

Palpos labiales de la mariposa *Prestonia clarki* (Lepidoptera: Pieridae). Ultraestructura de órganos sensoriales y sensilas

Isabel Vargas-Fernández¹, Diana Jimena Castro Gerardino² & Jorge E. Llorente-Bousquets^{1, 2*}

1. Museo de Zoología (Entomología), Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-399, 04510, Cd. México, México; ivf@ciencias.unam.mx, deresimus@gmail.com
2. Smithsonian Institution, PO Box 37012, Washington, DC 20013-7012, USA; enantia@prodigy.net.mx

* Correspondencia

Recibido 09-V-2017. Corregido 25-V-2018. Aceptado 25-VI-2018.

Abstract: Labial palps of the butterfly *Prestonia clarki* (Lepidoptera: Pieridae). Ultrastructure of sensilla and sensory organs. Research on labial palps of Lepidoptera is scarce and requires the use of Scanning Electron Microscopy techniques. We describe and illustrate the three segments composing the labial palps of the Coliadinae butterfly *Prestonia clarki*, as well as the distribution of sensilla and both of palp's distinctive structures: the Reuter's sensitive patch and the Palp pit organ; in the palps, the basal segment is the longest, and the distal segment is the shortest. We found chaetic sensilla type 1 on the lateral outer surface of the segments. In the Reuter's sensitive patch and the Palp pit organ, sensilla are specialized. In a lateral internal view of the proximal section of the basal segment, Reuter's sensitive patch looks as an elongated area with hundreds of microtrichia, differentiated into three sections; the adjacent area shows fewer microtrichia of shorter length. In a longitudinal view of the distal segment, at the apex of the segment, is the bottle-shaped Palp pit organ; inside the Palp pit are coeloconic sensilla in the basal section and microtrichia in the distal one. In addition, two indeterminate types of sensilla similar to chaetic ones were found within the Palp pit; which we called chaetic sensilla types 2 and 3; chaetic sensilla type 1 are located on the edge of the Palp pit. The sensilla types and their distribution in the Palp pit agree with those described in other species of Lepidoptera. Rev. Biol. Trop. 66(3): 1324-1346. Epub 2018 September 01.

Key words: Mexico; Coliadinae; morphology; scanning electron microscope (SEM).

El género *Prestonia* Schaus, 1920 es monotípico y endémico de México; por su distribución restringida y rareza ha sido objeto de escasos estudios. Se conocen pocos ejemplares en colecciones y su distribución comprende tres pequeñas áreas disyuntas del Pacífico mexicano: Mazatlán, Sinaloa (localidad tipo), región del Istmo en Oaxaca y en el presente trabajo ampliamos su área al estado de Michoacán (Luis-Martínez, Llorente-Bousquets, & Vargas-Fernández, 2005; Llorente-Bousquets, Luis-Martínez, & Vargas-Fernández, 2006). Hasta el momento se desconoce su planta de alimentación larval, pero se supone que puede ser una Mimosaceae (Leguminosae), pues todas

las especies de géneros próximos a *Prestonia* se alimentan de especies de plantas de esta familia (Murillo-Ramos, Hernández-Mejía, & Llorente-Bousquets, 2016).

Vázquez (1956) analizó el estatus taxonómico de *Prestonia clarki*, con base en ejemplares de la Mixtequilla, Oaxaca; también transcribió las descripciones originales a nivel genérico y específico de Schaus (1920), ubicando al género en la tribu Rhodocerini *sensu* Klots (=Coliadinae). Lo diferenció del género *Phoebis* Hübner, [1819] por su vena humeral muy corta, pues en *Prestonia* no existe; además de otras diferencias genitales, siguiendo a Klots (1931-1933): en *Phoebis* el saccus está curvado

suavemente, el tegumen tiene los procesos articulares largos y delgados, las valvas presentan un lóbulo interno setífero redondeado o bien una espina dorsal fuertemente quitinizada o un proceso dentado; el anellus es delgado y es ausente el subscaphium. Mientras que en *Prestonia* el saccus presenta dos curvaturas fuertemente marcadas, el tegumen es largo y grueso, en las valvas no existen lóbulos, espinas ni procesos dentados; el anellus es grueso y presenta subscaphium. No obstante, situó a *Prestonia* como un subgénero de *Phoebis*, dentro de un total de cuatro subgéneros: *Prestonia*, *Phoebis*, *Aphrissa* Butler, 1873 y *Rhabdodryas* Godman & Salvin, 1889. Así mismo, redescibió con detalle a *Prestonia clarki*, e ilustró los genitales masculinos, femeninos y su venación alar. Dicha autora mencionó, como característica propia de Rhodocerini, al tercer artejo de los palpos como muy corto; basándose a su vez en la descripción original de *Prestonia* (Schaus, 1920), quien había destacado que era cónico y con muchas escamas. De acuerdo con Vázquez (1956), los palpos de machos están cubiertos de escamas de color amarillo estroncio, con el tercer artejo de igual color café que en la cabeza; del género *Phoebis* indicó que el tercer artejo es corto y oval.

Maza (1975) describió la forma ‘semi-maculata’, en la que ambos sexos presentan diferencias menores en color, bajo su reverso alar. Miller y Brown (1975), sin referir el trabajo de Vázquez (1956), también efectuaron una redesccripción de *P. clarki*, incluyendo los genitales masculinos; ellos hicieron énfasis en las similitudes y diferencias con respecto a los subgéneros de Klots (1931-1933), ubicando a *Prestonia* –por sus caracteres genitales– en un estatus intermedio. Su análisis los llevó a las mismas conclusiones que obtuvo Vázquez, en relación con su categorización subgenérica dentro del género *Phoebis*. Lamas (2004) reconoció a *Prestonia* como un género monotípico de Coliadinae.

Braby, Vila y Pierce (2006) en su análisis molecular de la familia Pieridae, con base en cuatro genes (COI, *EF-1a*, 28S, y *wingless*), no consideraron a *Prestonia* como uno de los

géneros de Colianidae que estudiaron. De acuerdo con Murillo-Ramos et al. (2016), lo consideraron implícitamente en sus resultados dentro del género *Phoebis*. Hernández, Flores-Gallardo y Llorente-Bousquets (2014), al estudiar el corion de *P. clarki* bajo las Coliadinae, encontraron que *Prestonia* exhibe estados de carácter coriónico notablemente plesiomórficos. Murillo-Ramos et al. (2016), en su análisis sobre las relaciones del género *Aphrissa* confirmaron que el género *Prestonia* es el grupo hermano del clado (*Aphrissa* + (*Rhabdodryas* + *Phoebis*)), con base en caracteres morfológicos (alares, coriónicos y de genitales).

Excepto el trabajo de Vázquez (1956), ninguno de los autores mencionó los palpos labiales de *Prestonia*. No obstante, en diversos grupos de lepidópteros tales estructuras han sido estudiadas a nivel ultraestructural desde los años 1970s; aunque se han abordado pocos taxones de mariposas diurnas durante este lapso. Los estudios se circunscriben a morfometría, ontogenia, electrofisiología y respuestas de las sensilas u organitos relacionados con la quimiorrecepción de los palpos labiales, principalmente el órgano *Palp pit* (ver adelante).

Los palpos labiales son apéndices muy conspicuos de las partes bucales de adultos de Lepidoptera; están cubiertos con numerosas escamas y contienen gran número de sensilas (Krenn, 2010). La presencia de sensilas dentro de estructuras llamadas ‘*Palp pit Labial*’ (LPO), se caracteriza por poseer superficies ranuradas con poros o túbulos porosos en su pared, que es típico de receptores. Estos *Palp pit* pueden variar desde pequeñas depresiones con pocas sensilas hasta estructuras especializadas con gran número de estas (Kent, Harrow, Quartararo, & Hildebrand, 1986).

De acuerdo con Lee, Seizer y Altner (1985), los palpos labiales de Papilionoidea se componen de tres artejos: el basal, unido al labium, el mesial y el distal. Es en el último donde se localiza el *Palp pit*. La mayoría de autores se refieren a las partes que componen los palpos como ‘segmentos’, algunos como Chen y Hua (2016) y Kawahara, Ortiz-Acevedo y Marshall (2012) los denominan

‘palpómeros’, pero nosotros empleamos el término más general artejos, por tratarse de partes articuladas de apéndices bucales.

Reuter (1896) propuso un esquema jerárquico entre diferentes familias de mariposas, definido por la morfología de los palpos labiales. Para Pieridae describió 31 géneros, mencionando las dimensiones y describiendo con detalle las formas y curvaturas de cada artejo, así como las proporciones entre cada uno de ellos; además de la ‘mancha basal’, los ‘conos’ y las escamas en la superficie. Un detalle importante es que todos los géneros de píeridas estudiadas exhiben tres artejos, excepto *Pseudopontia paradoxa* Staudinger, 1884 (Pseudopontiinae), que solo exhibe dos.

Entonces, dos estructuras u organitos en los palpos están bien definidos y pueden ser de importancia taxonómica: mancha de Reuter y órgano Palp pit. La primera es mencionada e ilustrada en estudios microestructurales comparados por autores como Bilotta (1992) para varias especies de Morphini. Mielke, Mielke y Casagrande (2004) la estudiaron también en Charaxinae: *Zaretis itys itylus* (Westwood, 1850) y *Agrias claudina anneta* (Gray, 1832). Otros autores, además de esquemas, incluyeron microfotografías electrónicas de barrido y breves descripciones, v. gr. Miller (1987); en Papilionidae, Duarte, Casagrande y Mielke (2001) en *Hemiargus hanno* (Stoll, 1790) (Polyommataini); Paluch, Casagrande y Mielke (2008) en *Actinote melanisans* Oberthür, 1917 (Acraeinae); Dias, Casagrande y Mielke (2010) en *Memphis moruus stheno* (Prittowitz, 1865) (Charaxinae); Leite, Casagrande y Mielke (2010) en *Heraclides anchisiades capys* (Hübner, [1809]) (Papilionidae), y Sourakov, Duehl y Sourakov (2012) en *Morpho helenor* (Cramer, 1776) (Morphini).

Recientemente se estudió el órgano Palp pit a nivel ultraestructural, en especies consideradas plagas de cuatro familias de Lepidoptera: Noctuidae, Tortricidae, Pyralidae y Carposinidae. Todos utilizaron microscopios electrónicos, el MEB y/o el de transmisión, describiendo los tipos encontrados, el número de sensilas y su ordenamiento. Sin embargo,

ninguno de estos trató con especies de mariposas (Zhao et al., 2013; Dong et al., 2014; Barcaba & Krenn, 2015; Chen & Hua, 2016; Song, Sun, & Wu 2016).

Antes los estudios sobre palpos labiales en Pieridae se centraron en algunas especies de Pierinae de importancia económica, entre ellas están: *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758) (Lee, 1987; Lee & Altner, 1986a, b; Lee et al., 1985; Lee, Kim, & Altner, 1988; Lee, Altner, Kim, & Kim, 1989) y *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758) (Lee & Altner, 1986b; Bogner, 1990); pero también en varias especies de Heliconiinae (Nymphalidae) (Krenn & Penz, 1998). En otras Nymphalidae, los palpos labiales se estudiaron con propósitos filogenéticos y evolutivos (v. gr. Miller, 1968; Salazar, 2008), no solo estudios descriptivos.

Las sensilas son las unidades sensoriales que componen los organitos; su variedad y especialización se han determinado según la posición en el artejo o región donde se hallan. Respecto a los palpos se han encontrado sensilas celocónicas (Faucheux, 1999; claviformes *sensu* Lee et al., 1985; Zhao et al., 2013), campaniformes (Duarte et al., 2001; Barcaba & Krenn, 2015; Song et al., 2016), quéticas sin poros (Bogner, Boppré, Ernst, & Boeckh, 1986; Faucheux, 2008; Chen & Hua, 2016; Song et al., 2016), celocónicas multiporosas (Faucheux, 2008; Salazar, 2008; Barcaba & Krenn, 2015), escuamiformes (Chen & Hua, 2016; Song et al., 2016), aplanadas (Chen & Hua, 2016), tricoides y de forma de hoja (Barcaba & Krenn, 2015) y microtriquias (Bogner et al., 1986; Chen & Hua, 2016). En el Glosario (Apéndice) se describen estos tipos de sedas según los trabajos de Sellier (1977), Ljungberg y Hallberg (1992), Krenn y Penz (1998), Faucheux (1999), Faucheux, Kristensen y Yen (2006), Kristensen, Scoble y Karsholt (2007), Shields (2008), Krenn (2010), Faucheux (2013), Barcaba y Krenn (2015), Chen y Hua (2016), Ma, Chang, Lu, Lei y Yang (2016) y Song et al. (2016).

