

Respuesta antenal de hembras vírgenes y copuladas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a sus extractos glandulares

Antennal response of virgin and mated females of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) to their gland extracts

Mariana Cruz-Díaz¹ , Norma Robledo² , Humberto Reyes-Prado^{1*} 

¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Laboratorio de Ecoetología de Insectos-EES Jicarero, Carretera Galeana-Tequesquitengo s/n, 62909, Jojutla de Juárez, Morelos, México.

²Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Ecología Química de Insectos, Km. 8.5 Carretera Yauatepec-Jojutla de Juárez, 62731, Yauatepec, Morelos, México.

*Autor para correspondencia: humberto.reyes@uaem.mx

Fecha de recepción:

13 de junio de 2025

Fecha de aceptación:

30 de julio de 2025

Disponible en línea:

19 de septiembre de 2025

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercial-

CompartirIgual 4.0

Internacional

(CC BY-NC-SA 4.0)

RESUMEN

En algunas especies de palomillas se ha reportado detección antenal a su propia feromona sexual y consecuentemente la atracción de ambos sexos. Sin embargo, se desconoce si el estado reproductivo puede modificar tal detección. En este estudio, se reportan las respuestas electroanteno-gráficas de hembras vírgenes y copuladas del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a extractos glandulares, mediante bioensayos en condiciones de laboratorio. Los resultados muestran que las antenas de hembras vírgenes y copuladas son capaces de detectar los compuestos volátiles presentes en los extractos glandulares de hembras con-específicas. Se observó que las hembras vírgenes presentan una respuesta antenal significativamente mayor que las hembras copuladas, lo que sugiere que el estado reproductivo influye en la sensibilidad antenal. Sin embargo, dicha condición no anula la capacidad de las hembras para detectar su propia feromona sexual.

PALABRAS CLAVE

Respuesta electroanteno-gráfica, comunicación química, autodetección de feromonas sexuales.

ABSTRACT

Antennal detection of their own sex pheromone, and consequently the attraction of both sexes, has been reported in some moth species. However, it is unknown whether reproductive status can modify such detection. In this study, we report the electroantennographic responses of virgin and mated females of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), to glandular extracts through laboratory bioassays under laboratory conditions. The results show that both virgin and mated females are able of detect volatile compounds present in glandular extracts of conspecific females. Virgin females exhibited a significantly stronger antennal response than mated females, suggesting that reproductive status influences antennal sensitivity. However, this condition does not prevent the females' ability to detect their own sexual pheromone.

KEYWORDS

Electroantennographic response, chemical communication, self-detection of sexual pheromones.

En insectos, el sistema olfativo se localiza principalmente en las antenas, donde sensilas olfativas alojan neuronas quimiosensoriales que detectan compuestos volátiles. Esta detección regula conductas clave como la búsqueda de pareja para la reproducción y la selección de hospedero (Malo et al., 2004). En cuanto al reconocimiento y atracción de pareja, el gusano cogollero —*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)— emplea su feromona sexual. Esta ha sido caracterizada como una combinación de compuestos volátiles que incluye el (Z)-7-dodecenil acetato (Z7-12: Ac), (Z)-11-dodecenil acetato (Z11-12: Ac), (Z)-9-tetradecenal (Z9-14: Al) y (Z)-9-tetradecenil acetato (Z9-14: Ac) (Tumlinson et al., 1986). Estos compuestos pueden ser formulados en mezclas y depositados en dispositivos de liberación controlada, los cuales se integran en trampas específicas para la captura de machos. Este método interfiere con el comportamiento de apareamiento, reduciendo la cópula y, en consecuencia, los niveles poblacionales de la especie objetivo (Holdcraft et al., 2016).

Desde el descubrimiento de la feromona sexual bombicol, aislada del gusano de seda *Bombyx mori* (L.) (Lepidoptera: Bombycidae), se asumió que únicamente los machos conespecíficos eran capaces de detectar las feromonas sexuales emitidas por las hembras. Sin embargo, esta suposición ha sido cuestionada por diversos estudios (Holdcraft et al., 2016; Pérez-Aparicio et al., 2022), ya que, en algunas especies, la feromona sexual induce exclusivamente en los machos una respuesta conductual de búsqueda de pareja y cópula (Stelinski et al., 2006), mientras que en otros lepidópteros puede atraer a individuos de ambos sexos, actuando como una feromona de agregación más que como una sexual. Generalmente, las antenas de las hembras en la mayoría de las especies de palomillas son aparentemente anósmicas a su propio olor. No obstante, se identificó un fenómeno denominado autodetección, en el cual las hembras son capaces de percibir las feromonas emitidas por otras hembras conespecíficas, aunque este comportamiento se ha documentado con menor frecuencia (Schneider et al., 1998).

