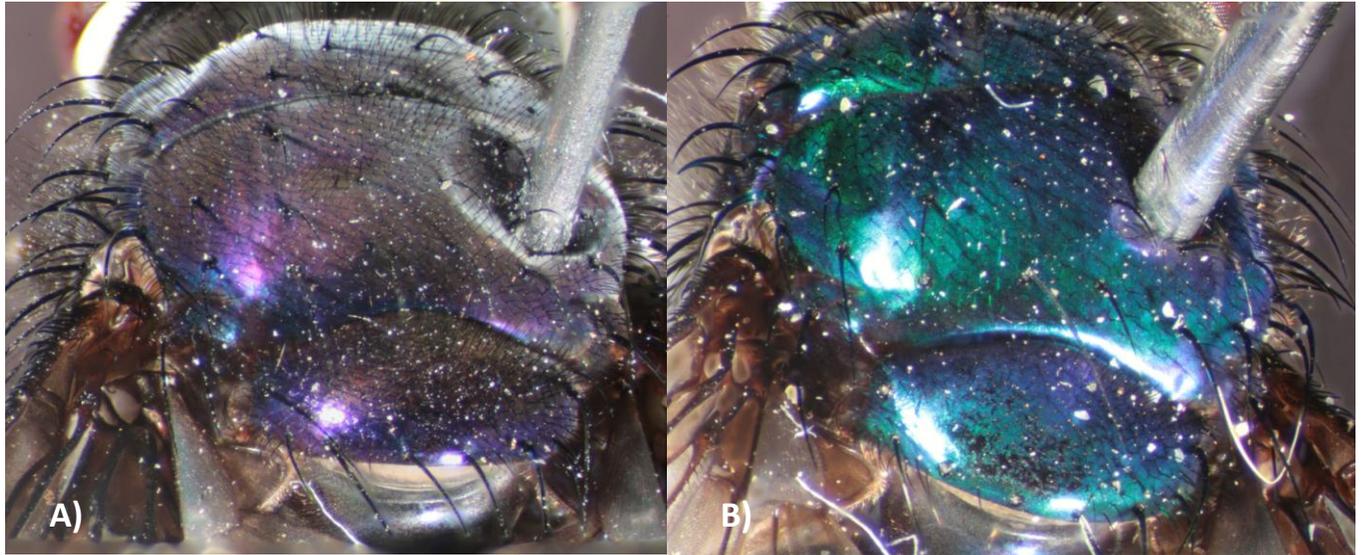


Fig. 17. Vista general de la parte dorsal del tórax en A) *L. purpurescens* y B) Complejo *L. pulverulenta-woodi*.

Clave preliminar para larvas de tercer estadio de *Lucilia*

1.

- Segmento número doce presenta banda de espinas completa (Fig. 18A). Presenta tubérculos desarrollados en el segmento doce, alrededor de los espiráculos posteriores (Fig. 19A)..... *L. purpurescens*
- Segmento número doce con banda de espinas incompleta (Fig. 18B). Tubérculos en el segmento doce muy poco desarrollados ..... 2

2.

- Segmento doce con tubérculos medios superiores más cercanos a los internos que a los externos (diferencia de distancia de separación: 0.11 mm; n=25) (Fig. 19B)..... *L. cuprina*
- Segmento doce con separación muy similar entre los tubérculos superiores (diferencia de distancia de separación: 0.02 mm; n=25) (Fig. 19C)..... *L. eximia*