El presente estudio describe e ilustra a nivel ultraestructural los palpos labiales de imagos de *Prestonia clarki*, la organización de las sensilas en sus tres artejos, particularmente

en la mancha sensitiva de Reuter y el órgano Palp pit.

MATERIALES Y MÉTODOS

Disección y Fotografía: Se diseccionaron los palpos labiales de seis ejemplares (cuatro ♂♂ y dos ♀♀, todos en el Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, con los siguientes datos: MÉXICO. Oaxaca: Puente Chipehua, Santo Domingo Tehuantepec, 1♂ MZFC-LEP 372544, 31/07/2012, A. Luis, Bosque Tropical Caducifolio (BTC), 50 m. Oaxaca: Parque Nacional Huatulco, Santa María Huatulco, 100 m, BTC: 1♂ MZFC-LEP 375257, 16/03/2013, J. L. Salinas; 1♀ MZFC-LEP 373756, 22/10/2012, A. Arellano; 1♀ MZFC-LEP 375253, 16/03/2013, J. Llorente. Michoacán: Rancho Nuevo, Arteaga, MZFC-LEP sin/números, 1♂ 31/05/1998, 1♂ 19/01/1998) que pasaron en humefacción en una cámara o recipiente con papel absorbente y agua. La disección se efectuó bajo un microscopio estereoscópico Olympus SZX9 a 20x de magnificación; se desprendió primero la cabeza, por medio de pinzas finas Rubis Switzerland 5-SA y después la proboscis; luego se procedió a retirar los palpos ayudados con una jeringa de insulina (BD Ultra-fine U-100 0,3 mL, 31G X 6mm), a manera de aguja de disección fina y un pincel miniatura Rodin M27 como instrumento de sujeción. Los palpos se almacenaron en seco dentro de microviales rotulados con su clave de identificación en la tapa. Se eligió un ejemplar de cada sexo para limpiar sus palpos derechos; para lo cual se colocó cada palpo en una caja de Petri PYREX de 10 cm y se eliminaron las escamas en alcohol al 50 % por medio de pinzas Dumont Dumostar (0209-4-PO, Style 4), cambiando varias veces el alcohol hasta donde fue posible quitar la mayoría de ellas. En ocasiones el palpo también se lavó con agua destilada y se sumergió en hipoclorito de sodio al 50 % durante 2-3 min, observándose bajo el microscopio hasta aclararse las escamas que no se pudieron retirar con las pinzas más finas. Nuevamente se lavaron y se fotografiaron sumergiendo el palpo limpio en alcohol en gel,

para evitar el movimiento durante las tomas. Se efectuaron medidas con el ocular micro-métrico calibrado del microscopio; los palpos sin escamas se fotografiaron con la cámara Olympus DP12 integrada a un microscopio SZX12, con el objeto de efectuar el esquema. Los palpos sin escamas se conservaron en microviales de tapa plana de 0.2 ml, en alcohol al 70 %, rotulados con su clave en la tapa. Las fotografías de la cabeza y palpos se tomaron en una cámara Nikon D700, con lente AF-S Micro Nikkor 105 mm.

Preparación y observación en Microscopio de Barrido: Para la parte ultraestructural se preparó el palpo de la siguiente manera: se desprendieron la cabeza y la proboscis del ejemplar seco o humedecido; observando al estereoscopio, poco a poco se retiraron las escamas, con pinzas muy finas del lado derecho y sujetando la cabeza con cuidado por el otro lado. El ejemplar se desecaba en el procedimiento, por lo que debía volver a colocarse intermitentemente en la cámara húmeda y alternar con otro ejemplar hasta retirar la mayoría de escamas de los tres artejos del palpo. Durante el procedimiento fue necesario hacer cortes del artejo distal para poder apreciar las sensilas contenidas en su interior; para ello se humedeció el palpo y, bajo el microscopio óptico, primero se hizo un corte transversal y luego se aisló ese artejo. Después se hizo el corte longitudinal sobre el portamuestras de aluminio de 15 mm, con una navaja para afeitar marca Gillette (super delgada), compuesta de acero inoxidable revestido con politetrafluoretileno.

Otra técnica adicional que se siguió fue la de punto crítico (Bozzola & Russell, 1992), para utilizar el palpo sin escamas que se conservó en alcohol. Las estructuras fueron montadas con pinzas finas en portamuestras de aluminio de 15 mm con cinta de carbono de doble cara (8 mm); se cubrieron con oro en una ionizadora Q150R. Luego se observaron en un Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) Hitachi S3500 bajo el detector de electrones secundarios a diferentes magnificaciones, en el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias

de la UNAM. Algunas micrografías se tomaron en un MEB FEI Apreo field emission, en la Smithsonian Institution. El formato de las micrografías es en tiff a 2560 píxeles. En la descripción de las sensilas se tomó en cuenta a Faucheux (1999) y Shields (2008).

RESULTADOS

Microestructura de los palpos labiales:

Los palpos labiales de *Prestonia clarki* constan de tres artejos diferentes en forma y dimensiones (Fig. 1). Al ser los palpos estructuras articuladas tubulares dirigidas hacia la parte frontal (Fig. 2, Fig. 3), poco esclerosadas y comprimidas lateralmente, exhiben dos vistas

o caras, la externa y la interna; esta última es la que se encuentra en contacto con la proboscis y además integra mayormente a las estructuras sensoriales. Aunque en la vista externa también se localizan series de sensilas, con un arreglo en forma de hileras longitudinales en cada artejo, implican otro tipo de diferenciación sensorial por el tipo de sedas.

La forma de los artejos basal y mesial, observados sin escamas, guardan diferentes proporciones de largo-ancho en los dos sexos. El macho tiene una anchura mayor (tomada en la parte media) y el primer cuarto basal del primer artejo se aprecia muy abultado. Ambos sexos muestran el artejo basal reni o faseoli-forme, pero más alargado y arqueado en los

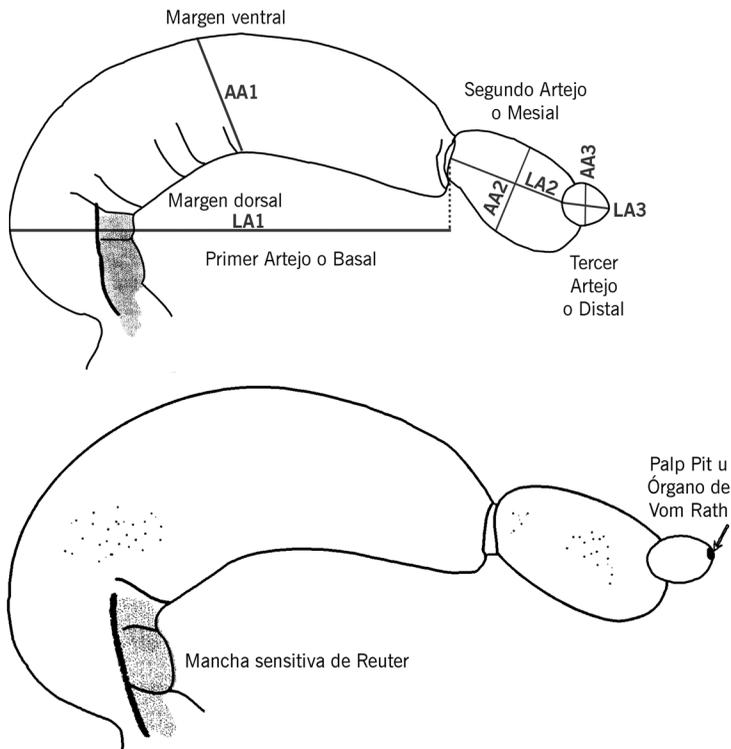


Fig. 1. Vistas laterales internas del palpo labial derecho sin escamas. A. Hembra, se indican las claves de las distancias medidas. La nomenclatura utilizada es: AA1 = Anchura artejo basal, AA2 = Anchura artejo mesial, AA3 = Anchura artejo distal; LA1 = Longitud artejo basal, LA2 = Longitud artejo mesial, LA3 = Longitud artejo distal. B. Mancha sensitiva de Reuter, en artejo basal, y Palp pit, en artejo distal del macho.

Fig. 1. Diagrams of the inner lateral view of the scale less labial right palp. A. Female; the acronyms of the measured distances are indicated. AA1 = Basal segment width, AA2 = Mesial segment width, AA3 = Distal segment width; LA1 = Basal segment length, LA2 = Mesial segment length, LA3 = Distal segment length. B. Reuter's sensitive patch on the basal segment and the Palp-pit on the distal segment of the male.

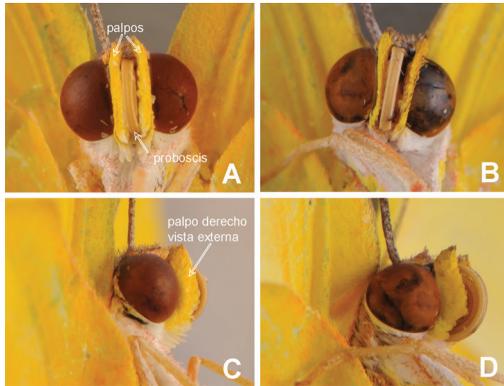


Fig. 2. Cabeza y palpos labiales. Vistas frontal y lateral. A, C. Macho; B, D. Hembra. (Fotografías de Arturo Arellano en cámara Nikon D700, con lente AF-S MICRO NIKKOR 105 mm).

Fig. 2. Head and labial palps. Front and lateral views. A, C. Male; B, D. Female. (Photos by Arturo Arellano in Nikon D700 camera, with AF-S MICRO NIKKOR lens 105 mm).

machos. En cuanto al grosor de cada artejo se aprecian diferencias en toda su longitud: en el macho es más angosto que en la hembra. Una medida aproximada del grosor es: en machos < 200 μm y en hembras 250 μm .

En el artejo basal se observa la mancha sensitiva de Reuter y varios pliegues (Fig. 3B).

El artejo mesial es elipsoidal. Este artejo asemeja una cuchara por la forma alargada y curvada hacia su interior.

El artejo distal es esferoide u elipsoide. En su interior, al microscopio estereoscópico, en el palpo sin escamas, puede apreciarse una estructura de color café en forma de botella, que ocupa aproximadamente la mitad del artejo. Esto constituye una estructura que algunos autores han llamado órgano de vom Rath y muchos otros como Palp pit, la cual se describirá en la parte de ultraestructura.

Los palpos *in situ*, en la mayor parte de su superficie, se encuentran cubiertos por escamas de varias formas y matices amarillos. Estas escamas se asemejan a plumas debido a su forma aplanada con ápice redondeado; por su distribución en cada artejo, se encuentran acomodadas en áreas conspicuamente definidas o circunscritas. Las vistas interna y externa del

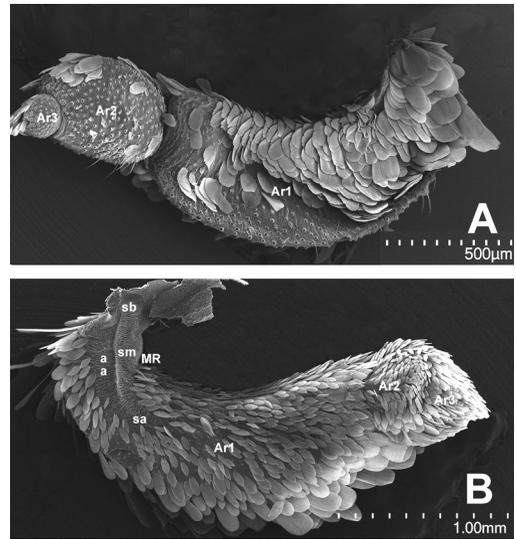


Fig. 3. Palpos labiales. A. Vista externa de un palpo izquierdo completo de una hembra, al que se le han retirado la mayor parte de las escamas; B. Vista interna de un palpo izquierdo completo de un macho, con escamas. Ar1= Artejo basal, Ar2= Artejo mesial, Ar3= Artejo distal; Secciones basal (sb), media (sm) y apical (sa) de mancha sensitiva de Reuter (MR). Magnificaciones utilizadas: A - 60x y B - 42x.