Un ejemplo representativo de autodetección se observa en *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), donde se ha reportado la captura significativa de hembras en trampas cebadas con el componente principal de la feromona sexual sintética,

cis-7-dodecen-1-ol acetato, diseñada originalmente para atraer machos. A las hembras capturadas de *T. ni*, se les diseccionó la genitalia y se examinó si tenían o no espermatóforos en la *bursa copulatrix*, con lo que los autores confirmaron que la mayoría de las palomillas capturadas no habían copulado. Posteriormente, en pruebas de laboratorio se demostró que las hembras de *T. ni* pueden detectar altas concentraciones de la feromona sexual sintética cis-7-dodecen-1-ol acetato y dirigir su vuelo hacia ella (Mitchell et al., 1972; Birch, 1977; Holdcraft et al., 2016).

En *S. exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), los ensayos de electroantenografía (EAG) demostraron que las hembras son capaces de detectar su propia feromona sexual, tanto en sus dos componentes individuales como en la mezcla sintética. Las respuestas antenales mostraron un patrón de dosis-respuesta similar al observado en los machos, aunque con menor intensidad en las hembras. Además, se advirtió que la presencia de la feromona sexual inhibió y modificó el comportamiento de llamado de las hembras, caso similar al reportado para *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) (Weissling y Knight 1996; Yang et al., 2009).

En *S. frugiperda*, se ha reportado que las antenas son viables para detectar su propia feromona sexual, ya que morfológicamente, con base en una prueba de sensila antenal, se apreció que hembras y machos comparten una sensila tipo tricoidea a la que se le atribuye la detección de la feromona sexual, pero estas sensilas son más abundantes en los machos que en las hembras (Malo et al., 2004). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue demostrar si el proceso de autodetección de hembras de *S. frugiperda* a la feromona sexual se ve afectado por el estado reproductivo y la concentración del estímulo de feromona sexual.

La receptividad antenal de las hembras copuladas y vírgenes de *S. frugiperda* a la feromona sexual conespecífica se determinó mediante EAG (Syntech EAG, Kirchzarten, Alemania). Una de las antenas de las hembras vírgenes y copuladas se diseccionó y colocó en dos electrodos de plata (Ag), posicionando la parte distal del funículo en el electrodo de registro y el segmento de la base de la antena al electrodo de referencia; previamente se colocó gel conductor (Sigma gel, Syntech, Spectra 360, Parker, Orange, Estados Unidos) en ambos electrodos. La estimulación de la antena se

aplicó durante 1 s con un flujo de aire de 0.5 L/min, transportado a la antena por una bomba de aire (controlador de estímulo SC-55) con un flujo constante de aire humidificado (0.7 L/min). La aplicación del estímulo se realizó colocando el extracto glandular en equivalentes hembra (0.25 HE = 2.5 μ L, 0.5 HE = 5 μ L, 1 HE = 10 μ L, 1.5 HE = 15 μ L y 2 HE = 20 μ L) y metanol, en papel de filtro de 1 \times 1 cm (Whatman #1, Merck KGaA, Darmstadt, Alemania) que se colocó dentro de una pipeta Pasteur y se insertó en un orificio en el costado del tubo de vidrio en forma de L, el cual sirve como conducto para llevar los compuestos a la antena. El metanol (control) se aplicó al principio del bioensayo, seguido de los estímulos en orden de concentración (de la más baja a la más alta), y al final se aplicó nuevamente metanol, esto para confirmar que las antenas estaban viables al inicio y al final del bioensayo. Todas las concentraciones del extracto glandular se aplicaron una vez por antena y se usó solo una por palomilla.

En cada experimento, una vez colocado el estímulo en el papel filtro, se dejó evaporar el solvente por 20 s; se aplicó un intervalo de 120 s entre cada estímulo evaluado. La señal generada por la antena (despolarización de antena) se transmitió a un amplificador IDAC-2 (Syntech, Alemania) y, de este, a una computadora utilizando el *software* de lectura EAG (Syntech EAG PRO 2.0, 2005, Syntech, Hilversum, Países Bajos) para el registro y análisis de datos. Los valores de despolarización (mV) de las antenas se consideraron para el análisis de datos ($n = 20$ hembras vírgenes y 20 copuladas) excluyendo los valores de despolarización obtenidos por el control (Reyes-Prado et al., 2020).

Las respuestas de EAG (mV) provocadas por las palomillas se examinaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías con el estado de apareamiento como el primer factor y el estímulo (extracto glandular) como el segundo. Antes del análisis, se verificó que los datos cumplieran los supuestos del ANOVA; si fue necesario, los datos se transformaron con el logaritmo natural para estabilizar la varianza y la normalidad. Cuando se encontraron efectos significativos, las medias se compararon mediante la prueba de Holm Sidak ($P < 0.05$). Asimismo, se utilizó Sigma Plot 12 (Systat Software, Inc., San Jose, Estados Unidos) para el análisis estadístico.

