

**DIMORFISMO SEXUAL EN “MELOLÓNTIDOS” (COLEOPTERA:
SCARABAEOIDEA: MELOLONTHIDAE) CON MAZAS ANTENALES MAYORES
EN MACHOS QUE EN HEMBRAS**

Ángel Alonso Romero-López y Luz Neri Benítez-Herrera. Escuela de Biología, BUAP, Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio Edificio 112-A, Ciudad Universitaria, Col. Jardines de San Manuel C. P. 72570 Puebla, Puebla. Correos electrónicos: alonso.romerolopez@correo.buap.mx; luzneribh@gmail.com.

RESUMEN: Los adultos de *Phyllophaga macrocera* muestran un dimorfismo sexual evidente a nivel de antenas, lamelas y en el número de quimiosensilas por lamela. A pesar de que las dimensiones corporales de hembras y machos son similares, las mazas lamelares y las antenas completas son significativamente más largas en los machos. Las antenas de los machos representan más del 35% del tamaño corporal total, mientras que en las hembras, el 20% aproximadamente. Todas las lamelas de los machos son más largas, anchas y con una mayor superficie. Por microscopía electrónica de barrido pueden observarse las quimiosensilas placodeas (PLAS), auricíficas (AUS), basicónicas (BAS) y celocónicas (COS). Tanto la superficie interna como la externa de las lamelas de los machos muestran un mayor número de PLAS y AUS que en las hembras. Por ello, se sugiere que estas quimiosensilas sean las principales involucradas en la comunicación química sexual de *P. macrocera*.

Palabras clave: *Phyllophaga macrocera*, antenas, lamelas, quimiosensilas.

**Sexual dimorphism of “melolonthids” (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) with
males antennal club more longer than females**

ABSTRACT: Sexual dimorphism in antennae, lamellae and chemosensilla number of *Phyllophaga macrocera* (Bates) are showed. Although the body of adult *P. macrocera* males is very similar in size than the females, the antennal club and the entire male antenna is significantly longer. Male antennal length represents more than 35% of total body length, while female antennal length is approximately the 20% of body length. All the lamellae are longer, wider and cover a larger area in males than in females. Basic sensilla placodea (PLAS), auricilica (AUS), basiconica (BAS), and coeloconica (COS) are observed by scanning electron microscopy. The first four types have been considered as chemosensilla. Males lamellae present a higher number of PLAS and AUS of both surfaces in comparison with females antennae. The higher number of these chemosensilla observed in males lamellae suggests that PLAS and AUS may be involved in sexual chemical communication of *P. macrocera*.

Key words: *Phyllophaga macrocera*, antennae, lamellae, chemosensilla.

Introducción

Los machos de casi todas las especies de coleópteros Melolonthidae (“melolóntidos”) presentan diferencias estructurales más o menos relacionadas con la búsqueda de hembras y el comportamiento sexual. La mayoría de estas modificaciones se observan en las patas (almohadillas” tarsales, espolones tibiales, hileras de pelos tarsales), en la placa pigidial o en las antenas (Morón, 1986). El dimorfismo sexual puede ser sumamente evidente en éstas últimas, como sucede en el melolóntido *Polyphylla petiti* (Guerín). Los machos presentan antenas formadas por siete antenómeros aplanados de gran tamaño, cinco veces más grandes que los tres antenómeros basales; en cambio, las hembras cuentan con antenas formadas por cinco antenómeros tan grandes como los antenómeros basales restantes. Un caso cercano a *P. petiti* en términos de dimorfismo sexual a nivel de antenas es el de *Phyllophaga macrocera* (Bates). De acuerdo a Morón (1986) y Espinosa-Islas *et al.* (2005), la maza antenal de los machos de esta especie es más larga que el funículo, mientras que en las hembras ambas estructuras presentan el mismo tamaño. Aunque se sabe que los machos se acercan a las hembras inmediatamente después de que éstas efectúan su “llamado sexual” (Romero-López

et al., 2007), no existe evidencia que permita relacionar directamente su comportamiento precopulatorio con el tamaño de las antenas en los machos.

Por ello, en el presente estudio se pretende encontrar elementos morfológicos que confirmen dicho dimorfismo sexual de *Ph. macrocera* a nivel antenal, complementándolo con información acerca de las sensilas presentes en sus lamelas. Todo esto con la finalidad de enriquecer el conocimiento sobre la comunicación química sexual de esta especie.