Fig. 3. Labial palpi. A. Outer view of the whole left palp of a female, to which most of the scales have been removed; B. Inner view of the whole left palp of a male with scales. Ar1 = Basal segment, Ar2 = Mesial segment, Ar3 = Distal segment; sections basal (sb), medial (sm), and apical (sa) of Reuter's sensitive patch (MR). Magnifications: A - 60x and B - 42x.

palpo se diferencian entre sí, principalmente por el tamaño y el color de las escamas.

El artejo basal ocupa la mayor parte del palpo, en una proporción de 2/3. Los artejos mesial y distal se aprecian como una sola estructura por la cobertura de sus escamas; juntos ocupan solo un tercio de la longitud total, como se muestra en la figura 3. La vista externa del palpo mayormente presenta escamas de color amarillo; algunas de éstas combinadas con anaranjado hacia la parte apical de la escama. En su vista interna este artejo está cubierto de modo predominante por escamas alargadas y angostas de color crema, cuyo ápice es agudo (porciones media y distal); hacia el margen ventral las escamas son de mayor longitud y

su ápice más romo. En el área próximo-dorsal, donde se encuentra la mancha sensitiva de Reuter, no existen escamas; en el estereoscopio (1.5 X 90 de magnificación) se reconocen proyecciones pequeñas de escala diminuta, que solo es posible observar bien a nivel ultraestructural.

La vista externa del artejo basal, en su sección proximal exhibe escamas brillantes de color blanco; algunas muy largas y angostas en su porción proximal, seguidas de otras también aplanadas, pero más anchas, del mismo color, pero con ápice romo cuadrangular. En el resto son escamas de diferente longitud, en ocasiones de ápice dentado, con tres a seis puntas u ondulaciones. En el margen dorsal del artejo, las escamas son más cortas y de matiz amarillo más claro, algunas blancas, y, conforme se acercan al margen ventral, se aprecian de mayor longitud y de color amarillo canario más intenso.

En su vista interna, la distribución y cobertura de escamas delimitan tres áreas principales: (1) la porción proximal dorsal con escamas pequeñas y cortas de color crema, que puede ocupar hasta la mitad de esta estructura, llamémosle compuesta; (2) la porción proximal-media ventral –de color amarillo, cuyas escamas se intensifican en tono conforme se acercan al margen dorsal; (3) la porción distal dorsal ocupa una franja que corre hacia el margen ventral; está teñida de escamas color café marrón, muchas de ellas alargadas y de ápice bifido. En esta sección se encuentra inmerso el tercer artejo.

En la vista externa de esta estructura se aprecian dos áreas de escamas, más o menos correspondientes a aquellas de la vista interna, solo diferenciándose porque el área proximal dorsal también es de color amarillo. En esta estructura las escamas presentan de cuatro a seis ‘denticiones’ en su ápice.

Ultraestructura de los palpos labiales:

Artejo basal. Mide sin escamas 1.5 mm de longitud (LA1), su base es de 200-250 μm , con una anchura AA1 de casi 500 (parte media); en su vista externa presenta varias series o hileras de aproximadamente ocho sensilas en

sentido longitudinal, intercaladas con escamas; se calculan de 15 a 20 en total. Estas sensilas quéticas tipo 1 (sq T1) son tubulares alargadas de punta prominente, de 80-120 μm de longitud y 4 de diámetro en su base, colocadas en un alveolo o cavidad (sockets) semicirculares o dacrioides de 6 μm de diámetro (Fig. 4B, Fig. 4D). En nuestras preparaciones de palpos sin escamas, los alveolos de las sensilas quéticas se distinguen de aquellos de las escamas por la diferencia en la magnitud y forma del diámetro, que en el caso de las sensilas son más pequeños y la forma no es circular, como los de escamas (Fig. 4B, Fig. 4E). Se observan algunas más cortas, de 24 μm hacia el margen dorsal y hacia la parte distal. Estas sensilas tienen surcos longitudinales en su superficie y, por lo general, se arquean sobre sí mismas, en especial las más cortas.

La vista externa del palpo es convexa y la interna algo aplanada y ligeramente cóncava. Los alveolos de las escamas se aprecian en posición supina o inclinada y el tegumento en su parte media longitudinal es más o menos liso, mientras hacia sus márgenes dorsal y ventral se observan pequeños pliegues (Fig. 4A, Fig. 4B, Fig. 4C, Fig. 4D, Fig. 4E). Además, en su superficie se aprecian algunos agujeros diminutos, de diámetro menor a una micra (Fig. 4E).

La mancha de Reuter (Fig. 5A, Fig. 5B, Fig. 5D, Fig. 5F, Fig. 5H) es un área alargada que integra cientos de proyecciones que hemos reconocido como microtriquias, se encuentra en la base del artejo en la vista interna con el margen dorsal, que ocupa casi un tercio de su longitud; está delimitada por un surco que corre longitudinalmente desde la base del palpo y se hace más superficial en su parte distal, hacia las 300-400 μm . Desde su parte más profunda este surco contiene proyecciones de 25-30 μm de longitud. En la mancha propiamente se observan tres secciones (basal, media y apical) y el área adyacente carente de escamas. La sección basal es semirectangular y de superficie ligeramente plana, contigua y continua con la sección media, que es abultada en su parte dorsal; cada sección mide cerca de 150-200 μm ,

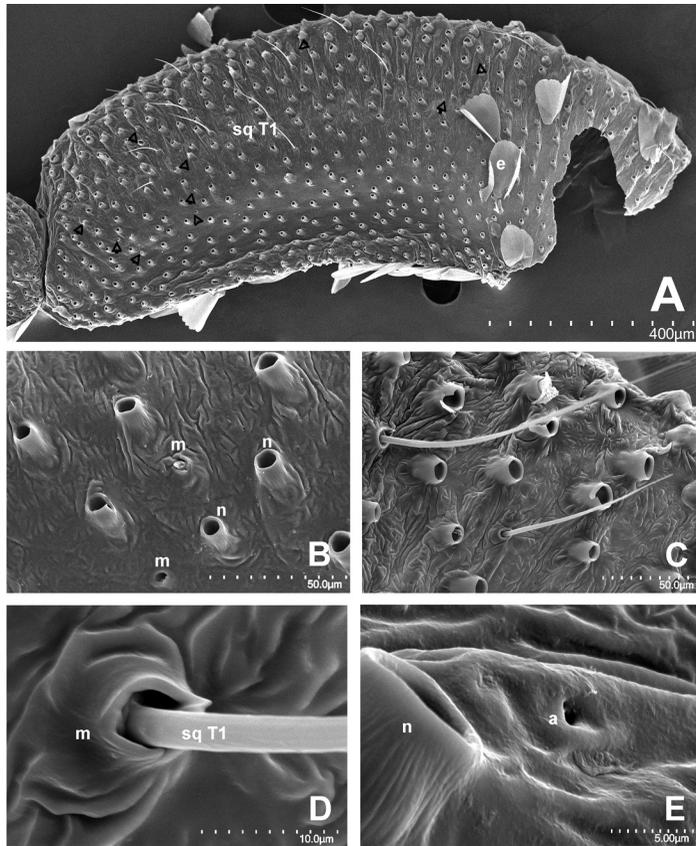


Fig. 4. A. Vista externa del artejo basal del palpo derecho (puntas de flecha señalan sensilas desprendidas); sq = sensilas quéticas tipo 1, e = escama. B. Alveolos (Sockets) de sensilas (m) y alveolos de escamas (n); no se indican todas. C,D. Sensilas quéticas tipo 1 del artejo basal. E. Agujeros diminutos (poros) de la superficie del artejo basal (a). Magnificaciones utilizadas: A - 130x, B - 1000x, C - 700x, D - 5000x y E - 6000x.

Fig. 4. A. Outer view of the basal segment of the right palp (arrowheads showing detached sensilla); sq = chaetic sensilla type 1, e = scale. B. sensilla sockets (m) and scale sockets (n); not all are indicated. C, D. Chaetic sensilla type 1 of the basal segment. E. Tiny holes (poros) of the surface of the basal segment (a). Magnifications: A - 130x, B - 1000x, C - 700x, D - 5000x, and E - 6000x.

juntas ocupan más de la mitad de la mancha. Estas dos secciones exhiben proyecciones lisas y abundantes de ápice puntiagudo o microtriquias, densamente imbricadas (Fig. 5A, Fig. 5B, Fig. 5D); tales proyecciones del tegumento son de base circular (sin alveolo) de 2-5 μm , cuya longitud oscila desde unas pocas hasta 50 μm , ubicándose las más largas hacia la parte longitudinal media y las más cortas en la periferia. Hacia la sección apical, se intercalan escamas alargadas, elípticas y aplanadas, de ápice agudo o romo; las proyecciones que se exhiben aquí están más separadas entre sí y son

más cortas conforme se acercan a la parte más distal de la mancha.

El área adyacente muestra proyecciones de longitud menor; en su mayoría se dirigen hacia el mismo sentido en el que se insertan las escamas del resto del palpo. Tales proyecciones se aprecian más espaciadas que en la superficie de la mancha, lo que permite ver la 'topografía' del tegumento, donde también se observan pliegues o surcos pequeños (Fig. 5A, Fig. 5H, Fig. 5I).

Artejo mesial. Mide 0.5 mm de longitud (LA2), con ancho (AA2) de 0.35 mm. En su

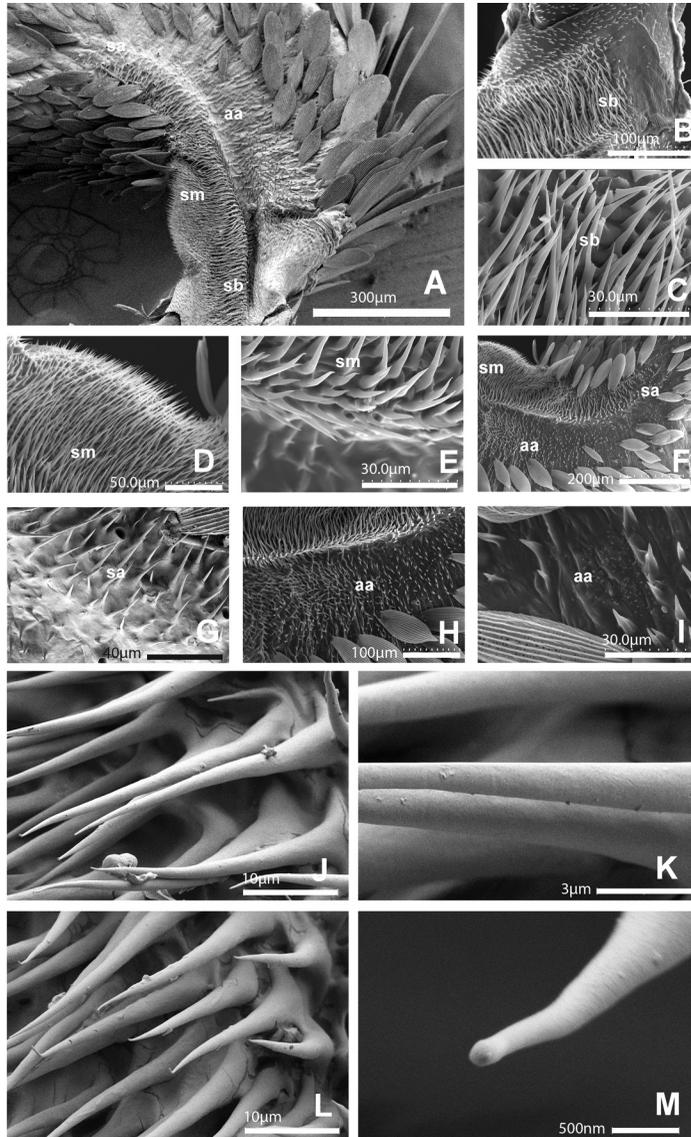


Fig. 5 A-I. A. Mancha sensitiva de Reuter en vista interna del artejo basal. B. Sección basal. C. Magnificación de microtriquias, sección basal. D. Sección media. E. Magnificación de microtriquias, sección media. F. Sección apical. G. Magnificación de sección apical. H, I. Área adyacente. Secciones: basal (sb), media (sm), apical (sa) y área adyacente (aa). Magnificaciones utilizadas: A - 150x, B - 470x, C - 1900x, D - 650x, E, G - 1800x, F - 200x, H - 320x y J - 1700x. Micrografías A y G tomadas en SEM FEI Apreo field emission; el resto del Hitachi S3500.

