

MORFOMETRÍA CORPORAL Y ANTENAL *Macroductylus mexicanus* Y *Macroductylus nigripes* (COLEOPTERA: SCARABAEOIDEA: MELOLONTHIDAE) Y DESCRIPCIÓN DE SUS SENSILAS LAMELARES

Omar Kareem Martínez-Bonilla, Angel Alonso Romero-López* y Luz Neri Benítez-Herrera. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio Edificio 112-A, Ciudad Universitaria, Col. Jardines de San Manuel. C.P. 72570 Puebla, Puebla.

*Autor para correspondencia: alonso.romerolopez@correo.buap.mx

Recibido: 13/03/2015; aceptado: 09/05/2105.

RESUMEN: Se realizó un estudio comparativo del cuerpo y antenas de adultos de *Macroductylus nigripes* (Bates) y *M. mexicanus* (Burmeister), en la búsqueda de dimorfismo sexual. Existen diferencias estadísticas significativas en el tamaño del cuerpo de los adultos hembras y machos de ambas especies, así como en la longitud del flagelo y maza antenal. Se encontraron diferencias significativas con las medidas del área de las lamelas distal y proximal, entre hembras y machos de *M. nigripes* y en las lamelas media y proximal entre sexos de *M. mexicanus*. Se identificaron seis tipos de sensilas antenales en las caras internas y externas de las lamelas de ambas especies, y de ambos sexos: Placoideas (PLAS), Basicónicas (BAS), auricólicas (AUS), celocónicas (COS), quéticas (CHS) y tricoideas (TRS). Los primeros cuatro tipos son considerados como quimiosensilas.

Palabras clave: *Macroductylus*, dimorfismo sexual, quimiorreceptores antenales, comunicación química.

Body and antennal morphometric of *Macroductylus mexicanus* and *Macroductylus nigripes* (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthidae) and description of lamellar sensilla

ABSTRACT: A comparative study of adult body and antennae of *Macroductylus nigripes* (Bates) and *M. mexicanus* (Burmeister) was realized. Sexual dimorphism was observed. There are noticeable differences in body size of the female and male adults of both species as well as in the flagellum length and antennal club. Differences in the distal and proximal lamellae area were observed in males and females of *M. nigripes* while differences in the middle and proximal lamellae area were observed on both sexes of *M. mexicanus*. Five types of sensilla were identified on the internal and external surfaces of lamellae from both species and females and males: Placodea (PLAS), Basiconica (BAS), Auricilica (AUS), Chaetica (CHS), and Trichodea (TRS). The first four types have been considered as chemoreceptor sensilla.

Keywords: *Macroductylus*, sexual dimorphism, antennal chemoreceptors, chemical communication.

INTRODUCCIÓN

La morfometría corporal nos sirve como un parámetro para la comparación de distintas estructuras. Las antenas constituyen los elementos más importantes y funcionales de los sistemas sensoriales, además de ser el sitio de entrada de información química del ambiente hacia el sistema nervioso central de los insectos (Dethier, 1963). En varios grupos de insectos, las antenas de los machos son más grandes o presentan una mayor complejidad que en las hembras. En particular, esto se ha visto en coleópteros, en los cuales las antenas están involucradas en la recepción de estímulos químicos, entre ellos, las feromonas sexuales (Leal, 1998). Diversos estudios en coleópteros de la familia Melolonthidae han mostrado diferencias sexuales evidentes, las cuales son caracteres de dimorfismo sexual. Estas diferencias se pueden observar en la longitud del cuerpo, la longitud de las antenas y en el área de las lamelas de los adultos de *Phyllophaga obsoleta* (Blanchard) (Romero-López *et al.*, 2004). Adicionalmente, se han detectado diferencias en la morfología y los tipos de sensilas o receptores sensoriales entre hembras y machos de *Phyllophaga ravidia* (Blanchard) (Romero-López

et al., 2010) y *Phyllophaga opaca* (Moser) (Romero-López *et al.*, 2013). Para el género *Phyllophaga* se han definido seis tipos básicos de sensilas, con base en su aspecto morfológico externo: placoideos, auricíficos, basicónicos, celocónicos, quéticos y tricoideos. Los primeros cuatro son considerados como receptores específicos de estímulos químicos (quimiorreceptores), presentes en la superficie interna y externa de las lamelas y los dos últimos como receptores de estímulos mecánicos (mecanorreceptores), los cuales se encuentran en la región periférica de las mismas (Romero-López *et al.*, 2004).