Materiales y Método

Obtención del material biológico. Los adultos de *Ph. macrocera* fueron colectados manualmente en un área de pasto silvestre de Ciudad Universitaria de la BUAP, en la parte centro-oeste de Puebla. El material obtenido se identificó taxonómicamente de acuerdo a los criterios establecidos por Morón (1986). Todos los insectos fueron preservados en alcohol al 70%.

Medición del cuerpo, antenas y lamelas. Se eligieron al azar de seis a doce hembras y machos para obtener las medidas de longitud de sus cuerpos, antenas y lamelas. Se obtuvo la longitud total de los adultos (mediciones desde el clípeo hasta el pigidio), de la maza lamelar y de la antena completa. Las tres lamelas (proximal, media y distal) (Romero-López *et al.*, 2004) fueron separadas, etiquetadas y agrupadas según el sexo y la superficie lamelar (interna o externa). A cada una de éstas se le midió longitud, ancho y área con el apoyo del programa Image Tool 3.0.

Microscopía electrónica de barrido. Se prepararon las lamelas de hembras y machos con base en el método propuesto por Bozzola y Russell (1998) y fueron examinadas a 25kV en un microscopio electrónico de barrido JEOL Mod. JSM-5600LV. Con base a las propuestas de Ochieng *et al.* (2002) y Romero-López *et al.* (2004) se identificaron los tipos de sensila básicos.

Conteo de sensilas lamelares. Las imágenes obtenidas por microscopía electrónica de barrido de las tres lamelas de ambos sexos se utilizaron para conocer el número aproximado de los diferentes tipos de sensilas que podrían observarse en la superficie lamelar. El conteo de sensilas se efectuó por medio de los programas GIMP 2.8.4 e Image Tool 3.0 (Wilcox *et al.*, 2002).

Análisis estadístico. Los datos obtenidos de las mediciones del cuerpo, antenas y lamelas de machos y hembras de *P. macrocera* se sometieron a una prueba de t-Student (SigmaStat 3.1).

Resultados y Discusión

El cuerpo de hembras y machos de *P. macrocera* presentó una longitud similar, sin diferencias estadísticas significativas ($t = -0.358$; $P = 0.726$). Sin embargo, la longitud total de las antenas de los machos es significativamente mayor con respecto a la de las hembras ($t = 21.41$; $P < 0.001$) (Cuadro 1). La maza lamelar es de dimensiones significativamente mayores en los machos, en comparación con las hembras ($t = -16.456$; $P < 0.001$). El tamaño de las antenas de los machos representa más del 35% del total de su longitud corporal, mientras que en las hembras, las antenas representan aproximadamente el 20% del tamaño total de su cuerpo (Cuadro 1). En el caso de las lamelas, todos los datos obtenidos para los diferentes rubros presentaron diferencias estadísticas significativas. Las lamelas proximales ($t = 56.103$; $P < 0.001$), medias ($t = 65.138$; $P < 0.001$) y distales ($t = 41.247$; $P < 0.001$) presentan una mayor longitud en los machos. El área de las lamelas proximales ($t = 10.482$; $P < 0.001$), lamelas medias ($t = 10.826$; $P < 0.001$) y lamelas distales ($t = 16.036$; $P < 0.001$) también resultó ser significativamente mayor en los machos con respecto a las hembras. La misma tendencia se observa con los datos correspondientes al ancho de todas las lamelas (Cuadro 2).

La biología y ecología de *Ph. macrocera* han sido relativamente poco estudiados, restringiéndose la información a reportes aislados sobre sus hábitos de vuelo y a su actividad larvaria (Arágon *et al.*, 2001). En lo referente a su actividad sexual, sólo se cuenta con un antecedente en el que Romero-López *et al.* (2007) describen el comportamiento precopulatorio de esta especie, desde el momento de su “llamado sexual” hasta la cópula. De ahí el interés por darle continuidad al estudio de éste y otros aspectos que conforman a su comunicación química sexual (Romero-López *et al.*, 2010a), como es la recepción de las sustancias atrayentes. En otras especies de melolóntidos como *Phyllohaga obsoleta* (Blanchard) (Romero-López *et al.*, 2004), *Phyllohaga ravida* (Blanchard) (Romero-López *et al.*, 2010b) y *Phyllohaga opaca* (Moser) (Romero-López y Morón, 2013) se ha encontrado dimorfismo sexual a nivel antenal, aunque sólo en algunas estructuras como el flagelo o en las lamelas individuales. El presente trabajo con *Ph. macrocera* es el primero en su tipo, ya que aunque se ha registrado la marcada diferencia en el tamaño de las lamelas entre hembras y machos (Morón, 1986; Espinoza-Islas, 2005), no se había abordado este dimorfismo sexual a nivel específico de quimiosensilas.