Fig. 5 A-I. A. Reuter's sensitive patch in the inner view of the basal segment. B. Basal section. C. Magnification of microtrichia, basal section. D. Middle section. E. Magnification of microtrichia, medial section. F. Apical section. G. Magnification of the apical section. H, I. Adjacent area. Sections: basal (sb), media (sm), apical (sa) and adjacent area (aa). Magnifications: A - 150x, B - 470x, C - 1900x, D - 650x, E, G - 1800x, F - 200x, H - 320x, and J - 1700x. The micrographs A and G were taken at SEM FEI Apreo field emission; the others in the Hitachi S3500.

Fig. 5 J-M. Magnificación de microtriquias de mancha sensitiva de Reuter, sección media. Magnificaciones utilizadas: J, L - 3500x, K - 12000x y M - 50000x. Micrografías tomadas en SEM FEI Apreo field emission.

Fig. 5 J-M. Magnification of microtrichia in the medial section of the Reuter's sensitive patch. Magnifications: J, L - 3500x, K - 12000x, and M - 50000x. The micrographs were taken at SEM FEI Apreo field emission.

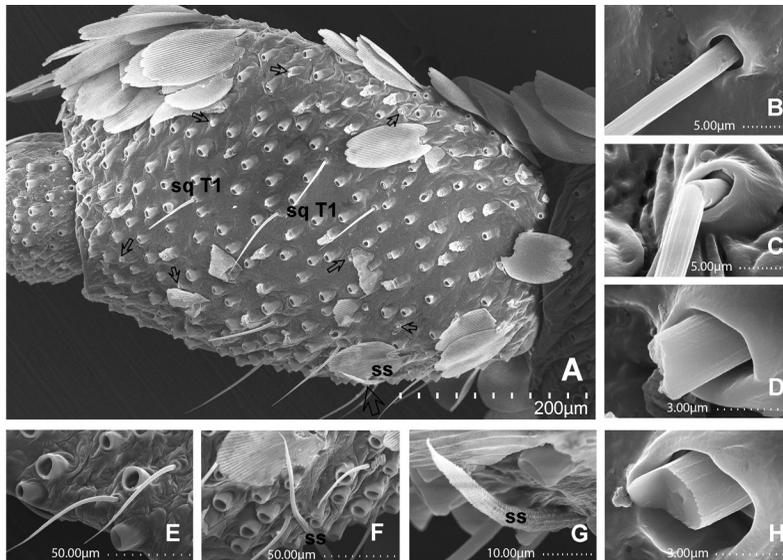


Fig. 6. A. Vista externa del artejo mesial del palpo izquierdo; sq T1= sensilas quéticas tipo 1. Las flechas pequeñas señalan alveolos con sensilas desprendidas. B-D, H. Sensilas quéticas con su alveolo, D y H se muestran rotas desde su base. E, F. Sensilas quéticas T1 cerca del margen y sensila ss. G. Sensila ss= escumiforme, la cual se encuentra ex situ; se señala su posición en el artejo con flechas grandes en la fotografía A. Magnificaciones utilizadas: A - 200x, B, C - 6000x, D, H - 15000x, E - 1100x, F - 900x y G - 3200x.

Fig. 6. A. Mesial segment outer view of the left palp; sq T1 = chaetic sensilla type 1. Small arrows are used for sockets with detached sensilla. B-D, H. Chaetic sensilla with their socket, D and H are broken from their base. E, F. Chaetic sensilla T1 near the margin and sensilla ss. G. Squamiform sensilla (ss), ex situ; its position in the segment is indicated by large arrows in picture A. Magnifications: A - 200x, B, C - 6000x, D, H - 15000x, E - 1100x, F - 900x, and G - 3200x.

vista externa exhibe 5 a 6 hileras de sensilas. Cada una consta de cuatro a cinco sensilas quéticas T1 intercaladas con escamas (Fig. 6A). En su vista interna se aprecia la superficie cóncava y en forma de cuchara.

En vista frontal, los alveolos donde se insertan las sensilas presentan forma dacrioides de aprox. 3-5 µm de altura y un diámetro de 4-5 (Fig. 6B, Fig. 6C, Fig. 6D, Fig. 6H).

Las sensilas quéticas T1 encontradas son de 3 µm de diámetro (Fig. 6A, Fig. 6E, Fig. 6F).

No fue posible observar la vista interna del palpo totalmente sin escamas, ni saber con certeza si allí podemos encontrar sensilas.

Artejo distal y órgano Palp pit. El artejo distal de la hembra mide 120 µm de longitud (LA3), 150 de ancho (AA3) y una pared de 10. En el macho mide 170 de longitud (LA3). Presenta microtriquias o extensiones cuticulares del tegumento con surcos profundos,

intercaladas con las escamas en sus dos vistas, entre las cuales no se aprecia diferenciación por tratarse de un artejo más redondeado y diminuto, pero en la base del artejo se aprecian más en las hembras, mientras los machos en todo el artejo. No se advirtieron muchas sensilas. Sin embargo en la zona contigua al orificio del Palp pit se aprecian varias sensilas quéticas T1 (Fig. 7E, Fig. 7F).

Bajo corte longitudinal en su interior se observa el órgano Palp pit, en forma de botella con 95 µm de profundidad y 60-70 de diámetro, en su parte más amplia muestra una pared de 2 µm de grosor, cuyo orificio de entrada es de casi 20 µm (Fig. 8E). Allí se encontraron dos tipos principales de estructuras: sensilas celocónicas (Faucheux, 1999; claviformes *sensu* Zhao et al., 2013) y microtriquias (*sensu* Bogner et al., 1986 y Faucheux, 1999); las primeras con estrías en la cutícula, estas van desde la base hasta el ápice (Fig. 8A, Fig. 8C, Fig. 8F).

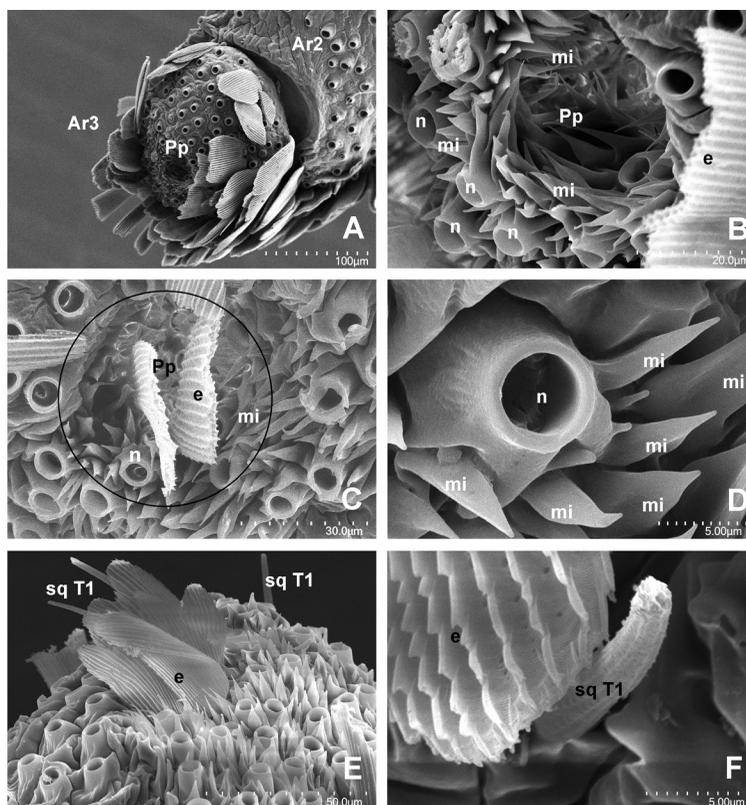


Fig. 7. Artejo distal. A. Artejo completo casi sin escamas mostrando el orificio Palp pit, magnificación en B y C (círculo); Ar2= Artejo mesial, Ar3= Artejo distal, Pp= Palp pit. B, C. Vista exterior del órgano Palp pit mostrando las microtriquias (mi); n= alveolo de escama, mi= microtriquia, e = escama. D. Microtriquias y alveolo de escama cercanos al Palp pit. E. Porción superior del artejo distal; sq= sensilas quéticas tipo 1. F. Escama (e) y sensila quética T1, cercanos al Palp pit. Magnificaciones utilizadas: A - 350x, B - 2000x, C - 1600, D - 6000, E - 1100x y F - 700x.

Fig. 7. Distal segment. A. A whole segment almost scale less showing the Palp-pit hole; magnification in B and C (circle); Ar2 = Mesial segment, Ar3 = Distal segment, Pp = Palp-pit. B, C. Outer view of the Palp-pit showing the microtrichia (mi); n = scale socket, mi = microtrichia, e = scale. D. Microtrichia and scale sockets close to the Palp-pit. E. The upper portion of the distal segment; sq = chaetic sensilla type 1. F. Scale (e) and chaetic sensilla T1, close to the Palp-pit. Magnifications: A - 350x, B - 2000x, C - 1600, D - 6000, E - 1100x, and F - 700x.

El diámetro basal de las celocónicas se observa de la misma o menor medida del alveolo semi-circular donde se inserta (4-5 µm); se aprecia como una depresión en la cutícula, cuya profundidad es de aproximadamente 1-2 µm. La sensila se estrecha a 1.5-2.0 µm a nivel de la cutícula (diámetro basal) y su longitud total es de 20 µm, en promedio; todas se dirigen hacia el centro del órgano. La mayor parte de su superficie es estriada y con crestas aparentes, en su mayoría en la maza, que es cilíndrica o aplanada en el ápice y sus extremos curvados

y extendidos hacia el mismo lado. De allí, en muchos casos, sobresalen dos o más proyecciones esferiformes de pocos nanómetros, sostenidas por un pedicelo de dos a tres veces el diámetro de la proyección. Este pedicelo puede encontrarse erecto o en ocasiones curvado. Las clavas presentan diferentes formas; algunas se aprecian de forma otoide (Sellier, 1977), otras algo menos aplanadas, con forma de cuchara en su ápice.