Tomando como modelo a otras especies de la familia del grupo Melolonthidae, el objetivo de este trabajo fue el de comparar la morfología de las sensilas, en particular de las quimiosensilas o quimiorreceptores, así como de las dimensiones corporales, antenales y lamelares de machos y hembras de *Macroductylus nigripes* Bates y *Macroductylus mexicanus* Burmeister. Con ello, se pretende brindar información sobre el dimorfismo sexual a diferentes niveles (incluido el lamelar) y sobre la comunicación química sexual del género *Macroductylus* de México, es escasa a la fecha.

MATERIALES Y MÉTODO

Los adultos de *M. mexicanus* y *M. nigripes* fueron recolectados manualmente en una plantación de árboles de navidad de *Pseudotsuga macrolepis* (Flous) (Pinaceae), en la localidad de “Las Vigas de Ramírez”, Veracruz. El material que se logró obtener se identificó de acuerdo a los criterios establecidos por Arce-Pérez y Morón (2000). Se obtuvo la longitud total de cada uno de los adultos (desde el clípeo hasta el pigidio), de la maza lamelar y de la antena completa. Las tres lamelas denominadas como proximal (LP), media (LM) y distal (LD) (Romero-López *et al.*, 2004), fueron separadas, etiquetadas y agrupadas según el sexo y la superficie lamelar (interna o externa) para su posterior comparación con el apoyo del programa Image Tool 3.0. Se utilizaron doce hembras y doce machos de cada especie para diseccionar sus lamelas, las cuales se preservaron en etanol al 70 %.

Todo el procedimiento que engloba la preparación de las lamelas (fijación, deshidratación, secado, montaje y cubierta metálica) se realizó de acuerdo a lo citado por Valdez (1991). Posteriormente, las lamelas se estudiaron por microscopía electrónica de barrido (equipo JEOL Mod. JSM-5600LV) para la identificación de los diferentes tipos de sensilas. Los datos obtenidos de las mediciones del cuerpo, antenas y lamelas de ambos sexos de *M. nigripes* y *M. mexicanus*, se sometieron a la prueba estadística de t-Student, con la finalidad de comparar los datos obtenidos y observar las diferencias entre ambos sexos. Se utilizó el programa Sigma Plot ver. 12.0.

RESULTADOS

Medición del cuerpo y antenas de ambos sexos de *M. mexicanus* y *M. nigripes*. Se observaron diferencias significativas en las dimensiones del cuerpo y de las antenas, en ambos sexos de las especies. La longitud del cuerpo de los machos en ambas especies fue mayor que la del cuerpo de las hembras (*M. nigripes*: $t = 2.862$, $p < 0.05$; *M. mexicanus*: $t = 3.484$, $p < 0.05$). Otras diferencias se observaron en lo referente a la longitud del pedicelo (*M. nigripes*: $t = -2.795$, $p < 0.05$; *M. mexicanus*: $t = -3.340$, $p < 0.05$), del flagelo (*M. nigripes*: $t = -5.047$, $p < 0.05$; *M. mexicanus*: $t = -2.420$, $p < 0.05$) y de la maza antenal (*M. nigripes*: $t = 13.527$, $p < 0.05$; *M. mexicanus*: $t = -7.053$, $p < 0.001$) (Cuadro 1).

Medidas del área de las lamelas. Se observaron diferencias significativas en las áreas de las LD de *M. nigripes*, siendo mayor en los machos ($t = 2.641$; $p < 0.05$). Para las LM de la misma especie, no se encontraron diferencias significativas ($t = -0.543$; $p > 0.05$). El área de la LP de los machos de esta especie también fue mayor que la de las hembras ($t = -11.019$; $p < 0.001$). En *M. mexicanus*, el área de la LM fue mayor en machos ($t = -2.134$; $p < 0.05$) con respecto a las hembras. Por último, el área de la LP de los machos fue mayor en comparación con la de las hembras ($t = -2.311$; $p < 0.05$) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Comparación del cuerpo de los adultos y estructuras antenales de machos y hembras de *Macroductylus mexicanus* y *Macroductylus nigripes*.