Las imágenes obtenidas por microscopía electrónica de barrido revelaron la presencia de los cuatro tipos básicos de sensilas en las lamelas de las antenas de ambos sexos de *P. macrocera*: placoideos (PLAS), auricílicos (AUS), basicónicos (BAS) y celocónicos (COS) (Figura 1). A estos cuatro tipos se les denomina “quimiosensilas”, por su potencial como estructuras de quimiorrecepción; se localizan preferentemente en la superficie interna y externa de las lamelas, a excepción de las COS que son exclusivas de la interna. Como información adicional, las sensilas tricoideas y quéticas son consideradas como mecanorreceptores y se les encuentra en la periferia de todas las lamelas (Figura 1A). Las PLAS presentan principalmente una forma esférica y se ubican en todas las regiones y superficies de las tres lamelas; se les encuentra tanto en hembras como en machos (Figura 1B). Las AUS son estructuras en forma de “oreja de conejo”, se ubican en todas las regiones de las lamelas (en las superficies interna y externa) y están presentes en ambos sexos (Figura 1B).

Cuadro 1. Dimensiones del cuerpo y antenas de adultos de *Phyllohaga macrocera*.

Longitud (mm)	n	Machos	Hembras	P
Cuerpo	7	14.24 ± 0.36	14.3 ± 0.23	ns
Maza antenal	6	2.956 ± 0.10	1.182 ± 0.01	< 0.001
Antena completa	6	5.03 ± 0.06	3.16 ± 0.06	< 0.001

Los valores representan la media ± al error estándar de la media; prueba t-Student; ns= no significativo.

Cuadro 2. Dimensiones de las lamelas de hembras y machos de *Phyllohaga macrocera*.

Medidas lamelas (mm)	n	Machos	Hembras	P
Longitud lamela proximal	12	2.71 ± 0.029	0.82 ± 0.016	<0.001
Ancho lamela proximal	12	0.46 ± 0.015	0.29 ± 0.004	<0.001
Área lamela proximal*	12	1.15 ± 0.054	0.18 ± 0.002	<0.001
Longitud lamela media	10	2.94 ± 0.032	0.78 ± 0.007	<0.001
Ancho lamela media	10	0.46 ± 0.012	0.30 ± 0.006	<0.001
Área lamela media*	10	1.39 ± 0.037	0.18 ± 0.004	<0.001
Longitud lamela distal	7	3.16 ± 0.059	0.73 ± 0.019	<0.001
Ancho lamela distal	7	0.46 ± 0.010	0.25 ± 0.007	<0.001
Área lamela distal*	7	1.10 ± 0.011	0.14 ± 0.008	< 0.001

Los valores representan la media ± error estándar de la media; prueba t-Student; *mm²

Las BAS son en forma de “bastón”, se les encuentra en ambos sexos y se ubican principalmente en las regiones laterales y centro de ambas superficies de todas las lamelas (Figura 1B). Las COS son unos bastones largos enclavados dentro de una cavidad, formando

grupos de sensilas; se les encuentra sólo en una banda de la superficie interna de las lamelas (Figura 1A, B). En estudios previos, se han logrado identificar más tipo (o subtipos) de quimiosensilas, con base en caracteres morfológicos, en el intento de diversificar los métodos de clasificación taxonómica (Romero-López y Morón, 2013; Romero-López *et al.*, 2010b, 2013). Para *P. macrocera*, existen ya iniciativas en este sentido y la tendencia es la existencia de una diversidad importante también en la tipología de estas estructuras (Romero-López *et al.*, datos no publicados).

En el Cuadro 3 se muestra el número de PLAS, AUS, BAS y COS observado en ambas superficies de las tres lamelas de machos y hembras. En general, los machos presentaron un mayor número de sensilas en todos los tipos y en ambas superficies. El número total de sensilas fue diez veces mayor en machos con respecto a las hembras (20,954 vs 2,008). La diferencia numérica más relevante se observó en las PLAS y AUS; las primeras resultaron quince veces más abundantes en las lamelas de machos en comparación con las hembras, tanto en su superficie externa (9,265 vs 570) como en la interna (9,276 vs 821). Por otro lado, el número de AUS fue mayor casi ocho veces en las tres lamelas de los machos con respecto a las hembras (1,565 Vs 202, considerando ambas superficies).