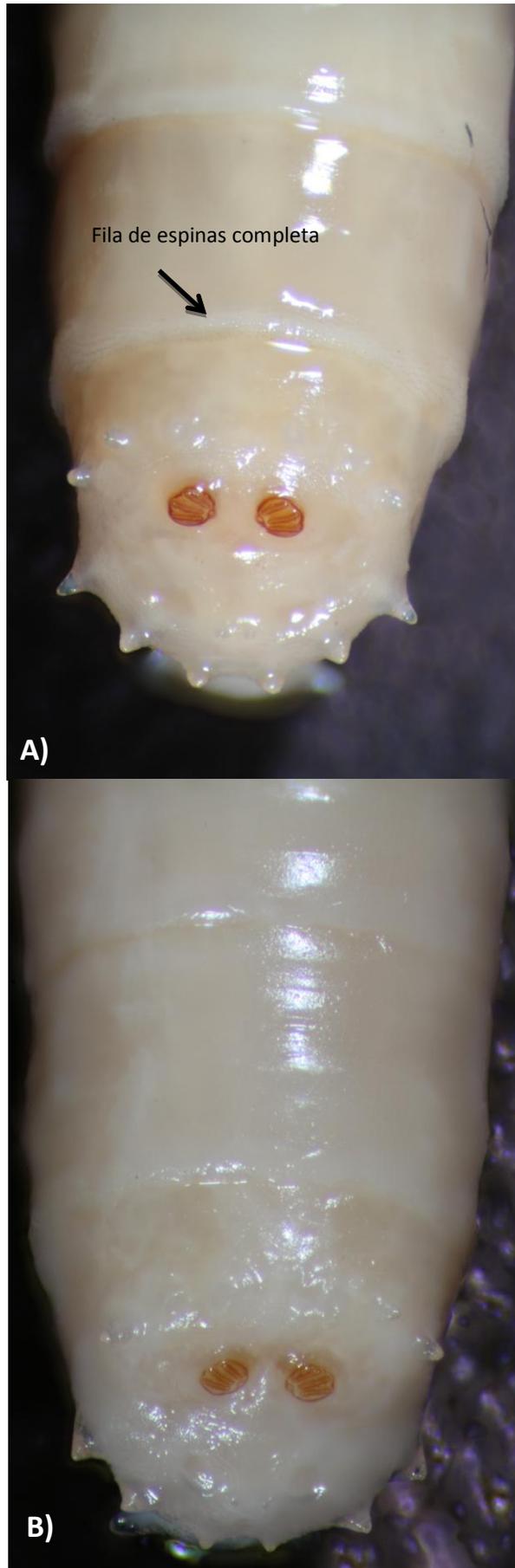


Fig. 18. Vista general de último segmento en A) *L. purpureascens* y B) *L. eximia*.

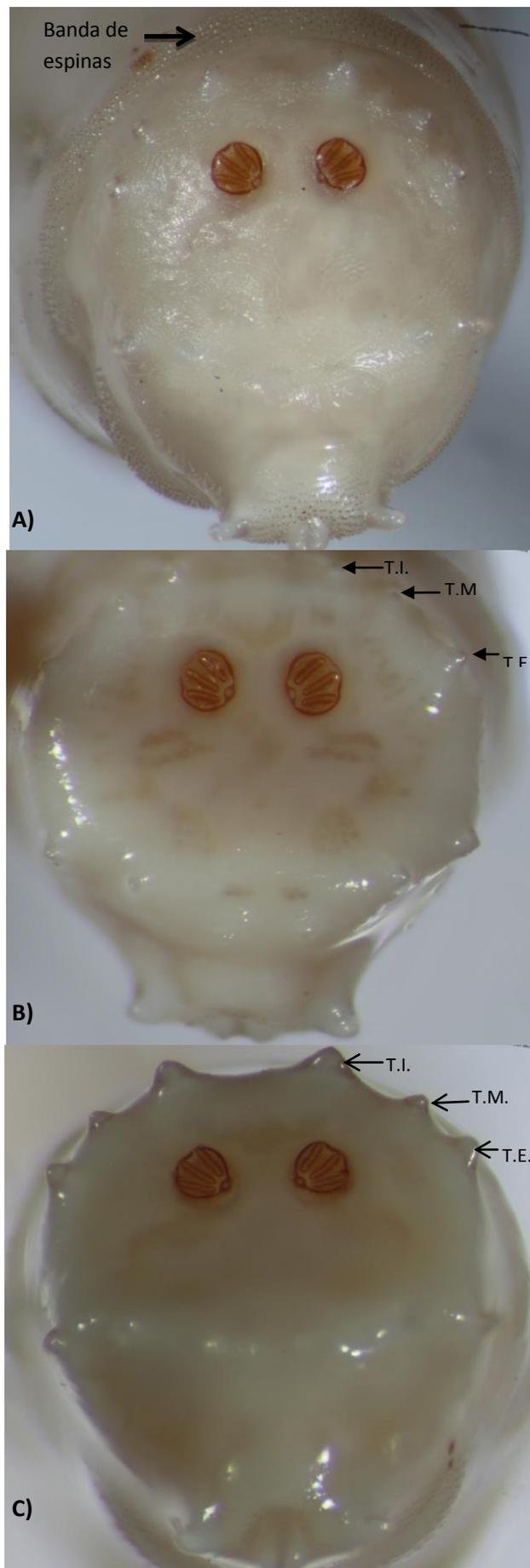


Fig. 19. Último segmento en A) *L. purpurescens*, B) *L. cuprina* y C) *L. eximia*.

## **Glosario**

**Arista:** Cerda apical en la antena de algunos insectos, usualmente alargada en dípteros superiores.

**Basicota:** Esclerito pequeño en el margen anterior de la vena costal, adyacente a la tégula.

**Calipteres:** Escamas membranosas ubicadas sobre los halterios o balancines.

**Dicóptico:** Insecto que presenta los ojos compuestos claramente separados.

**Esclerito:** Pieza rígida de cutícula (quitina) que forma parte del exoesqueleto de los insectos.

**Esclerito oral:** Estructura con o sin pigmento ubicada entre los ganchos bucales en el esqueleto cefalofaríngeo de la larva.

**Escutelo:** Región posterior del mesonoto.

**Espiráculo:** Abertura de la tráquea; sirve como regulador del flujo de aire. En los insectos, se encuentran en los costados del tórax y abdomen.