MEDIDAS (MM)	<i>M. mexicanus</i>			<i>M. nigripes</i>		
	HEMBRAS	MACHOS	<i>p</i>	HEMBRAS	MACHOS	<i>P</i>
Cuerpo	9.333 ± 0.310	10.667 ± 0.225	< 0.01	9.917 ± 0.229	11.000 ± 0.302	< 0.01
Pedicelo	0.124 ± 0.00193	0.134 ± 0.00229	< 0.01	0.137 ± 0.00372	0.152 ± 0.00345	< 0.05
Flagelo	0.613 ± 0.0108	0.659 ± 0.0155	< 0.05	0.599 ± 0.0100	0.700 ± 0.0173	< 0.001
Maza lamelar	0.494 ± 0.00783	0.578 ± 0.0093	< 0.001	0.502 ± 0.0111	0.542 ± 0.0120	< 0.05

Valores de la media ± error estándar de la media; n= 12; Prueba t-Student.

Cuadro 2. Comparación del área de las lamelas de machos y hembras de *Macroductylus nigripes* y *Macroductylus mexicanus*

MEDIDAS (MM)	<i>M. mexicanus</i>			<i>M. nigripes</i>		
	HEMBRAS	MACHOS	<i>p</i>	HEMBRAS	MACHOS	<i>P</i>
Lamela distal	0.0675 ± 0.00553	0.0736 ± 0.00999	NS	0.0716 ± 0.00485	0.0644 ± 0.00801	< 0.05
Lamela media	0.0853 ± 0.00590	0.0936 ± 0.0116	< 0.05	0.0918 ± 0.00855	0.0898 ± 0.00931	NS
Lamela proximal	0.0930 ± 0.00634	0.174 ± 0.0245	< 0.001	0.0859 ± 0.00662	0.0946 ± 0.0113	< 0.05

NS= No significativo_

Tipos de sensilas en *M. nigripes* y *M. mexicanus*. Se distinguieron seis tipos básicos de sensilas antenales: tricoideos (TRS), quéticos (QTS), basicónicos (BAS), auriclicos (AUS), placoideos (PLAS) y celocónicos (COS), en la lamela distal (LD), media (LM) y proximal (LP), de las caras interna y externa de cada una de éstas (Fig. 1). Los TRS son estructuras alargadas y están ubicados en la región periférica (Figs. 1B, 1F). Los CHS son estructuras elongadas y de forma de bastón, localizadas alrededor de la lamela (Figs. 1F, 1H).

Los PLAS presentaron forma ovalada, alargada y en general con un borde que enmarca a una superficie deprimida o cavidad poco profunda; se ubican en todas las regiones y superficies de las tres lamelas de hembras y machos (Figs. 1B-H). Los AUS son estructuras en forma de “oreja de conejo”, presente en ambas superficies de las lamelas (interna y externa) de ambos sexos (Figs. 1A, C, G, E). Los BAS tienen forma de “bastón”, presentes en ambos sexos y se encuentran en las regiones laterales y centrales de ambas superficies de las lamelas (Figs. 1A, B, C, D, E, G). Los COS son conjunto de sensilas encavadas dentro de una misma cavidad y se ubican en la superficie interna de las LD, LM y LP, en hembras y machos de *M. nigripes*. Estos quimiorreceptores sólo se encontraron esporádicamente y resultaron exclusivos de esta especie (Fig. 2).

DISCUSIÓN

Dimensiones del cuerpo y antenas. La morfología del cuerpo y de las estructuras antenales de *M. nigripes* y *M. mexicanus* son semejantes, aunque también existen pequeñas variaciones en el tamaño de éstos, dependiendo de la localidad (Arce-Pérez y Morón, 2000). La longitud del cuerpo de los adultos en ambas especies se aproxima a lo indicado por Morón (1995) y Morón *et al.*, (1997), siendo los machos quienes tuvieron un tamaño superior en contraste con las hembras.