Todos estos datos reportados para *P. macrocera* resultan inéditos y destacan a la par de los observados en otras especies como *P. obsoleta* e *Hylamorpha elegans* (Burmeister) (Romero-López *et al.*, 2004; Mutis *et al.*, 2014), en los cuales también se reportan diferencias en cuanto a la variación sexual del número de quimiosensilas, principalmente de PLAS. Sin embargo, el caso de *P. macrocera* es extraordinario, ya que se trata del primer melolóntido en el cual se observa tal cantidad de quimiosensilas y tal diferencia en el total de PLAS en las lamelas de machos con respecto a las hembras.

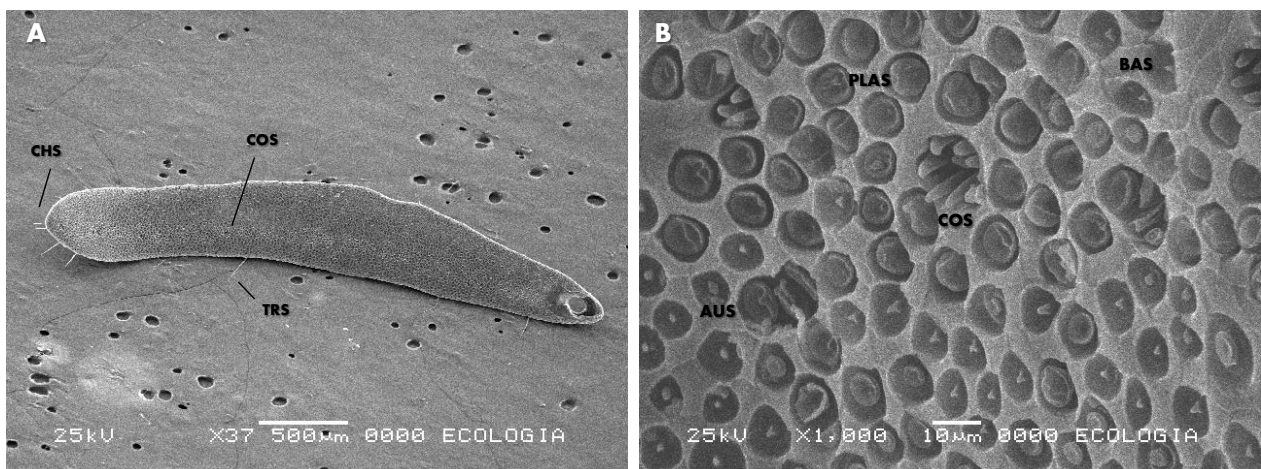


Figura 1. Vista general y un acercamiento de la lamela proximal del macho de *Phyllophaga macrocera*. A. Lamela mostrando las sensilas mecanorreceptoras (tricoideas y quéticas) y las sensilas celocónicas (quimiorreceptoras). B. Tipos básicos de sensilas quimiorreceptoras localizadas en la superficie interna de la lamela. CHS= sensilas quéticas; TRS= sensilas tricoideas; PLAS= sensilas placoideas; AUS= sensilas auricflicas; BAS= sensilas basicónicas y COS= sensilas celocónicas.

Cuadro 3. Número de sensilas en las lamelas de hembras y machos de *Phyllophaga macrocera*.

Superficie lamelar	Tipo de sensila	Machos			Hembras		
		LP	LM	LD	LP	LM	LD
Exterior							
	Placoidea	3,483	3,248	2,534	327	166	77
	Basicónica	83	197	47	72	21	28
	Auricílica	70	449	438	13	31	9
	Celocónica	0	0	0	0	0	0
Interior							
	Placoidea	3,448	3,103	2,725	349	283	189
	Basicónica	156	176	179	90	90	106
	Auricílica	112	144	352	35	84	30
	Celocónica	8	2	0	6	0	2

LP= lamela proximal; LM= lamela media; LD= lamela distal

Con los resultados mencionados, se coincide con Leal (1998), Morón (2010) y Romero-López y Morón (2013), en torno a que las lamelas son la región más importante de las antenas, ya que están diseñadas y organizadas estructural y anatómicamente para la recepción de aleloquímicos y feromonas. Asimismo, se confirma que la superficie olfatoria de la mayoría de los melolóntidos se encuentra mucho más ampliada en los machos en correspondencia con su principal función de captar y percibir las feromonas sexuales producidas por la hembra. Esto se potencia en los machos de *P. macrocera*, con una sinergia entre el dimorfismo sexual evidente a nivel de mazas lamelares junto a las marcadas diferencias en las dimensiones de las lamelas y el número de quimiosensilas: entre mayor superficie de contacto quimiorreceptor exista en una lamela, aumenta en gran medida la posibilidad de captar las sustancias químicas de interés.