**Esqueleto cefalofaríngeo:** Sección que compone las diferentes estructuras bucales en las larvas, ubicado en la parte cefálica de la misma, usualmente con pigmentación oscura.

**Gena:** Área comprendida entre la parte inferior de los ojos hasta la sutura occipital, que la divide de la postgena.

**Hialino:** De apariencia transparente o translúcida.

**Holóptico:** Insecto que presenta sus ojos compuestos unidos en algún punto, o se encuentran muy cercanos.

**Ocelo:** Órganos visuales en la parte superior de la cabeza, que funcionan para percibir cambios en intensidad de luz. Dispuestos en forma triangular en la región frontal.

**Parafacial:** Región en la cabeza que comprende desde la fisura del ptilino hasta el borde de los ojos.

**Peritrema:** Área esclerotizada que rodea los espiráculos posteriores en las larvas.

**Pleuron:** Región lateral de cada uno de los segmentos del tórax (Propleuras, mesopleuras y metapleuras).

**Ptilino:** Bolsa reversible en la cabeza de moscas Cyclorrapha, sobre las antenas, cuya función es empujar el extremo del pupario y favorecer la emergencia del individuo adulto. Al finalizar el proceso, el adulto queda marcado por la sutura ptilinal o frontal.

Setas postsuturales: Conjunto de setas que se ubican en la porción media del tórax, en el mesonoto, después de la sutura transversal.

Setas presuturales: Conjunto de setas ubicadas en la porción anterior del tórax, en el pronoto, ubicado antes de la sutura transversal.

Tégula: Estructura en forma de escama localizada en la parte basal de la vena costal.

Vena costal: Vena ubicada en el margen anterior del ala.

## Discusión

Para hacer un uso adecuado de las claves de adultos, se debe hacer un énfasis al hecho de que utilizar la coloración corporal como característica para separar especies en Calliphoridae puede tender a ser poco confiable (Kosmann *et al.* 2013; Whitworth 2014). Existen variantes intraespecíficas en cuanto al color del cuerpo de las moscas califóridas (Vargas 1999). Dichas variaciones pueden ser atribuidas a factores ambientales como diferencias altitudinales (Kosmann 2009). Es por esta razón que se hace la aclaración de que esta característica debe ser utilizada solo como un complemento al tratar de hacer una identificación en los géneros estudiados, y no ser tomado en cuenta como único factor para hacer las distinciones, a pesar de que existen claves adecuadas para otras regiones del planeta que utilizan dicha característica para hacer una diferenciación de especies.

Whitworth (2014) propone tres especies nuevas del género *Lucilia* para Costa Rica: *L. pulverulenta*, *L. rognesi* y *L. woodi*. En su trabajo, utiliza dos caracteres como los pilares para la separación de estas especies: la presencia de setas pálidas en el área de la gena y los patrones de pruinosidad en la parte anterior del tórax (protórax), donde *L. woodi* tiene setas oscuras en la gena, a diferencia de *L. pulverulenta* y *L. rognesi* que poseen setas claras, y a su vez, estas dos especies se pueden separar por los patrones de pruinosidad en el protórax, donde la primera tiene una banda ancha en la parte anterior, mientras que la segunda tiene pruinosidad en parches. En dicho artículo se menciona que los surstilos y los cercos de la genitalia de los machos, carácter que es usualmente utilizado al identificar especies, tienden a ser bastante similares entre algunas de estas especies, haciendo una separación por grupos, donde inclusive coloca a *L. pulverulenta* y *L. rognesi* en el mismo conjunto, y menciona que *L. woodi* y *L. pulverulenta* tienen apenas pequeñas diferencias en los surstilos. Basado en la observación de individuos en la colección del INBio, ciertos especímenes son coincidentes con la descripción dada por el autor; sin embargo, al hacer la separación para la identificación de las especies, las características mencionadas anteriormente tienden a ser confusas, debido a que, como el mismo Whitworth menciona, muchos individuos que se consideran dentro del grupo con setas oscuras en la gena pueden tener algunas setas pálidas en el área de la unión entre gena y post gena, pero deja abierta la interpretación sobre la cantidad de estas setas pálidas, haciendo difícil la separación de especímenes que presentan esta particularidad. Además, la división entre la gena y la post-gena, dada por la línea occipital, puede no ser clara en muchos individuos.

Así mismo, los patrones de pruinosidad en el protórax son difíciles de determinar, puesto que el estado del espécimen (hongos, capturas mediante métodos como trampas Malaise, entre otras) puede afectar la apreciación del detalle; aunado a esto, dichos patrones se ubican en una región muy pequeña y estrecha, donde inclusive se encuentra la primera línea de setas dorsocentrales, complicando mucho la visualización, lo que en muchas ocasiones provoca que no se pueda determinar si el individuo tiene una línea o un patrón de parches. Adicionalmente, el autor reconoce al menos un 20% de individuos de *L. woodi* tienen parches pruinosos en el tórax, cuando según la descripción deberían tener bandas continuas, lo que él considera como variación intraespecífica.