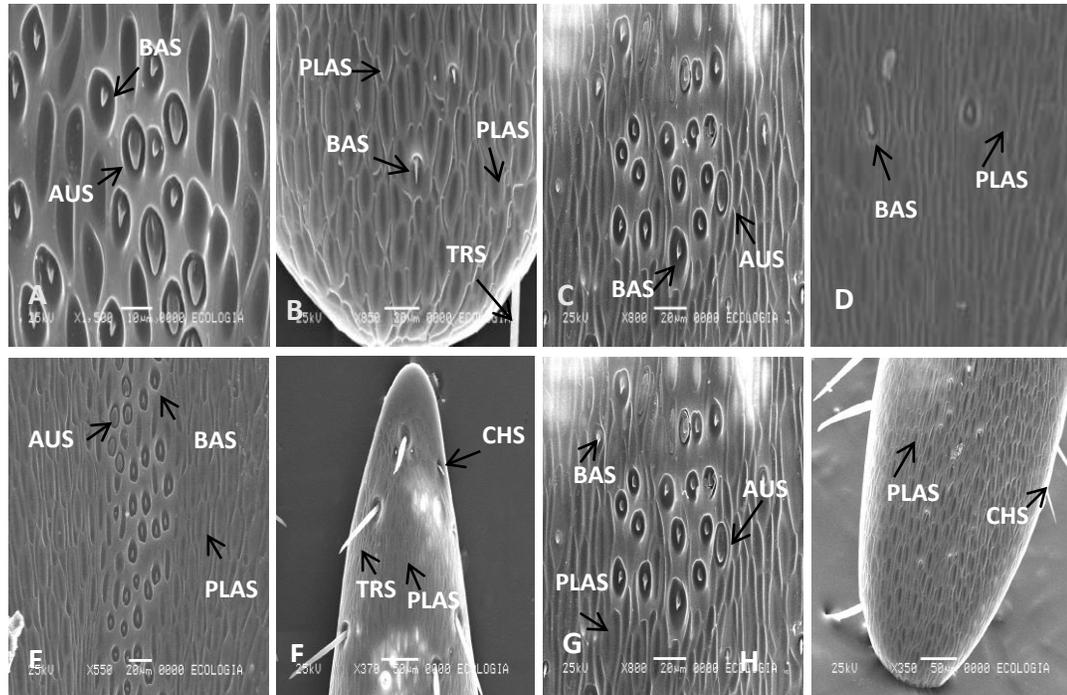


Figura 1. Sensilas encontradas en las superficie interna y externa de las lamelas de hembras y machos de *Macroductylus mexicanus* y *Macroductylus nigripes*. A) Quimiorreceptores de la superficie interna de la lamela distal (LD) de la hembra de *Macroductylus mexicanus*, auricíficos (AUS) y basicónicos (BAS). B) Superficie externa de la lamela media (LM) de la hembra de *Macroductylus mexicanus*, donde se encontraron los placoideos (PLAS), tricoideos (TRS) y BAS. C) Superficie de la cara interna de la lamela proximal (LP) del macho *Macroductylus mexicanus*. D) Superficie de la cara externa de la LD del macho *Macroductylus mexicanus*. E) Superficie de la cara interna de la LM de la hembra de *Macroductylus nigripes*. F) Superficie de la cara externa de la LP de la hembra *Macroductylus nigripes*; en ella se puede apreciar quéticas (CHS), PLAS y TRS. G) Superficie de la cara interna de la LP del macho *Macroductylus nigripes*. H) Superficie externa de la LM del macho *Macroductylus nigripes*.