Agradecimientos

Al PROMEP por el apoyo con una beca que corresponde al proyecto "Infoquímicos como alternativa para el manejo de coleópteros Melolonthidae con importancia económica en México" (PTC-364, número convenio PROMEP/103.5/13/6823).

Literatura Citada

- Aragón, A., Morón, M.A., Tapia-Rojas, A. y Rojas-García, R. 2001. Fauna de Coleoptera Melolonthidae en el rancho "La joya", Atlixco, Puebla, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s), 83: 143-164.
- Bozzola, J.J. and Russell, L.D. 1998. Electron microscopy. 2nd Ed., London, Jones & Bartlett Publishers Inc., 670 p.
- Dethier, V.G. 1963. The physiology of insect senses. Richard Clay & Co., Limited, London, United Kingdom.
- Espinosa-Islas, A., Morón, M.A. Sánchez, H., Bautista, N. y Romero-Nápoles, J. 2005. Complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con céspedes en Montecillo, Texcoco, Estado de México. Folia Entomológica Mexicana, 44(2): 123-143.
- Leal., W. S. 1998. Chemical ecology of phytophagous scarab beetles. Annu. Rev. Entomol. 43: 39-61.
- Morón, M.A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica. Publ. 20. Instituto de Ecología, Morelia, México.

Romero-López y Benítez-Herrera: **Dimorfismo sexual en “melolóntidos” (Coleoptera: scarabaeoidea: melolonthidae)...**

- Morón, M.A. 2010. Las especies americanas de *Polyphylla* Harris (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae): biología e importancia agrícola. *In*: Rodríguez del Bosque, L.A y Morón, M.A. (Eds.). Ecología y control de plagas edafícolas. Instituto de Ecología, A.C., México. pp. 1-17.
- Mutis, A., Palma, R., M., Alvear, R., Isaacs, M., Morón y A., Quiroz. 2014. Morphology and distribution of sensilla on the antennae of *Hylamorpha elegans* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae). *Neotropical Entomology*, 43(3): 260-265.
- Ochieng, S.A., Robbins, P.S., W.L. Roelofs and T.C. Baker. 2002. Sex pheromone reception in the beetle *Phyllophaga anxia* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Annals of Entomological Society of America*, 95(1): 97-102.
- Romero-López, A.A., Arzuffi, R., J., Valdez, M.A., Morón, V., Castrejón-Gómez and F. J., Villalobos. 2004. Sensory organs in the antennae of *Phyllophaga obsoleta* (Coleoptera: Melolonthidae). *Annals of Entomological Society of America*, 97(6): 10306-1312.
- Romero-López, A. A., Aragón, A. y Arzuffi, R. 2007. Estudio comparativo del comportamiento sexual de cuatro especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae). *In*: Estrada, E.G, Equihua ,A., Luna, C. and Rosas-Acevedo, J. L. (Eds). *Entomología mexicana*, Vol. 6, Publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomología, México. pp. 275-281.
- Romero-López, A.A., Arzuffi, R. y Morón, M.A. 2010a. Comunicación química sexual. *In*: Rodríguez del Bosque, L.A. and Morón, M.A. (Eds.). *Plagas del suelo*. Ed. Mundi-Prensa México. pp. 83-96.
- Romero-López, A.A., Morón, M.A. and Valdez, J. 2010b. Sexual dimorphism in antennal receptors of *Phyllophaga ravidata* Blanchard (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). *Neotropical Entomology*, 39(6): 957-966.
- Romero-López, A.A. and Morón, M.A. 2013. Sexual dimorphism in antennae of Mexican species of *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). *In*: Moriyama, H. (Ed.). *Sexual Dimorphism*. IN TECH Publisher, Croatia. pp. 17-34.
- Wilcox, D., Dove, S., McDavid, W. and Greer, D.B. 2002. UTHSCSA Image Tool for Windows version 3.0. The University of Texas Health Science Center in San Antonio, USA.