Whitworth (2014) también hace un análisis del ADN mitocondrial del gen CO1 a varios individuos del género *Lucilia*, entre los que se encuentran las especies mencionadas; sin embargo, sus resultados muestran a dos individuos de *L. woodi* muy espaciados en el árbol, mientras que dos individuos de *L. rognesi* se agrupan con los individuos de *L. pulverulenta* que el autor analizó. Lo presentado en este trabajo muestra un agrupamiento de nueve individuos de *Lucilia*, cuatro de los cuales muestran características similares a las propuestas por Whitworth para *L. woodi*, mientras que las restantes coinciden con *L. pulverulenta* o *L. rognesi*, principalmente por las setas blancas en la gena. A pesar de no ser un análisis taxonómico concluyente, el árbol filogenético presentado en este trabajo (Figura 20) muestra que existe la posibilidad de presencia de al menos una especie no descrita para el territorio continental de Costa Rica. El hecho de que los individuos agrupados presenten características consecuentes con al menos dos de las nuevas especies propuestas por Whitworth (2014) hace pensar que existen problemas taxonómicos que deberán ser analizados a profundidad en el futuro, ya que se podría estar tratando con variaciones intraespecíficas, subespecies o un complejo de especies. Es por esta razón que el presente estudio agrupa como complejo *Lucilia pulverulenta-woodi* a los individuos cuyas características no coinciden con las especies debidamente descritas y que se adecúan a lo expuesto por Whitworth. Cabe destacar que los especímenes revisados por dicho autor no han podido ser revisados de manera personal, por lo que una revisión exhaustiva de los mismos podría ayudar a aclarar los aspectos morfológicos que han generado confusión en la identificación de las especies.

Posterior a la publicación de Whitworth (2014), se revisaron los especímenes recolectados en el campo de los cuales se lograron obtener larvas viables para este estudio; sin embargo, no se obtuvieron individuos con las características expuestas para el complejo *Lucilia pulverulenta-*

*woodi*, por lo que no se cuenta con larvas que puedan ser diferenciadas claramente de las otras especies de *Lucilia* incluidas en este estudio. Se debe tomar en cuenta que de los especímenes revisados por Whitworth, los que cuentan con la fecha de recolección más reciente corresponden a un individuo coincidente con *L. rognesi*, en el año 2005, y un individuo coincidente con las características de *L. woodi* y *L. pulverulenta*, ambos del año 2006. Adicionalmente, gran parte de los individuos incluidos en dicho estudio corresponden a recolectas en los hechos en los años ochenta y noventa, con pocos ejemplares obtenidos en las dos décadas más recientes. Por esta razón, se hace necesaria una revisión exhaustiva de los sitios listados por el autor para la presencia de dichas especies y para tratar de obtener larvas que puedan servir como referencia para la inclusión en la clave de formas inmaduras presentadas en este trabajo.

De igual forma, Whitworth (2014) menciona la presencia de *L. cluvia* en Costa Rica. En su trabajo, se basa en la identificación de cuatro especímenes, todos localizados en la colección del Museo de Historia Natural de Los Ángeles (LACM), recolectados en los años 1991 y 1993; sin embargo, en la revisión hecha a la colección del Instituto Nacional de Biodiversidad, así como a la de la Sección de Biología Forense del Organismo de Investigación Judicial, no se lograron reconocer individuos que coincidieran con las características descritas para dicha especie, razón por la cual no se tomó en cuenta en el presente trabajo. Cabe destacar que los registros más recientes de especímenes de esta especie en otros países del área que menciona el autor en su trabajo datan de 1974, para Veracruz, Mexico; de igual manera menciona su presencia en Honduras, en una revisión de individuos fechados en 1935, y Guatemala, con especímenes de 1943. Amat *et al.* (2008) menciona a *L. cluvia* en Colombia, sin indicar la fecha de los individuos que fueron revisados en su trabajo, pero ni Wolff *et al.* (2004) o Florez & Wolff (2009) en sus respectivos estudios, que involucraron la recolecta de individuos en el campo, reportan la presencia de esta especie en territorio colombiano. Liria-Salazar (2006) menciona a esta especie en la región de Carabobo, Venezuela, siendo este el registro más reciente de la misma con el que se cuenta, en un estudio que involucre la recolecta de individuos en el campo en un país de Suramérica.

La identificación y descripción de *H. benoisti* se realizó basado en los especímenes adultos de la colección de artrópodos del INBio. Así mismo, utilizando como referencia los datos de recolección de dicha colección, se visitaron varios de los sitios donde la especie fue reportada, como

Osa, Sarapiquí y Turrialba; sin embargo, no fue encontrada, razón por la cual no se incluye la descripción de la larva de tercer estadio de esta especie.