Las microtriquias son alargadas, semiconiformes, con cutícula de superficie lisa y su

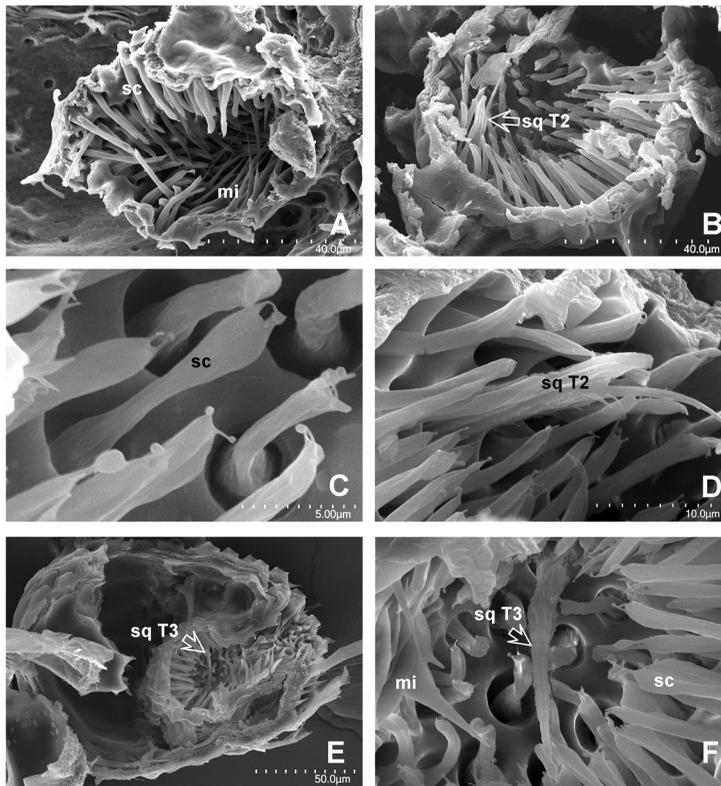


Fig. 8. A-D. Corte oblicuo de un Palp pit que muestra, en A: la parte superior del Palp pit. B. Parte inferior o proximal del órgano. La flecha señala una sensila única quética T2, magnificada en D. C. Sensilas celocónicas (sc). D. Sensila quética sq T2, rodeada de sensilas celocónicas. E, F. Corte longitudinal del Artejo distal y del Palp pit (Ejemplar diferente a las fotos de A-D). Se observan tres tipos de sensilas contenidas y la forma de botella del órgano. E. Una sola sensila quética (T3) indicada con la flecha, la misma señalada en F. Magnificaciones utilizadas: A - 1300, B - 1400x, C - 8000x, D - 4500, E - 600x y F - 3500x.

Fig. 8. A-D. An oblique cut of a Palp-pit showing in A: the upper side of the Palp-pit. B. The proximal part of the organ. The arrow points to a single T2 chaetic sensillum magnified in D. C. A coeloconic sensilla (sc). D. A chaetic sensillum sq T2, surrounded by coeloconic sensilla. E, F. Longitudinal section of the distal segment and the Palp-pit (the specimen is different from the A-D photos). The three types of sensilla in the Palp-pit and its bottle form are observed. E. A single chaetic sensillum (T3) is indicated by the arrow; the same indicated in F. Magnifications: A - 1300, B - 1400x, C - 8000x, D - 4500, E - 600x, and F - 3500x.

longitud varía de 10-20 μm , con una base de 3-5 que carece de alveolo (Fig. 8A); se encuentran inclinadas y se dirigen hacia la parte distal del mismo, esto es, la abertura u oquedad del artejo. La base es ancha con respecto a su parte media y su ápice muy aguzado. Las más cercanas a la superficie exterior del Palp pit se aprecian más cortas y presentan en su pared extensiones o surcos laterales longitudinales, que en corte transversal en su parte media es una cruz y no un elipsoide, como las localizadas en la parte media.

Se reconoció también un segundo tipo de sensila difícil de determinar que denominamos quética tipo 2 ó sq T2 (Fig. 8B, Fig. 8D); cuyo cuerpo es aprox. 50 % más amplio en su base. Posee crestas longitudinales paralelas que exhiben diminutas ornamentaciones espiniformes, las más largas son de 2 μm . En su porción distal presenta dos proyecciones o ramificaciones que terminan en punta. La base más tales ramificaciones miden casi 25 μm de longitud. Se encuentra insertada casi al centro del fondo del órgano Palp pit. Y un tercer tipo de sensila

(quética tipo 3, sq T3), diferente de las anteriores y se ilustra en la figura 8E y en la figura 8F; en apariencia es semejante a la anterior, aunque de longitud mucho mayor, aproximadamente del doble de las celocónicas. Su ápice termina en clava, aunque no de la forma habitual que observamos en el resto.

La distribución de sensilas dentro del Palp pit presenta entonces el patrón siguiente: en el fondo del órgano (mitad proximal) están insertas las sensilas celocónicas, mientras en la mitad distal se hallan las microtriquias. Las sensilas celocónicas (Fauchaux, 1999) se encuentran separadas entre sí por una distancia de 2-3 μm entre cada alveolo; la cantidad

aproximada es difícil de calcular, aunque puede estar en el intervalo 150-200. En la parte apical exterior del Palp pit se observaron algunas sensilas quéticas sq T1 (Fig 7E, Fig. 7F).

En la vista interna de los palpos, durante las disecciones al estereoscopio, se encontraron dos tipos de polen en más de uno de los ejemplares estudiados. Y un tercero en un solo ejemplar. Éstos pertenecen a plantas de las familias Acanthaceae, Polygonaceae (aff.) y Sapindaceae (Fig. 9), visitadas por estos imágos que se adhirieron a los palpos posiblemente en el momento de alimentarse.

Otro organismo asociado fue el ácaro *Proctolaelaps* aff. *antiquus* Treat & Niederman

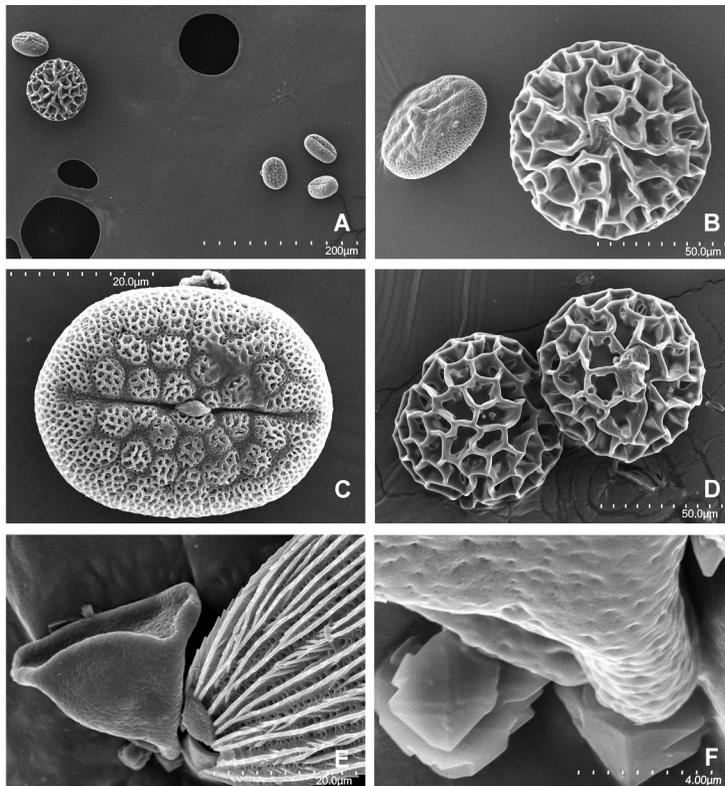


Fig. 9. Granos de polen encontrados en la vista interna del palpo de *Prestonia*, en un ejemplar macho del estado de Michoacán, México, de las familias Acanthaceae (A, B y C), Polygonaceae (aff.) (A, B y D) y de la familia Sapindaceae (E y F), del estado de Oaxaca, México. C. Vista ecuatorial de polen diporado de cf. *Justicia furcata* (Acanthaceae). E, F. Vista polar de polen triporado del género *Serjania*. Magnificaciones utilizadas: A - 270x, B - 900x, C - 2500x, D - 850x, E - 2500x y E - 1300x.

Fig. 9. Pollen grains found in the inner view of the *Prestonia* palp, in a male specimen from Michoacán, Mexico, belonging to the Acanthaceae families (A, B and C), Polygonaceae (aff.) (A, B, and D) and to the family Sapindaceae (E and F), from Oaxaca, Mexico. C. Equatorial view of diporate pollen from cf. *Justicia furcata* (Acanthaceae). E, F. Polar view of triporate pollen from the genus *Serjania*. Magnifications: A - 270x, B - 900x, C - 2500x, D - 850x, E - 2500x, and E - 1300x.

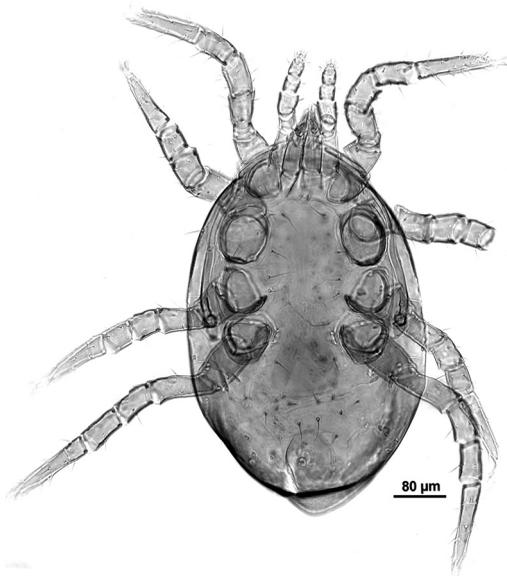


Fig. 10. Ácaro hembra *Proctolaelaps* aff. *antiquus* Treat & Niederman (1967), (Mesostigmata: Melicharidae) encontrado en palpo de una hembra de *Prestonia*. (Fotografía de Ana I. Bieler en fotomicroscopio Olympus Provis con cámara Evolution MP de 5 Mp, captura digital Ax70).

Fig. 10. A female mite of *Proctolaelaps* aff. *antiquus* Treat & Niederman (1967), (Mesostigmata: Melicharidae) found in the palp of a *Prestonia* female. (Photo by Ana I. Bieler in Olympus Provis photomicroscope with Evolution MP camera of 5 Mp, digital capture Ax70).

(1967) (Mesostigmata: Melicharidae) (Fig. 10), del que se encontró un ejemplar femenino en la vista interna del palpo de una hembra de *Prestonia*. Se han reportado varias especies asociadas a este género de ácaro en la proboscis de algunas noctuidas, lo que de acuerdo con Treat y Niederman (1967), sugiere que pueden habitar flores o frutos en descomposición.

DISCUSIÓN

Con respecto al sistema propuesto por Reuter (1896), Viloría (2001, inéd.) hizo una crítica importante de sus opiniones, arguyendo que este autor contó con la suerte de haber trabajado con un número limitado de taxones, lo cual facilitó la generación de sus conclusiones. Aunque en Pieridae, la inclusión de 30

géneros es una muestra grande para tales estudios de microestructura.

Entonces si se toma en cuenta el trabajo de Reuter (1896), sabemos que la longitud del artejo mesial en los géneros de Pieridae va de 1/4 a 2/3 del basal y solo en un caso (*Anthocharis* Boisduval, Rambur & Graslin, [1833]) el mesial es más largo; el promedio en esta familia es casi de 1/2. Los palpos labiales en *Prestonia* guardan la misma proporción observada por este autor y por Miller (1987) para otras piéridas (*Dismorphia* Hübner, 1816, *Colias* Fabricius, 1807 y *Pieris* Schrank, 1801; con excepción de *Euchloe* Hübner, 1819, en este último autor) en cuanto a la longitud de sus artejos. En *Prestonia* el artejo mesial mide poco más de un tercio del basal y el distal un décimo. La proporción citada por Reuter (1896) en *Prestonia* se cumple para los dos sexos, aunque en hembras el artejo distal es un poco más pequeño y redondeado que en los machos.

Las proporciones del segundo y tercer artejo mesial, también se encontraron en 44 especies de Satyrinae (Miller, 1968). Este autor examinó varios caracteres de los palpos: a) la longitud de cada artejo; b) la relación entre la longitud del segundo y tercer artejos; c) la amplitud máxima del segundo, y d) la longitud máxima de las sedas de éste. Aunque encontró tendencias no obtuvo correlación filogenética aparente.

Miller (1987) encontró que en Troidini (Papilionidae, excepto *Battus* Scopoli, 1777 y *Pharmacophagus antenor* Haase, 1891), los palpos son bi-articulados, lo cual en su análisis definió la monofilia de este grupo. Este autor destaca que la mancha de Reuter se pierde en algunos grupos.