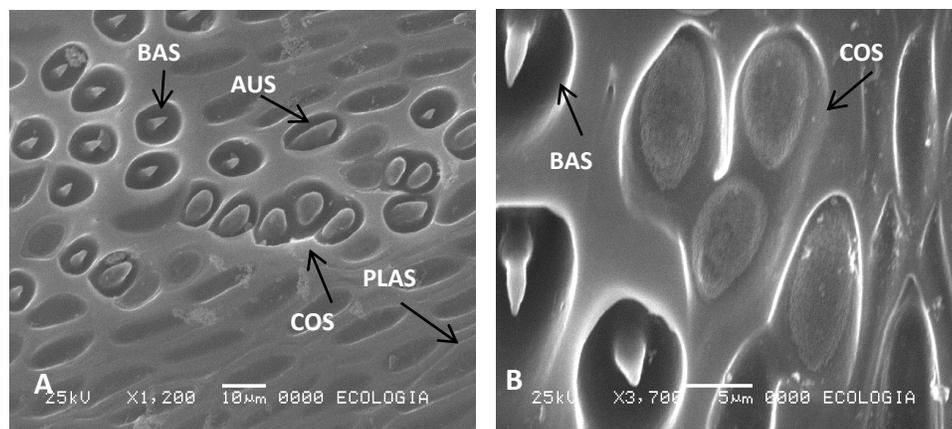


Figura 2. Sensilas encontradas exclusivamente en las superficies internas de las lamelas de *Macroductylus nigripes*. A) Superficie interna de la LD de la hembra. B) Superficie interna de la LM del macho.

En machos y hembras de *M. nigripes* se obtuvieron medidas semejantes a las de *M. mexicanus*, siendo ligeramente mayor la longitud del cuerpo de los adultos de *M. nigripes*. Lo anterior coincide con la tendencia de medidas indicada por Arce-Pérez y Morón (2000) para el género *Macroductylus*. Las hembras de *M. mexicanus* tuvieron una mayor longitud en el escapo y flagelo, mientras que las

dimensiones de *M. nigripes* fueron mayores en el pedicelo y maza lamelar. Con respecto a los machos, los de *M. nigripes* tuvieron una mayor longitud en el pedicelo y flagelo, mientras que para los de *M. mexicanus* fueron el escapo y la maza lamelar. Con referencia a la comparación entre sexos, los machos de ambas especies presentaron estructuras antenales de mayor longitud con respecto a las de las hembras, en particular en longitud del flagelo y maza lamelar. Esto debido a que la longitud de las antenas en machos puede estar relacionada con la mejor captación de los atrayentes sexuales femeninos, así como la búsqueda de alimento, ya que es posible que las estructuras involucradas en el sistema olfatorio de este género necesiten de un grado de especialización para tener una mejor captación y procesamiento de dichas sustancias, como se ha reportado en otros grupos, como el de los “picudos” de *Hylobius* (Wibe y Mustaparta, 1990).

Área de las lamelas en las especies estudiadas. El área de las lamelas en machos fue mayor para *M. mexicanus*, lo cual permite sugerir que hay dimorfismo sexual a este nivel, lo que es consistente con lo indicado por Morón (1986), quien destaca la importancia del área lamelar para la recepción de estímulos químicos, en este caso, los atrayentes sexuales, provenientes de la hembra.

De acuerdo a lo obtenido en el presente estudio, existe congruencia con lo estudiado previamente por Leal (1998), Morón (2010), Romero-López y Morón (2013) y Romero-López y Benítez-Herrera (2014), donde se establece que las diferencias sexuales se dan también en las lamelas, ya que son las estructuras más importantes en lo referente a la recepción de sustancias químicas por parte del macho, con lo que se facilita la respuesta a dichos estímulos.

Identificación de los tipos de quimiorreceptores en cada lamela en ambos sexos de *M. nigripes* y *M. mexicanus*. No se observó dimorfismo sexual a este nivel, ya que se encontraron los mismos tipos de quimiorreceptores en ambos sexos de las dos especies, lo cual coincide con lo citado por Romero-López *et al.* (2004) para *Phyllophaga obsoleta*. No obstante, es probable que puedan encontrarse diferencias a nivel de “subtipos”, como se ha podido observar en adultos de *P. ravida* y *P. opaca* (Romero-López *et al.*, 2010 y 2013). Este podría ser el caso de los PLAS, que aunque para el presente estudio se presentó un tipo único con una morfología no reportada previamente (tipología nueva para el grupo Melolonthidae), podrían incorporarse otros PLAS ya identificados previamente en otras especies, sobre todo del género *Phyllophaga* (Romero-López *et al.*, 2010 y 2013).

CONCLUSIONES

En *M. nigripes* y *M. mexicanus* se encontró dimorfismo sexual en cuanto a la longitud del cuerpo de los adultos, la longitud de la mayor parte de las estructuras antenales y el área de las lamelas. Esta información representa la primera en su tipo para especies del género *Macrodactylus* distribuidas en México; se trata del primer estudio que incorpora datos sobre la comunicación química sexual de *M. nigripes* y complementa el esquema de *M. mexicanus*. Adicionalmente, se abre un abanico de posibilidades para abordar aspectos relacionados con la sistemática y la fisiología de la familia Melolonthidae.