Con respecto a los dos casos anteriormente mencionados, y partiendo del hecho de que en el caso de *L. cluvia* la identificación de los especímenes sea correcta, una potencial explicación a la no localización de estas especies se da por la posibilidad de un desplazamiento. En Costa Rica, especies del género *Chrysomya*, como *C. ruifacies*, introducida en el continente americano en la década de los setentas (Kosmann 2009), muestran un comportamiento depredador sobre larvas de otras especies de dípteros, mostrándose especialmente agresivas contra especies nativas (Wells & Kurahashi 1997; Vargas 1999). Jirón (1984) menciona que dichas especies podrían ejercer cierta presión sobre moscas carroñeras, lo que favorecería la posibilidad de que las afectadas sean desplazadas de los sitios donde podían ser ubicadas con mayor facilidad. Cabe destacar además de que los últimos registros de recolección para ambas especies datan del año 1993 para *L. cluvia* y del año 2001, para *H. benoisti*, por lo que un desplazamiento, e inclusive una desaparición del territorio antes ocupado, es una posibilidad a tener en cuenta.

Según los registros de INBio, se han localizado especímenes de moscas califóridas en la Isla del Coco. Curran (1934) y James (1966) mencionan la presencia de *L. deceptor* en el sitio, mientras que Whitworth (2014) registra a *L. rognesi*, *L. pulverulenta* y *L. woodi*, especies registradas como nuevas por el mismo autor, como los califóridos presentes en la isla. Sin embargo, los especímenes ubicados en dicha colección se encuentran muy deteriorados, en mal estado, sin extremidades y a algunos no es posible hacerles el análisis de la quetotaxia o verificar la coloración de ciertas estructuras o caracteres, lo cual hace muy difícil su identificación, por lo cual no se puede descartar o afirmar con certeza que los individuos de la colección correspondan a algunas de las especies mencionadas. De acuerdo con el árbol filogenético generado por el análisis de ADN mitocondrial para el gen CO1 (Figura 20), los cuatro individuos analizados correspondientes a la Isla del Coco se encuentran agrupados, por lo que se requiere un estudio que comprenda recolecciones de material fresco de la isla, para determinar si se está ante la posibilidad de ubicar una especie aún no descrita.

En cuanto a larvas, la cantidad de características que puedan ser tomadas en cuenta para hacer una diferenciación a nivel de especie son muy limitadas, e inclusive algunas de estas características pueden presentar variaciones intraespecíficas (Greenberg & Szyska 1984), haciendo particularmente difícil la tarea de elaborar una clave para identificación. El número de proyecciones

digiformes de los espiráculos anteriores tienen bajo valor para identificación taxonómica (Thyssen 2005), a pesar de lo cual se pueden encontrar claves que utilizan dicha característica. Lo anterior se da debido a que existe un alto grado de variación del número de dichas proyecciones dentro de una misma especie (Thyssen 2005; Flores & Wolff 2009), haciendo imposible la correcta identificación apoyándose en dicha característica y razón por la cual no fue tomada en cuenta para realizar la clave en ninguno de los dos géneros estudiados, y solamente se menciona en el apartado de las descripciones.