Salazar (2008) analizó y describió los palpos labiales de varios géneros de Charaxinae neotropicales, presentando dibujos de los palpos sin escamas y micrografías electrónicas, algunas con claridad insuficiente de las estructuras. También definió la mancha de Reuter como el área localizada en la cara interna de la unión basal cerca de la posgena, dispuesta como una placa provista de sedas erecto-pectinadas. En ocasiones describió más a detalle

la forma y/o la composición de la mancha de Reuter en dos secciones y la diferenciación en el tamaño de sus sedas, que también llamó conos. Los palpos desnudos de *Archaeoprepone* Fruhstorfer, 1915, *Zaretis* Hübner, [1819] y *Agrias* Doubleday, [1845] que este autor ilustró muestran proporciones distintas en sus artejos respecto a los ilustrados por Miller (1987) para Papilionidae y Pieridae, donde el artejo basal es el de mayor longitud, como ocurre en *Prestonia*. En estos Charaxinae el artejo más largo es el mesial, y también es el de mayor curvatura. El artejo distal es el más corto. Aun con lo poco que se sabe de la mancha de Reuter, hay diferencias significativas en su composición de sedas, microtriquias y escamas que le rodean (Reuter, 1896; Miller, 1987; Duarte et al., 2001; Dias et al., 2010), además de las diferentes calidades en las tomas; por lo tanto, es difícil aún comparar al nivel familiar. Por lo tanto es recomendable estudiar un grupo de géneros próximos en Coliadinae (Pieridae), como lo hizo Miller (1987) en Papilionidae.

Como en *Prestonia*, en algunos casos existe dimorfismo sexual en las dimensiones de los artejos; así como ocurre en *Carposina sasakii* Matsumura (Carposinidae), en la que Chen y Hua (2016) encontraron que la longitud total de palpos fue significativamente mayor en hembras que en machos; el artejo mesial exhibió más del doble de longitud que en hembras (2.3 veces) y que, a su vez, es 4.63 veces mayor que el distal, y 5.04 veces que el basal. De acuerdo con Zacharuk (1985) puede pensarse que algunas diferencias entre los sexos están asociadas con diferencias conductuales, tales como el cortejo, la oviposición y el reconocimiento de su planta de alimentación larval.

El grosor de los artejos ha sido una característica poco estudiada y/o mencionada en la literatura. El artejo mesial en *Prestonia* es comprimido lateralmente, mientras que en algunas Heliconiinae estudiadas por Krenn y Penz (1998) es cilíndrico (*Laparus* Billberg, 1820, *Neruda* J.R.G. Turner, 1976 y *Heliconius* Kluk, 1780), pero en *Eueides* Hübner, 1816 es ligeramente ensanchado. En las Charaxinae estudiadas por Salazar (2008) también

son comprimidos lateralmente y por lo tanto presentan dos caras o vistas. De acuerdo con Krenn y Penz (1998) la anatomía particular de los palpos labiales parece asociarse con los hábitos alimenticios del imago, pues mencionan que en especies frugívoras, ciertas escamas que sobresalen de los artejos basal y mesial ocultan la proboscis. Sus resultados indicaron que los palpos labiales son más cortos y angostos en especies de heliconinas que se alimentan de polen vs. las que no lo hacen. Faucheux (2013) mencionó también que la morfología de las sensilas varía de acuerdo con el tipo de alimento y el método de tomarlo. Todo esto nos sugiere que las dimensiones del palpo y/o de sus artejos no solo guardan relación con las sensilas que los componen (órganos de los sentidos involucrados), sino con lo que consumen y cómo lo hacen.

Las sensilas de la vista externa de los tres artejos en los palpos de *Prestonia* son quéticas tipo 1, sq T1 (Fig. 4A, Fig. 4D, Fig. 6, Fig. 7E). Chen y Hua (2016) encontraron en *Carposina sasakii* sensilas quéticas principalmente en el artejo distal y también los tipos escuamiforme (todo el palpo) y el campaniforme en el basal. Posiblemente las sensilas escuamiformes se encuentran en el mismo artejo de *Prestonia*, aunque nuestra técnica de limpieza no nos permitió diferenciarlas de las escamas; también se debió al tamaño diminuto del artejo (120 μm en hembras y 170 en machos) y la consiguiente dificultad de manipulación. Song et al. (2016) mencionaron la presencia de sensilas escuamiformes en el artejo mesial de *Grapholita molesta* (Busck) (Tortricidae), indicando que este tipo también se encuentra en antenas de otros grupos de polillas, pero su posible función aún se desconoce. Otros autores más antiguos (citado en Chen & Hua, 2016), refieren a este tipo de sensilas con función mecanorreceptora.

Las sensilas quéticas, de acuerdo con Shields (2008), y con Städler et al. (1974), Gnatzy y Tautz (1980) y French y Sanders (1981) (citado en Song et al., 2016) son mecanorreceptoras, aunque Altner, Sass y Altner (1977) las consideraron de función bimodal gusto-táctil. Faucheux (2013) las diferencia

de las sensilas tricoides, que son multiporosas y de función olfativa, y menciona que a veces son difíciles de distinguir, por lo que algunos autores las confunden.

En el presente trabajo pudimos observar agujeros diminutos en la cutícula del artejo basal (Fig. 4E), como los que Song et al. (2016) hallaron en el artejo mesial en palpos de *Grapholita molesta*; ellos lo mencionaron como algo novedoso y cuya función probable podría ser glandular; no se encuentran distribuidos de manera uniforme y son de un diámetro muy pequeño, menor a una micra.

Las sensilas encontradas en la base del Palp pit de *Prestonia* –que llamamos celocónicas, son semejantes a las que reportaron Lee et al. (1985) en *Pieris rapae* (Pierinae): con 20 μm de longitud, en un número de 80 y localizadas en la base del Palp pit. Al considerar que su longitud es similar en *Prestonia*, notamos que el diámetro basal de la sensila es mayor en *Pieris* (3.5 μm). Las dimensiones del Palp pit en *Prestonia* (95 de profundidad y 60-70 de diámetro y abertura de 20 μm) versus *Pieris* (100 profundidad) son similares; Lee et al. (1985) calcularon el diámetro de la abertura del Palp pit en 30 μm para *Pieris*, aunque ésta no se encuentra en su parte apical, sino subterminalmente por su cara ventral. También son similares las sensilas sin poros halladas por Bogner et al. (1986) en *Rhodogastria* Hübner, [1819] (Arctiidae; con cierta diferencia en las ornamentaciones o proyecciones apicales) y a las que Ljunberg y Hallberg (1992) estudiaron en palpos maxilares del tricóptero *Apatania stigmatella* Zetterstedt, 1840 (Limnephilidae), aunque con diferencia en el tamaño. La superficie de las sensilas en *Prestonia* –al igual que en *Apatania*, es estriada longitudinalmente; su sección apical puede exhibir una o varias proyecciones encontradas dentro de alveolos o pequeñas depresiones (Fig. 8C, Fig. 8D, Fig. 8F). De acuerdo con Song et al. (2016), en *Manduca sexta* (Linnaeus) (Sphingidae) y algunos Tineidae, entre otros Lepidoptera, se han observado estas sensilas en el Palp pit.

Chen y Hua (2016, p. 46) reconocieron la presencia de sensilas aplanadas (flattened) de

7.5 μm de longitud en los dos tercios basales del Palp pit de *Carposina sasakii*, que se componen de una porción distal en forma de hoja y otra basal cilíndrica. Por sus ilustraciones pensamos que este es el mismo tipo hallado por Song et al. (2016, p. 64) en *Grapholita molesta* (10.5 μm de longitud). Nos parece apropiado para este tipo de sensila el término celocónica (Faucheux, 1999); posiblemente también se trata del mismo tipo estudiado en *Mythima separata* Walker (Noctuidae) por Dong et al. (2014), quienes la denominaron claviforme (> a 10 μm), aunque en sus figuras no se aprecian (superficie de la cutícula) las estrías tan marcadas como en los dos trabajos citados. Stange y Stowe (1999) presentaron micrografías de sensilas contenidas en el Palp pit de *Cactoblastis cactorum* (Berg, 1885) (Pyralidae), las que llamaron aplanadas (para nosotros, celocónicas) con su parte apical en forma de hoja; su longitud es 10 μm , similar a las descritas en otras especies; la longitud en *Prestonia* es casi el doble.

En *Prestonia* observamos sensilas celocónicas, en las que el extremo puede terminar en forma ligeramente plano y elíptico, un poco cóncavo, o bien presentan en su ápice una o más ornamentaciones o proyecciones semiesféricas (Fig. 8C, Fig. 8F). En algunos casos se asemejan a una cabeza de caracol terrestre, que en la literatura no encontramos algo similar, excepto en Bogner et al. (1986), quienes ilustraron y describieron un tipo semejante en *Rhodogastria*, sin denominarlo. Por las micrografías de sensilas con puntas bifurcadas podemos hacer esta comparación, aunque en *Prestonia* el ápice de la sensila es más amplio, en muchos casos aplanado y donde muestran las proyecciones en menor cantidad.

Barcaba y Krenn (2015) encontraron sensilas ‘en forma de hoja’ cerca del ápice de los palpos labiales de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Pyralidae), en los bordes del Palp pit, además de sensilas tricoides. En sus ilustraciones no se aprecia alguna sensila ‘en forma de hoja’ completa pues ellos, al parecer, no efectuaron cortes longitudinales del Palp pit, pero también podríamos pensar que se trata de

un tipo de sensila celocónica. Con respecto a las sensilas tricoides consideramos, al analizar sus figuras, que éste podría ser uno de los casos que Faucheux (2013) mencionó como una confusión del tipo de sensila y, en realidad, pueda tratarse de sensilas quéticas, como las del tipo I, halladas en *Prestonia* (Fig. 7E, Fig. 7F), en el ápice del Palp pit.

De acuerdo con algunos autores como Bogner et al. (1986), Stange, Monro, Stowe y Osmond (1995), Stange y Stowe (1999) y Chen y Hua (2016) podemos sugerir las sensilas que llamamos celocónicas poseen 'dendritas' lameladas típicas, características de neuronas sensibles al CO₂; estas sensilas poseen en su pared numerosos poros o receptores olfatorios que responden a cambios de CO₂. Sobre el tema se han llevado a cabo numerosos estudios entre los que podemos mencionar: Bogner (1990), Stange (1992), Keil (1996) y otros.

Las estructuras que reconocemos como microtriquias en *Prestonia* (Fig. 7B, Fig. 8A, Fig. 8E), se encontraron en la misma posición por Bogner et al. (1986) en *Rhodogastrina* (Arctiidae) y por Chen y Hua (2016) en *Carposina sasakii*; esto es, localizadas en la parte superior o distal del Palp pit. Song et al. (2016) observaron en *Grapholita molesta* un tipo similar que también denominaron piliforme, pero algunos aparecen bifurcados en el tercio apical y las puntas no son tan aguzadas como en *Prestonia*, pero en nuestra opinión se trata de microtriquias. Estos últimos autores encontraron además otro tipo de estructuras en el Palp pit que llamaron mastoides, localizadas entre las microtriquias (para ellos, sensilas piliformes), cuyo diámetro fue de 0.27 µm y de forma redondeada. Zhao et al. (2013) en *Helicoverpa armigera* (Hübner), 1808 (Noctuidae) y Dong et al. (2014) en *Mythimna separata* ilustran y describen un tipo de sensila semejante que ellos también reconocen como piliforme, pero consideramos que se trata de las mismas microtriquias reportadas por Bogner et al. (1986) y Chen y Hua (2016) y que identificamos en *Prestonia*.