AGRADECIMIENTOS

Al PROMEP, por la beca académica asignada a K. Martínez-Bonilla. Agradecimiento especial a M. Morón por gestionar los permisos de colecta y el estudio de microscopía electrónica de barrido. A T. Laez (INECOL) por su apoyo para la obtención de las imágenes de las lamelas. Para la colecta de los adultos de *Macrodactylus mexicanus* y *Macrodactylus nigripes*, a C. Rojas, R. Arce y E. Rodríguez (INECOL). Agradecimiento también al INECOL por el apoyo brindado a A. A. Romero-López para una estancia de investigación.

LITERATURA CITADA

- ARCE-PÉREZ, R. Y M. A. MORÓN. 2000. Taxonomía y distribución de las especies de *Macroductylus* Latreille (Coleoptera: Melolonthidae) en México y Estados Unidos de América. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 79: 123–239.
- DETHIER, V. G. 1963. The physiology of insect senses. Richard Clay & Co., Limited, London, United Kingdom, 286 p.
- LEAL, W. S. 1998. Chemical ecology of phytagous scarab beetles. *Annual Reviews of Entomology*, 43: 39–61.
- MORÓN, M. A. 1986. El género *Phyllophaga* en México (Insecta: Coleoptera). Morfología, distribución y sistemática supraespecífica. Publicación 20. Instituto de Ecología, México, 342 p.
- MORÓN, M. A. 1995. Clave para la identificación de los principales géneros de larvas edafícolas de Coleoptera Melolonthidae (Scarabaeidae- Pleurosticti) en Colombia. Adultos. Pp. 7–14. *In: II curso Nacional sobre plagas Rizófagas. Corpoica-Colciencias- Socolen.*
- MORÓN, M. A., RATCLIFFE, B. Y C. DELOYA. 1997. Atlas de los Escarabajos de México. Coleóptera: Lamellicornia. Vol. II. Familia Melolonthinae. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. México. pp. 206–256.
- MORÓN, M. A. 2010. Las especies americanas de *Polyphylla* Harris (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae): biología e importancia agrícola. Pp. 1–17. *In: Rodríguez del Bosque, L. A y M. A. Morón. (Eds.). Ecología y control de plagas edafícolas. Instituto de Ecología, A. C., México.*
- ROMERO-LÓPEZ, A. A., ARZUFFI, R., VALDEZ, J., MORÓN, M. A., CASTREJÓN-GÓMEZ, V. AND F. J. VILLALOBOS. 2004. Sensory organs in the antennae of *Phyllophaga obsoleta* (Coleoptera: Melolonthidae). *Annals of Entomological Society of America*, 97: 1306–1312.
- ROMERO-LÓPEZ, A. A., MORÓN, M. A. AND J. VALDEZ. 2010. Sexual dimorphism in antennal receptors of *Phyllophaga ravidata* Blanchard (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). *Neotropical Entomology*, 39: 957–966.
- ROMERO-LÓPEZ, A. A. AND M. A. MORÓN. 2013. Sexual dimorphism in antennae of Mexican species of *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). Pp. 17–34. *In: Moriyama, H. (Ed.). Sexual Dimorphism. IN TECH Publisher, Croatia.*
- ROMERO-LÓPEZ, A. A. Y L. N. BENÍTEZ-HERRERA. 2014. Dimorfismo sexual en “melolontidos” (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae: Melolonthidae) con mazas antenales mayores en machos que en hembras. *Entomología mexicana*, 1: 1188–1193.
- VALDEZ, J. 1991. Preparación de insectos y ácaros para microscopía electrónica de barrido. *Soc. Mex. Entomol*, 8: 9–18.
- WIBE, A. AND H. MUSTAPARTA. 1990. Specialization of receptor neurons to host odours in the pine weevil, *Hylobius abietis*. H. *Proceedings of the 8th International Symposium on Insect-Plant Relationships*, pp. 127–128.