Las respuestas antenales de las hembras al extracto glandular de feromona sexual se vieron afectadas por el

estado de apareamiento [$F(2, 239) = 13.119$; $P = 0.001$], por el estímulo [$F(5, 239) = 65.898$; $P < 0.001$] y la interacción entre el estado de apareamiento y el estímulo [$F(10, 239) = 5.174$; $P < 0.001$]. Las hembras vírgenes mostraron respuestas EAG más altas al extracto glandular que las hembras copuladas ($P < 0.001$) (Figura 1A). Se observó una disminución en la respuesta de las hembras vírgenes de 0.25 EH a 2 EH, siendo significativamente diferente solo del metanol ($P < 0.001$). Además, se notó un aumento en la respuesta antenal de las hembras copuladas de 0.25 EH a 2 EH. Mientras que, entre los estímulos HE, se distinguió una diferencia significativa entre 1.5 EH y 2 EH con respecto a 0.25 EH ($P < 0.013$ y $P < 0.001$, respectivamente) y 2 EH con 0.25 EH ($P < 0.03$) (Figura 1B).

En este estudio, se reporta la detección de *S. frugiperda* a las señales olfativas emitidas por la feromona sexual conespecífica, como en otros informes donde las antenas de noctuidos, como *Pseudaletia adultera* (Schaus), *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre), *S. exigua* y *S. littoralis* (Boisd), respondieron a pruebas electrofisiológicas de autodetección en concentraciones variadas de feromonas sexuales conespecíficas (Holdcraft et al., 2016). Con base en esto, podemos referir que los noctuidos, al igual que los tortricidos, tienen una respuesta antenal provocada por la feromona sexual (DeLury et al., 2005; Stelinsky et al., 2006). En reportes previos sobre hembras vírgenes de *S. frugiperda*, solo se había estudiado la respuesta en EAG a su feromona y el dimorfismo sexual que tiene con los machos (Malo et al., 2004), sin embargo, no se tenían antecedentes de la influencia del estado reproductivo. En este caso, se observó una diferencia general y significativa en la respuesta antenal entre hembras vírgenes y copulada. Así, la hembra virgen tuvo una respuesta mayor a los extractos glandulares y disminuyó su respuesta conforme se aumentó la concentración de equivalentes hembra de feromona sexual; contrariamente a lo que sucedió con las hembras copuladas, que necesitaron más concentración de feromona sexual para presentar despolarizaciones antenales más altas.

Existen varias hipótesis sobre la importancia de la autodetección en las hembras, una de las principales es que la autodetección puede ayudar a la agregación de las hembras para aumentar la probabilidad de éxito en el apareamiento (Birch, 1977), o también puede estimular la oviposición dispersa para evitar competencia

por el hospedero (Palanaswamy y Seabrook, 1985). En el caso de las hembras de *S. frugiperda*, aún no se describe el tipo de respuesta; más bien solo confirmamos que el estado reproductivo puede variar el tipo de respuesta, pero no limita a la hembra de la capacidad de ser autodetectora. En este contexto, una proporción de hembras tanto vírgenes como copuladas, junto con los machos, podrían ser capturadas en el campo en trampas con feromona sexual (Palanaswamy y Seabrook, 1985; Cruz-Díaz et al., 2022).

Las hembras de *S. frugiperda* pueden detectar la feromona sexual conespecífica independientemente del estado reproductivo. La intensidad de la respuesta de estas a la feromona sexual aumenta o disminuye debido a los cambios en la concentración del estímulo.

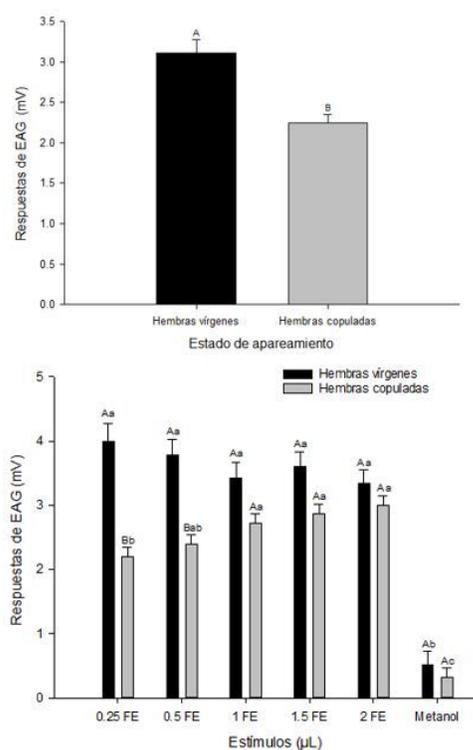


Figura 1. Efecto del estado de apareamiento (A) y los estímulos (B) sobre las respuestas en EAG (Media \pm EEM) de hembras de *Spodoptera frugiperda* al extracto glandular de feromona sexual. Las barras del mismo color con letras minúsculas indican una diferencia significativa, y las letras mayúsculas, en las barras de cada estímulo de EH, estado de apareamiento y control señalan una diferencia significativa. Los datos de EAG se analizaron mediante un análisis de varianza de dos vías seguido de la prueba de separación de medias de Holm Sidak ($P < 0.05$), $n = 20$.