Con respecto a la mancha de Reuter, hasta el momento no tenemos descripciones

ultraestructurales precisas para comparación. Reuter (1896) estudió y describió la estructura con detalle en varios taxones, refiriendo los componentes que la forman como 'conos'. Posteriormente a este autor, algunos muestran ilustraciones y describen de manera breve o incluyen esquemas indicando su posición, forma y tamaño aproximados. Pero no se mencionan detalles del tipo de estructuras de que está compuesta la mancha; algunos términos que se utilizan son: 'procesos espinosos' (Duarte et al., 2001), 'proyecciones espinosas' (Paluch et al., 2008) o 'pequeñas espinas' (Moraes & Duarte, 2009); lo que sí se menciona es que se trata un órgano sensitivo en su conjunto. Duarte et al. (2001) estudiaron a *Hemiargus hanno* y mostraron en una micrografía microtriquias lisas, largas y puntiagudas, como en *Prestonia*. La mancha es alargada y en su parte basal presenta las estructuras más imbricadas con otras más cortas y separadas. Paluch et al. (2008) ilustraron una micrografía de *Actinote melanisans*, en la que se aprecian estructuras que ellos llaman microproyecciones espinosas y espatuladas localizadas en la vista interna del artejo basal; en su mayoría son alargadas (aprox. 60-90 µm), de pared plana, bordes aserrados y ápice en punta, no muy agudo; algunas más cortas semitriangulares, en la periferia de la mancha, que son similares a *Memphis moruus stheno* ilustrado por Dias et al. (2010). Barcaba y Krenn (2015) describieron sensilas sin alveolo presentes en el canal alimentario de *Plodia interpunctella*, solo compuestas de conos sensoriales. Esta descripción podría coincidir con las estructuras que encontramos en la mancha de Reuter de los palpos de *Prestonia*, pero en su ilustración estos conos se observan insertados en pliegues o depresiones de la cutícula, colocados en hileras separadas. Sin embargo, coinciden en la carencia de alveolo pues se trata de microtriquias.

Las descripciones hechas por Duarte et al. (2001), Paluch et al. (2008), Moraes y Duarte (2009), Dias et al. (2010) y Leite et al. (2010) sobre la mancha o sus componentes indican que sus objetivos fueron más generales, ya que aunque se ha estudiado, su diferenciación y el

contenido de sedas identificadas es escaso, y las figuras presentadas hasta ahora por estos autores, no permiten aún conclusiones más claras como referencia para comparación con el presente estudio. Sus trabajos no sugirieron una función específica para la estructura del conjunto ni de sus partes, excepto Hallberg, Hansson y Löfstedt (2003), quienes la describieron como un conjunto denso de pelos cuticulares (para nosotros microtriquias), los cuales no están invados, y que, según mencionan, pueden presentar agregaciones de sensilas campaniformes y escuamiformes entre ellos; estos autores se basaron a su vez en Faucheux (1999) y en sus propias observaciones, hasta ese momento inéditas. Aunque podemos mencionar que, de acuerdo con las observaciones de DeVries (1979, 1987), la conducta que involucra el movimiento de los palpos labiales a través de los ojos es la de limpieza.

En *Prestonia* logramos identificar que no se trata de una estructura tan uniforme y por su posición creemos que se encuentra en contacto directo con la proboscis, aunque, por ahora no podemos determinar su función, hasta efectuar estudios morfoestructurales y fisiológicos más profundos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los proyectos PAPIIT IN 202415 y 212418, al CONACYT 224347 y 284966, así como a la Facultad de Ciencias de la UNAM. A Berenit Mendoza del Laboratorio de Microscopía y Fotografía (LanBio) del Instituto de Biología de la UNAM, por las múltiples asesorías con las técnicas de microscopía de barrido, por permitirnos cubrir con oro 20 portamuestras y por la donación de algunos materiales para llevar a cabo nuestras observaciones. A Enrique Martínez Hernández del Instituto de Geología de la UNAM, por la determinación del polen asociado a los palpos. A nuestros compañeros de la Facultad de Ciencias: Armando Luis, por proporcionarnos el material biológico de la colección del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, a su cargo; Marysol Trujano por la experiencia

compartida con la técnica de microdissección en el estereoscopio; Arturo Arellano por su ayuda con Photoshop y la toma de fotografías de color de la Fig. 2, en la cámara Nikon D700; Roxana Acosta por las asesorías prestadas a IVF en el uso del MEB Hitachi 3500; Laura Del Castillo, Ángel Herrera Mares e Ignacio Vázquez por la preparación y determinación de un ácaro y a Ana Isabel Bieler por la toma fotográfica del mismo. A Alejandro Guzmán por su ayuda en la búsqueda de información especializada en varias bases de datos. A Walter Winhard por la traducción del alemán de parte del trabajo de Reuter (1896). A Robert K. Robbins y Omar Ávalos por la revisión del Abstract. A Smithsonian Institution por permitirnos el uso del MEB FEI Apreo field emission, cuyas micrografías se presentan en las Fig. 5A, Fig. 5G, Fig. 5J, Fig. 5K, Fig. 5L, Fig. 5M. El presente trabajo pudo concluirse gracias al apoyo especial de DGAPA-PASPA a JLB, quien pudo radicar por dos años en Washington, DC, y trabajar en la Smithsonian Institution (MNHN, Entomology).

RESUMEN

Los trabajos sobre palpos labiales son muy escasos en Lepidoptera y requieren del uso del microscopio electrónico de barrido. Los tres artejos de los palpos labiales de la coliadina *Prestonia clarki* se describen e ilustran, así como la distribución de las sensilas y de sus estructuras más distintivas: la mancha sensitiva de Reuter y el órgano Palp pit; el artejo basal es de mayor longitud y el distal el de menor. Se encontraron sensilas quéticas tipo 1 en la superficie de la vista lateral externa de los tres artejos. Las sensilas son más especializadas en el parche o mancha sensitiva de Reuter y en el órgano Palp pit. En la vista lateral interna de la sección proximal del artejo basal se observó esa mancha, la cual comprende un área alargada que integra cientos de microtriquias, diferenciada en tres secciones, cuya área adyacente muestra menor número de microtriquias y de menor longitud. En un corte longitudinal del artejo distal, en su porción más apical, se observó el órgano Palp pit, con forma de botella; en su interior se alojan dos tipos de estructuras, cuya disposición fue: sensilas celocónicas en la sección basal y microtriquias en la distal. Además, se encontraron en el interior del Palp pit dos tipos sensilares de difícil determinación, se denominaron sensilas quéticas tipos 2 y 3, así como las sensilas quéticas tipo 1, localizadas en el borde del Palp pit. Los tipos encontrados y su distribución en el Palp pit coinciden con lo descrito por varios autores en otras especies de lepidópteros.

Palabras clave: México; Coliadinae; morfología; microscopio electrónico de barrido (MEB).

REFERENCIAS

- Altner, H., Sass, H., & Altner, I. (1977). Relationship between structure and function of antennal chemo-, hygro-, and thermoreceptive sensilla in *Periplaneta americana*. *Cell and Tissue Research*, 176(3), 389-405.
- Barcaba, T., & Krenn, H. W. (2015). The mouthparts of adult Indian meal moths, *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae). *Entomologica Austriaca*, 22, 91-105.
- Bilotta, I. G. (1992). Morfologia comparada da cabeça das espécies sulbrasileiras de Morphinae (Lepidoptera, Nymphalidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 9(3/4), 261-271.
- Bogner, F., Boppré, M., Ernst, K. D., & Boeckh, J. (1986). CO₂ sensitive receptors on labial palps of *Rhodogastria moths* (Lepidoptera: Arctiidae): physiology, fine structure and central projection. *Journal of Comparative Physiology A*, 158, 741-749.
- Bogner, F. (1990). Sensory physiological investigation of carbon dioxide receptors in Lepidoptera. *Journal of Insect Physiology*, 36(12), 951-957.
- Bozzola, J. J., & Russell, L. D. (1992). Specimen preparation for Scanning Electron Microscopy. In J. J. Bozzola (Ed.), *Electron Microscopy: Principles and Techniques for Biologists* (2 Ed., pp. 50-71). Massachusetts, EUA: Jones and Bartlett Publishers.
- Braby, M. F., Vila, R., & Pierce, N. E. (2006). Molecular phylogeny and systematics of the Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea): higher classification and biogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 147, 239-275.
- Chen, J., & Hua, B. (2016). Sexual dimorphism of adult labial palps of the peach fruit moth *Carposina sasakii* Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae) with notes on their sensilla. *Acta Zoologica* (Stockholm), 97, 42-48.
- DeVries, P. J. (1979). Pollen-feeding rainforest *Parides* and *Battus* butterflies in Costa Rica. *Biotropica*, 11(3), 237-238.
- DeVries, P. J. (1987). *The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae and Nymphalidae* (Vol. 1). New Jersey, EUA: Princeton University Press.
- Dias, F. M. S., Casagrande, M. M., & Mielke, O. H. H. (2010). Morfologia do exoesqueleto de adultos de *Memphis moruus stheno* (Pritwittz) (Lepidoptera, Nymphalidae, Charaxinae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(3), 376-398.
- Dong, J. F., Liu, H., Tang, Q. B., Liu, Y., Zhao, X. C., & Wang, G. R. (2014). Morphology, type and distribution of the labial-palp pit organ and its sensilla in the oriental armyworm, *Mythimna separata* (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Entomologica Sinica*, 57(6), 681-687.
- Duarte, M., Casagrande, M. M., & Mielke, O. H. H. (2001). Morfologia externa do adulto de *Hemiargus hanno* (Stoll) (Lepidoptera, Lycaenidae, Polyommatainae, Polyommataini). I. Cabeça. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(1), 225-238.
- Faucheux, M. J. (1999). Biodiversité et unité des organes sensoriels des insectes lépidoptères. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France*, Supplément Hors Série, 1-296.
- Faucheux, M. J. (2008). Mouthparts and associated sensilla of a South American moth, *Synempora andesae* (Lepidoptera: Neopseustidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 67(1-2), 21-33.
- Faucheux, M. J. (2013). Sensillum types on the proboscis of the Lepidoptera: a review. *Annales de la Société entomologique de France* (N. S.), 49(1), 73-90.
- Faucheux, M. J., Kristensen, N. P., & Yen, S. H. (2006). The antennae of neopseustid moths: Morphology and phylogenetic implications, with special reference to the sensilla (Insecta, Lepidoptera, Neopseustidae). *Zoologischer Anzeiger*, 245, 131-142.
- Hallberg, E., Hansson, B. S., & Löfstedt, C. (2003). Sensilla and proprioceptors. In N. P. Kristensen (Ed.), *Lepidoptera, Moths and Butterflies. Morphology, Physiology and Development* (Vol. 2, pp. 267-288). Berlin, New-York: Walter de Gruyter.
- Hernández, B. C., Flores-Gallardo, A., & Llorente-Bousquets, J. (2014). Morfología del corion en la subfamilia Coliadinae (Lepidoptera: Pieridae). *Southwestern Entomologist*, 39(4), 853-885.
- Kawahara, A. Y., Ortiz-Acevedo, E., & Marshall, C. J. (2012). External morphology of adult *Libythea celtis* (Laicharting [1782]) (Lepidoptera: Nymphalidae). *Zoological Science*, 29, 463-476.
- Keil, T. A. (1996). Sensilla on the maxillary palps of *Helicoverpa armigera* caterpillars: in search of the CO₂-receptor. *Tissue Cell*, 28, 703-717.
- Kent, K. S., Harrow, I. D., Quartararo, P., & Hildebrand, J. G. (1986). An accessory olfactory pathway in Lepidoptera: the labial pit organ and its central projections in *Manduca sexta* and certain other sphinx moths. *Cell and Tissue Research*, 245, 237-245.
- Klots, A. B. (1931-1933). A generic revision of the Pieridae (Lepidoptera). Together with a study of the male