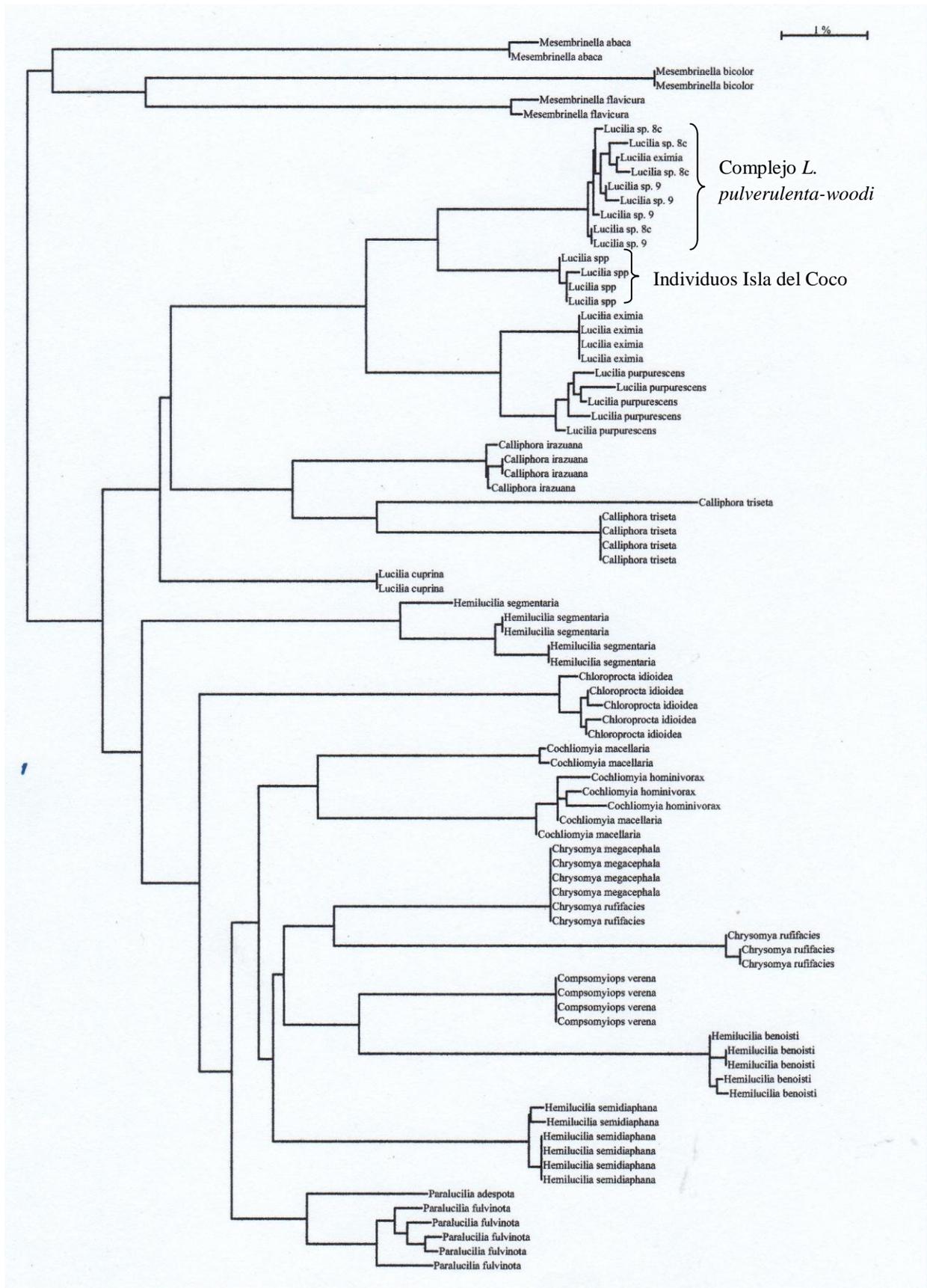


Fig. 20. Árbol de géneros y especies de Calliphoridae generado en BOLD, mediante el análisis de ADN mitocondrial del gen COI (Modelo Kimura-2).

## Conclusiones y recomendaciones

El presente trabajo brinda una herramienta para el estudio de dos géneros de Calliphoridae de importancia para el país. Anteriormente no se contaba con claves exclusivas para los géneros tratados en este estudio que estuviera adecuada para Costa Rica y que además incluyera a todas las especies descritas hasta el momento. Así mismo, se logra incluir una clave preliminar para las larvas de tercer estadio para ambos géneros, que incluye además a *H. semidiaphana* y *L. cuprina* por primera vez, favoreciendo así la identificación de los individuos inmaduros.

Es usual que sea complicado lograr que las hembras de la mayoría de las especies de *Lucilia* y *Hemilucilia* ovipositen en el laboratorio, posiblemente debido a factores ambientales adversos para los individuos. Por experiencia personal, los mejores resultados se obtuvieron al dejar un grupo de moscas en la caja de cría, en el sitio de la recolección, cuando esto fue posible. Así mismo, las trampas de suelo resultaron ser bastante efectivas para la obtención de formas inmaduras.

Debido a la alta inversión de tiempo que se requiere para un muestreo y recolecta de moscas califóridas, la posibilidad de realizar giras a sitios alejados resultó en una limitante. Un extenso muestreo en sitios como Guanacaste, la Península de Osa o zonas cercanas a las fronteras norte y sur es necesario para verificar presencia o ausencia de algunas de las especies tratadas en este estudio, como *H. benoisti*. En esta misma línea, es necesario realizar nuevos muestreos en la Isla del Coco para la descripción adecuada de las especies presentes en el sitio, así como la posibilidad de obtener larvas.

Un estudio molecular amplio de los géneros de Calliphoridae podría aportar datos importantes para la adecuada identificación de las especies, esto como un complemento a los estudios morfológicos. Así mismo, un estudio molecular podría ayudar a una adecuada identificación desde los primeros estadios larvales, sobre todo si se toma en cuenta que la poca cantidad de estructuras en los mismos dificulta la adecuada identificación, lo que sería importante en campos como la entomología médica o la forense.

La posibilidad de un estudio exhaustivo de las larvas de tercer estadio mediante el uso de un microscopio electrónico de barrido (MEB) podría ayudar a señalar diferencias que son difíciles de apreciar. Por la necesidad de elaborar una clave dicotómica que pudiera ser utilizada con equipo y

materiales disponibles en la mayoría de laboratorios, la utilización de un MEB no se tomó en cuenta para este trabajo, quedando pendiente para futuras investigaciones.