AGRADECIMIENTOS

Cruz-Díaz agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación y al Instituto Politécnico Nacional por las becas de posgrado.

LITERATURA CITADA

- Birch, M. C. (1977). Response of both sexes of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) to virgin females and to synthetic pheromone. *Ecological Entomology*, 2(2), 99-104. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1977.tb00870.x>
- Cruz-Díaz, M., Robledo, N., Reyes-Prado, H., Tapiamarur, D., & Castrejón-Gómez, V. R. (2022). *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) females can detect the sex pheromone emitted by conspecific females. *Florida Entomologist*, 105(2), 126-132. <https://doi.org/10.1653/024.105.0204>
- DeLury, N. C., Judd, G. J. R., & Gardiner, M. G. T. (2005). Antennal detection of sex pheromone by female *Pandemis limitata* (Robinson) (Lepidoptera: Tortricidae) and its impact on their calling behaviour. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 102, 3-12.
- Holdcraft, R., Rodríguez-Saona, C. R., & Stelinski, L. L. (2016). Pheromone autodetection: Evidence and implications. *Insects*, 7, 1-29. <https://doi.org/10.3390/insects7020017>
- Malo, E. A., Castrejón-Gómez, V. R., Cruz-López, L., & Rojas, J. C. (2004). Antennal sensilla and electrophysiological response of male and female *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to conspecific sex pheromone and plant odors. *Annals of the Entomological Society of America*, 97, 1273-128. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2004\)097\[1273:ASAERO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2004)097[1273:ASAERO]2.0.CO;2)
- Mitchell, E. R., Webb, J. C., & Hines, R. W. (1972). Capture of male and female cabbage loopers in field traps baited with synthetic sex pheromone. *Environmental Entomology*, 1(4), 525-526. <https://doi.org/10.1093/ee/1.4.525>
- Palanaswamy, P., & Seabrook, W. D. (1978). Behavioral responses of the female eastern spruce budworm *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera, Tortricidae) to the sex pheromone of her own species. *Journal of Chemical Ecology*, 4, 649-655. <https://doi.org/10.1007/BF00990275>
- Pérez-Aparicio, A., Ammagarahalli, B., & Gemeno, C. (2022). A closer look at sex pheromone autodetection in the Oriental fruit moth. *Scientific Reports*, 12, 7019. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10954-x>
- Reyes-Prado, H., Jiménez-Pérez, A., Arzuffi, R., & Robledo, N. (2020). *Copitarsia decolora* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae) females avoid larvae competition by

- detecting larvae damaged plants. *Scientific Reports*, *10*, 5633. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62365-5>
- Schneider, D., Schulz, S., Priesner, E., Ziesmann, J., & Francke, W. (1998). Autodetection and chemistry of female and male pheromone in both sexes of the tiger moth *Panaxia quadripunctaria*. *Journal of Comparative Physiology A*, *182*, 153-161. <https://doi.org/10.1007/s003590050166>
- Stelinski, L. L., Il'ichev, A. L., & Gut, L. J. (2006). Antennal and behavioral responses of virgin and mated Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) females to their sex pheromone. *Annals of the Entomological Society of America*, *99*(5), 898-904. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2006\)99\[898:AABROV\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2006)99[898:AABROV]2.0.CO;2)
- Tumlinson, J. H., Mitchell, E. R., Teal, P. E. A., Heath, R. R., & Mengelkoch L. J. (1986). Sex pheromone of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Identification of components critical to attraction in the field. *Journal of Chemical Ecology*, *12*, 1909-1926. <https://doi.org/10.1007/BF01041855>
- Weissling, T. J., & Knight, A. L. (1996). Oviposition and calling behavior of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in the presence of codlemone. *Annals of the Entomological Society of America*, *89*(1), 142-147. <https://doi.org/10.1093/aesa/89.1.142>
- Yang, M.-W., Dong, S.-L., & Chen, L. (2009). Electrophysiological and behavioral responses of female beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hübner) to the conspecific female sex pheromone. *Journal of Insect Behavior*, *22*, 153-164. <https://doi.org/10.1007/s10905-008-9162-z>