- genitalia. *Entomologica Americana*, 12(3), 139-204; (4), 205-242.
- Krenn, H. W. (2010). Feeding mechanisms of adult Lepidoptera: Structure, function, and evolution of the mouthparts. *Annual Review of Entomology*, 55, 307-327.
- Krenn, H. W., & Penz, C. M. (1998). Mouth parts of *Heliconius* butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae): A search for anatomical adaptations to pollen-feeding behavior. *International Journal of Insect Morphology and Embriology*, 27(4), 301-309.
- Kristensen, N. P., Scoble, M. J., & Karsholt, O. (2007). Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. *Zootaxa*, 1668, 699-747.
- Lamas, G. (2004). Pieridae. Checklist: Part 4A. Hesperioidea - Papilionoidea. In J. B. Heppner (Ed.), *Atlas of Neotropical Lepidoptera* (Vol. 5A, pp. 99-117). Association for Tropical Lepidoptera. Gainesville, EUA: Scientific Publishers.
- Lee, J. K. (1987). Development of the hair mechanosensilla on the pupal labial palp of the butterfly, *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae.). *International Journal of Insect Morphology and Embriology*, 16(5/6), 343-354.
- Lee, J. K., & Altner, H. (1986a). Primary sensory projections of the labial palp-pit organ of *Pieris rapae* L. (Lepidoptera - Pieridae). *International Journal of Insect Morphology and Embriology*, 15(5/6), 439-448.
- Lee, J. K., & Altner, H. (1986b). Structure, development and death of sensory cells and neurons in the pupal labial palp of the butterflies *Pieris rapae* L. and *Pieris brassicae* L. (Insecta, Lepidoptera). *Cell Tissue Research*, 244, 371-383.
- Lee, J. K., Altner, H., Kim, W. K., & Kim, C. W. (1989). Axonal pathfinding in developing labial palps of the butterflies, *Pieris rapae* and *Pieris brassicae*. *Cell Tissue Research*, 256, 87-93.
- Lee, J. K., Kim, C. W., & Altner, H. (1988). Differences in degeneration of the apical scolopidial organ in the labial palp of Lepidoptera during pupal development. *Zoomorphology*, 108, 77-83.
- Lee, J. K., Seizer, R., & Altner, H. (1985). Lamellated outer dendritic segments of a chemoreceptor within wall-pore sensilla in the labial palp-pit organ of the butterfly, *Pieris rapae* L. (Insecta, Lepidoptera). *Cell Tissue Research*, 240, 333-342.
- Leite, L. A. R., Casagrande, M. M., & Mielke, O. H. H. (2010). External morphology of the adult of *Heraclides anchisiades capys* (Hübner, [1809]) (Lepidoptera – Papilionidae) I. Head, cephalic appendages and cervical region. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(5), 1119-1126.
- Ljungberg, H., & Hallberg, E. (1992). Ultrastructure and distribution patterns of sensilla on the palps of Caddisflies (Trichoptera). *International Journal of Insect Morphology and Embriology*, 21(4), 337-346.
- Luis-Martínez, M. A., Llorente-Bousquets, J., & Vargas-Fernández, I. (2005). Una megabase de datos de mariposas de México y la regionalización biogeográfica. En J. Llorente-Bousquets, & J. J. Morrone (Eds.), *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas RIBES* (pp. 269-294). Ciudad de México: Las Prensas Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Llorente-Bousquets, J., Luis-Martínez, M. A., & Vargas-Fernández, I. (2006). Apéndice general de Papilionoidea: Lista sistemática, distribución estatal y provincias biogeográficas. En J. J. Morrone, & J. Llorente-Bousquets (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana* (Vol. II, pp. 945-1009). Ciudad de México: Las Prensas Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Ma, M., Chang, M. M., Lu, Y., Lei, C. L., & Yang, F. L. (2016). Ultrastructure of sensilla of antennae and ovipositor of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae), and location of female sex pheromone gland. *Scientific Reports*, 7, 40637. doi: 10.1038/srep40637
- Maza, J. (1975). Una nueva forma de *Prestonia clarki* Schaus (Pieridae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1(2), 38-41.
- Mielke, C. G. C., Mielke, O. H. H., & Casagrande, M. M. (2004). Estudo comparado da morfologia externa de *Zaretis itys itylus* (Westwood) e *Agrias claudina annetta* (Gray) (Lepidoptera, Nymphalidae, Charaxinae) I. Cabeça, apêndices e região cervical. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2), 357-369.
- Miller, J. S. (1987). Phylogenetic studies in the Papilioninae (Lepidoptera: Papilionidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 186(4), 365-512.
- Miller, L. D. (1968). The higher classification, phylogeny and zoogeography of the Satyridae (Lepidoptera). *Memoirs of the American Entomological Society*, 24, 1-174.
- Miller, L. D., & Brown, F. M. (1975). Notes on the rare Mexican pierid *Prestonia clarki* (Pieridae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 29(4), 256-258.
- Moraes, S. S., & Duarte, M. (2009). Morfologia externa comparada das três espécies do complexo *Telchin licus* (Drury) (Lepidoptera, Castniidae) com uma sinonímia. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(2), 245-265.

- Murillo-Ramos, L., Hernández-Mejía, C., & Llorente-Bousquets, J. (2016). The phylogenetic position of *Aphrissa* (Lepidoptera: Pieridae: Coliadinae) within its relatives the ancient American Catopsilias. *Zootaxa*, 4147(5), 538-550.
- Paluch, M., Casagrande, M. M., & Mielke, O. H. H. (2008). Morfologia externa do adulto de *Actinote melanisans* (Nymphalidae: Heliconiinae: Acraeini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(3), 456-478.
- Reuter, E. R. (1896). Über die Palpen der Rhopalocera. Ein Beitrag zur Erkenntnis der verwandtschaftlichen Beziehungen unter den Tagfalern. *Acta Societatis Scientiarum Fennicae*, 22(1), 1-577.
- Salazar, J. A. (2008). Some studies on palpi belonging to Neotropical charaxids and notes on the wing pattern and behavior of several genera (Lepidoptera: Nymphaloidea, Charaxidae). *Boletín científico. Museo de Historia natural. Universidad de Caldas*, 12, 171-205.
- Schaus, W. (1920). New species of Lepidoptera in the United States National Museum. *Proceedings of the United States national Museum*, 57(2307), 107-152.
- Sellier, R. (1977). Étude ultramorphologique des sensilles antennaires des Sésiidés. Essai sur l'origine et les étapes de la morphogenèse des sensilles antennaires des lépidoptères. *Annales de la Société Entomologique de France* (N. S.), 13(2), 347-367.
- Shields, V. D. C. (2008). Ultrastructure of Insect Sensilla. In J. L. Capinera (Ed.), *Encyclopedia of Entomology* (2 Ed., pp. 4073-4087). Berlin: Springer-Verlag.
- Song, Y. Q., Sun, H. Z., & Wu, J. X. (2016). Ultrastructural characteristics of the proboscis and the labial palp pit organ in the oriental fruit moth, *Grapholita molesta*. *Bulletin of Insectology*, 69(1), 59-66.
- Sourakov, A., Duehl, A., & Sourakov, A. (2012). Foraging behavior of the blue *Morpho* and other tropical butterflies: The chemical and electrophysiological basis of olfactory preferences and the role of color. *Psyche* (Cambridge), (378050), 1-10.
- Stange, G. (1992). High resolution measurement of atmospheric carbon dioxide concentration changes by the labial palp organ of the moth *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Comparative Physiology A*, 171, 317-324.
- Stange, G., Monro, J., Stowe, S., & Osmond, C. B. (1995). The CO₂ sense of the moth *Cactoblastis cactorum* and its probable role in the biological control of the CAM plant *Opuntia stricta*. *Oecologia*, 102, 341-352.
- Stange, G., & Stowe, S. (1999). Carbon-Dioxide Sensing Structures in Terrestrial Arthropods. *Microscopy Research and Technique*, 47, 416-427.
- Treat, A. E., & Niederman, L. (1967). Three species of *Proctolaelaps* (Acarina, Mesostigmata) from noctuid moths. *American Museum Novitates*, 2312, 1-12.
- Vázquez, L. (1956). Reconsideración taxonómica de *Prestonia clarki* Schaus - *Phoebis* (*Prestonia*) *clarki* (Schaus) - Lepidoptera-Pieridae. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 26(2), 477-487.
- Viloria, A. L. (2001). *Sistemática práctica: recuento de morfología externa, reconocimiento y uso de las homologías en los Rhopalocera adultos* (Insecta: Lepidoptera) (Primer Diplomado de Mariposas Tropicales). Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Vom Rath, O. (1888). Über die Hautsinnesorgane der Insekten. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 46, 413-454.
- Zacharuk, R. Y. (1985). Antennae and sensilla. In G. A. Kerkut & L. I. Gilbert (Eds.), *Comprehensive insect physiology. Biochemistry and pharmacology* (Vol. 6, pp. 1-69). Oxford: Pergamon Press.
- Zhao, X. C., Tang, Q. B., Berg, B. G., Liu, Y., Wang, Y. R., Yan, F. M., & Wang, G. R. (2013). Fine structure and primary sensory projections of sensilla located in the labial-palp pit organ of *Helicoverpa armigera* (Insecta). *Cell and Tissue Research*, 353, 399-408.

Glosario de micro y ultraestructura en palpos

Alveolo – Es la cavidad circundante en la inserción de la sensila, ésta no es sensitiva (ver socket).

Estructura mastoide – Estructuras cortas y pequeñas (0.32 μm de longitud) situadas al interior del Palp pit, junto con las sensilas, cuyo diámetro circular aprox. de 0.27 μm (Song et al. 2016).

Órgano Palp pit u órgano de Vom Rath – Estructura en forma de botella que contiene estructuras sensoriales cónicas en su base; su parte superior está cubierta de sedas que protegen su interior (Vom Rath 1888). Se localiza en el artejo distal del palpo labial y se considera una autapomorfía de los Lepidoptera (Kristensen et al. 2007).

Sensilas – Pequeñas sedas presentes en la cutícula de insectos involucradas en la percepción sensorial para el gusto, el olfato, el tacto, el sonido, la visión, la propiocepción, la geo-, termo- e higrorrecepción. De acuerdo con Faucheux (2013), su clasificación se basa en dos caracteres: la primera es de acuerdo con su morfología externa y la segunda por la presencia o ausencia de poros.

Sensilas aplanadas – Observadas por Chen y Hua (2016) tienen una superficie estriada con poros en sus paredes y túbulos con poros; típicamente presentan dendritas lameladas.

Sensilas escuamiformes – Semejan escamas más delgadas, diferentes en la estructura del alveolo; poseen un cuerpo tubular cercano al alveolo y de función mecanorreceptora (Schneider & Kaissling, 1957 citado en Chen & Hua, 2016). Shields (2008) mencionó que están inervadas por una o más neuronas y pueden ser mecano- o quimiosensitivas.

Sensilas celocónicas – Están formadas de una o dos extensiones apicales claviformes sobre

una base más o menos cónica, aplanada en su región apical. Sus paredes muestran muchos poros pequeños (Faucheux, 1999).

Sensilas en forma de pelo o piliformes – De acuerdo con Faucheux (2013), se distinguen de las sensilas quéticas por su mayor longitud, por su mayor flexibilidad, su aspecto ondulado y su superficie finamente ranurada o estriada longitudinalmente. Están inervadas por una gran neurona bipolar y está demostrado que son mecanosensitivas (detectan sonidos de baja frecuencia y vibraciones).

Sensilas celocónicas – Son conos o papilas inervadas por una o varias neuronas; similares en función a las sensilas tricoides, además de ser higrrosensitivas (Shields 2008).

Sensilas quéticas – Son mecanosensitivas y bimodales mecanosensitivas-gustatorias (Ljungberg & Hallberg, 1992). De acuerdo con Shields (2008) son sedas inervadas por una o más neuronas; son similares a las sensilas tricoides, pero de paredes más delgadas. Están colocadas en un alveolo y pueden ser mecano- o quimiosensitivas de contacto.

Sensilas tricoides – De acuerdo con Faucheux (2013) tienen una función olfativa y son multiporosas. Shields (2008) las describe como sedas inervadas por una a varias neuronas que pueden variar mucho en longitud y son móviles libremente en una membrana basal. Solo pueden ser mecanosensibles, duales mecano- y quimiosensibles de contacto, olfativas o termosensibles.

Microtriquias – De acuerdo con Faucheux et al. (2006) son estructuras accesorias consideradas a menudo como una adaptación que protege contra daño mecánico y / o desecación. Ma et al. (2016) las definieron

como pequeños pelos sin un alveolo, que pueden ser ornamentaciones cuticulares simples. Algunas son rectas o ligeramente curvadas hacia el ápice; mientras otras son curvadas en forma de gancho. Song et al. (2016) mencionaron que son estructuras no invadas; estos autores reconocieron dos tipos: unas de forma tubercular y

otras de superficie lisa. Estas estructuras no invadas están muy extendidas en la proboscis y probablemente son de función mecanorreceptora (Krenn & Penz, 1998; Krenn, 2010).

Socket – Es el alveolo o cavidad circundante en la inserción de la sensila, ésta no es sensitiva (Shields, 2008).