## Referencias

- Amat, E. 2009. Contribución al conocimiento de las Chrysominae y Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Rev. Mex. Biodivers.* 80: 693-708.
- Amat, E., Vélez, M. C. & Wolff, M. 2008. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia* 30: 231-244.
- Brink, S. L. 2009. Key diagnostic characteristics of the developmental stages of forensically important Calliphoridae and Sarcophagidae in central South Africa. Tesis de Doctorado. University of the Free State. Bloemfontein, Sudáfrica. 257 pp.
- Calderón, O., Sánchez, C. & Sandí, J. 1995. Miasis oral por *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae) en una paciente geriátrica. *Rev. costarric. cienc. méd.* 16: 61-66.
- Capote Luna, T., Arcaya, E. & Velásquez, Y. 2014. Primer registro de *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae) asociada con *Stapelia gigantea* L. (Apocynaceae) en Venezuela. *Entomotropica* 29: 53-56.
- Carvalho, C. J. B. de & Ribeiro, P. B. 2000. Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do sul do Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 2: 169-173.
- Carvalho, C. J. B. de & Mello-Patiu, C. A. de. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Rev. Bras. Entom.* 52: 390-406.
- Curran, C. H. 1934. The Templeton Crocker Expedition of the California Academy of Sciences, 1932. No. 13, Diptera. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 21: 147-172.
- D'almeida, J. M. & de Mello, R. P. 1996. Comportamento de dípteros muscóides frente a substratos de oviposição, em laboratório, no Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 91: 131-136.
- Dear, J. 1985. A revision of the New World Chrysomyini (Diptera: Calliphoridae). *Rev. Bras. Zool.* 3: 109-169.

- Eaton, B. R., Moenting, A. E., Paszkowski, C. A. & Shpeley, D. 2008. Myiasis by *Lucilia silvarum* (Calliphoridae) in amphibian species in Boreal Alberta, Canada. *J. Parasitol.* 94: 948-952.
- Figueroa, L., Uherek, F., Yusef, P., López, L. & Flores J. 2006. Experiencia de terapia larval en pacientes con úlceras crónicas. *Parasitol. latinoam.* 61: 160-164.
- Florez, E. & Wolff, M. 2009. Description and key to the main species of Calliphoridae (Diptera) larvae of forensic importance from Colombia. *Neotrop. entomol.* 38: 418-429.
- Forero Becerra, E. G., Cortés, J. V. & Villamil, J. C. 2007. Ecología y epidemiología del Gusano Barrenador del ganado, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858). *Rev. Med. Vet.* 14:37-49.
- Greenberg, B. & Szyska, M. L. 1984. Immature stages and biology of fifteen species of Peruvian Calliphoridae (Diptera). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77: 488-517.
- Greenberg, B. & Kunich, J. 2002. Entomology and the Law: Flies as forensic indicators. Cambridge University Press, Reino Unido. 307 pp.
- Hall, D. G. 1948. The Blowflies of North America. The Thomas Say Foundation. 477 pp.
- Holloway, B. A. 1991. Identification of third-instar larvae of flystrike and carrion-associated blowflies in New Zealand (Diptera: Calliphoridae). *N. Z. Entomologist* 14: 24-28.
- Introna, F., Campobasso, C. P. & Goff, M. L. 2001. Entomotoxicology. *Forensic Sci. Int.* 120: 42-47.
- James, M. T. 1947. The flies that cause myiasis in man. United States Department of Agriculture. Miscellaneous Publications, N° 631, Washington D.C., 175 pp.
- James, M. T. 1966. The blow flies of the Galápagos Islands (Diptera: Calliphoridae). *Proc. Calif. Acad. Sci.* 34: 475-482.
- James, M. T. 1967. Family Calliphoridae. En: Secretaría de Agricultura, Departamento de Zoología, Sao Pablo, Brasil (Autor corporativo). A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States: 101-117.

- Jirón, L. F. & Cartín, V. M. 1981. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. *J. New York Entomol. Soc.* 89: 158-165.
- Jirón, L. F. & Marín, F. J. 1984. Notas complementarias sobre moscas califóridas de Costa Rica (Diptera: Calliphoridae). *Brenesia* 22: 65-68.
- Kosmann, C. 2009. Código de barras (DNA Barcode) de dípteros de interesse forense. Tesis de Maestría en Entomología. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Brasil. 61 pp.
- Kosmann, C., Mello, R. P., Harterreiten-Souza, E. S. & J. R. Pujol-Luz. 2013. A list of current valid blow flies names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas south of Mexico with key to Brazilian species. *EntomoBrasilis* 6: 74-85.
- Krinsky, W. 2009. Forensic Entomology. En: Mullen, G. & Durden, L. (ed) Medical and Veterinary Entomology. II ed. Elsevier, Oxford, Reino Unido. Pág. 35-42.
- Liria-Salazar, J. 2006. Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo-Venezuela. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica.* 23: 33-38.
- Marcondes, C. B. 2006. Terapia larval de lesões de pele causadas por diabetes e outras doenças. Editorial da UFSC, Florianópolis, Brasil. 88 pp.
- Mariluis, J. C. 1989. Descripción de los estados evolutivos de *Phaenicia purpurescens* (Walker, 1837)(Caliphoridae, Calliphorinae, Lucilini). *Revta Soc. Ent Argent.* 47: 1-4
- Mavárez-Cardozo, M., Espina de Ferreira, A., Barrios-Ferrer, F. & J. Ferreira-Paz. 2005. La entomología forense y el Neotrópico. *Cuad. Med. Forense* 11: 23-33.
- Oliva, A. 2007. Frecuencia y distribución temporal de moscas cadavéricas (Diptera) en la ciudad de Buenos Aires. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.* 9: 5-14.
- Osorio, J., Moncada, L., Molano, A., Valderrama, S., Gualtero S. & Franco-Paredes, C. 2006. Role of Ivermectin in the treatment of severe orbital myiasis due to *Cochliomyia hominivorax*. *Clin. Infect. Dis.* 43, 57-59.

- Pulgar, E., Quijada, J., Bethencourt, A. & Moissant de Román, E. 2009. Reporte de un caso de miasis por *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) (Diptera: Calliphoridae) en un cunaguaro (*Leopardus pardalis*, Linnaeus, 1758) en cautiverio tratado con Doramectina. *Entomotropica* 24: 129-133.
- Ratnasingham, S. & Herbert, P. D. N. 2007. BOLD: The Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>). *Mol. Ecol. Notes* 7: 355-364.
- Rognes, K. 1991. Blowflies (Diptera: Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark. Scandinavian Science Press Ltd., Holanda. 277 pp.
- Salazar, J.L. 2006. Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo, Venezuela. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública* 23: 33-38.
- Shewell, G. E. 1987. Calliphoridae. En: McAlpine, J. (ed). Manual of Nearctic Diptera, vol. 2. Research Branch, Canadá. 659 pp.
- Stevens, J. & Wall, R. 1996. Classification of the genus *Lucilia* (Diptera: Calliphoridae): a preliminary parsimony analysis. *J. Nat. Hist.* 30: 1087-1094.
- Sukontason, K., Sukontason, K. L., Ngern-Klun, R., Sripakdee, D. & Piangjai, S. 2004. Differentiation of the third instar of forensically important fly species in Thailand. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 97: 1069-1075.
- Szpila, K. (2010). Key for the identification of third instars of European blowflies (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance. En: Amendt, J., Goff, M. L., Campobasso, C. P. & Grassberger, M. (Eds.), Current concepts in forensic entomology. Springer Netherlands, 43-56.
- Thyessen, P. J. 2005. Caracterização das formas imaturas e determinação das exigências térmicas de duas espécies de califorídeos (Diptera) de importância forense. Tesis de Doctorado en Parasitología. Universidade Estadual de Campinas. Sao Paulo, Brasil. 102 pp.
- Thyessen, P. J. & Linhares, A. X. 2007. First description of the immature stages of *Hemilucilia segmentaria* (Diptera: Calliphoridae). *Biol. Res.* 40:271-280.

- Vargas, J. 1999. Distribución y morfología de adultos e inmaduros de moscas califóridas (Diptera) de importancia forense en Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología. San José, Costa Rica. 105 pp.
- Vargas, J. & Wood, D.M. (2010) Calliphoridae (blow flies). En: Brown, B.V., Borkent, A., Cumming, J.M., Wood, D.M., Woodley, N.E. & Zumbado, M.A. (Eds.), Manual of Central American Diptera. Volume 2. NRC Research Press, Ottawa, 1297–1304
- Wells, J. D. & Kurahashi, H. 1997. *Chrysomya megacephala* (Fabr.) is more resistant to attack by *Ch. rufifacies*(Macquart) in a laboratory arena than is *Cochliomyia macellaria* (Fabr.) (Diptera: Calliphoridae). *Pan Pac. Entomol.* 73: 16-20.
- Whitworth, T. 2006. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America north of Mexico. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 108: 689–725.
- Whitworth, T. 2010. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of the West Indies and description of a new species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy. *Zootaxa* 2663: 1-35.
- Whitworth, T. 2014. A revision of the Neotropical species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae). *Zootaxa* 3810: 1-76.
- Wolff, M., Giraldo, N., & Pérez, M. V. 2004. Estudio de la entomofauna cadavérica encontrada en humanos alrededor de Medellín, Colombia y su aplicación en la determinación del intervalo postmortem. *Socolen. Memorias XXXI Congreso*: 125-130.
- Zeledón, R. & Jirón, L. F. 1978. Artropodología Médica y Veterinaria. IV ed. Universidad de Costa Rica, Facultad de Microbiología. San José, Costa Rica. 280 pp.
- Zumbado, M. 2006. Dípteros de Costa Rica y la América Tropical. INBio, Costa Rica. 267 pp.