

De proteínas y otras moléculas: el gourmet de las moscas de la fruta

**Alexandra López-Toledo, Didiana Gálvez-López,
Raymundo Rosas-Quijano***

Instituto de Biociencias, Universidad Autónoma de Chiapas. Tapachula, Chiapas, México.

*Autor para correspondencia: raymundo.rosas@unach.mx

“Un viaje a través de los genes y proteínas que regulan la preferencia alimentaria en las moscas de la fruta”

La región sur-sureste de México destaca como líder en la producción frutícola a nivel nacional, siendo reconocida por sus destacadas cosechas de mango, zapotáceas, papaya, entre otros, según lo informado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en 2022. A pesar de este destacado desempeño, esta actividad se ve constantemente afectada por diversos factores, tanto bióticos como abióticos. Dentro de los

factores bióticos, las enfermedades y plagas ejercen un impacto significativo en la producción, que llega incluso a generar cuarentenas en las cosechas. Según el reporte de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en 2021, los estados de la región sureste son catalogados como Zonas de Baja Prevalencia de moscas de la fruta. Esta plaga, de naturaleza cuarentenaria, afecta cultivos de importancia económica con un valor a nivel nacional estimado en hasta 32,852 millones de pesos hasta 2022.

Las moscas de la fruta pertenecen a la familia Tephritidae dentro del orden Diptera (Hernández-Ortiz, 2011), estas son de especial relevancia en el ámbito agrícola porque constituyen una plaga para los frutales, principalmente por sus hábitos alimentarios. Sin embargo, contrario a lo que su nombre indica, algunas de estas moscas de la fruta se alimentan de otras partes de las plantas, como flores, semillas y tallos. En México, se ha registrado la presencia de aproximadamente 224 especies pertenecientes a esta familia (Hernández-Ortiz, 2011), distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales del país (ver Fig. 1).



Figura 1. Algunas moscas de la fruta con presencia en México. a) *Anastrepha ludens*. b) *Ceratitis capitata*. c) *A. curvicauda*. d) *Dyseuaresta sobrinata*. e) *A. obliqua*. f) *Gymnocarena mexicana*.

Durante su ciclo de vida, las moscas de la fruta manifiestan una clara preferencia alimentaria por tejidos vivos de plantas, tales como frutos, tallos, hojas y brotes jóvenes, entre otros. En particular, durante la etapa adulta, gran parte de las hembras seleccionan frutos con elevada concentración de nutrientes, especialmente azúcares y, aquellos que inician el proceso de maduración; además, por aquellos que carecen de sustancias tóxicas, lo que asegura así un ambiente propicio para la oviposición y esto, garantiza el crecimiento

y desarrollo exitoso de su descendencia, en forma de larvas, hasta alcanzar la fase adulta (Follet et al., 2021).

La elección del huésped o preferencia alimentaria de las moscas de la fruta se encuentra determinada por la percepción de los compuestos químicos presentes en el entorno. Estos compuestos son detectados a través de proteínas receptoras, las cuales se encuentran integradas en la envoltura celular y distribuidas en todos los tejidos del insecto (Robertson, 2019).

La preferencia química de las moscas de la fruta

A diferencia de otros animales, los insectos regulan su comportamiento mediante la sensibilidad a compuestos químicos presentes en el entorno, ya sea en forma de volátiles en el aire o disueltos en medios líquidos y sólidos, como azúcares, aceites y ciertos compuestos tóxicos. Esta capacidad perceptiva se atribuye a un conjunto de proteínas conocidas como quimiorreceptoras, las cuales responden a cambios en la concentración de diversos compuestos químicos y se subdividen en tres grupos: receptores ionotrópicos, gustativos y olfativos.

Los receptores ionotrópicos conforman la clase de proteínas más extensa dentro de la familia de quimiorreceptores, con aproximadamente 1,000 aminoácidos en su estructura, la cual difiere de los otros dos grupos de dicha familia. Su función principal radica en la percepción de sustancias ácidas, como el ácido acético (presente en el vinagre), aminas (como la putrescina, común en alimentos fermentados) y aminoácidos. Estos receptores se distribuyen en las antenas de los insectos (llamados antenales) y en otros órganos de la cabeza del insecto (denominados divergentes), como se ilustra en la figura 2 (Robertson, 2019).

Los receptores gustativos, al igual que sus homólogos olfativos, son proteínas compuestas por entre 350 y 500 aminoácidos, y exhiben una estructura con 7 segmentos que atraviesan la membrana celular. Estos receptores se clasifican en diversos grupos, incluyendo receptores de fructosa (azúcar principal en los frutos), azúcares no fructosa (como trehalosa, glucosa, sacarosa), amargor (por ejemplo, cafeína y algunos compuestos insecticidas), sal (principalmente NaCl, o sal común), dióxido de carbono y feromonas (moléculas encargadas de modular el apareamiento). Debido a la naturaleza de las moléculas que perciben, estos receptores se distribuyen por todo el cuerpo del insecto, concentrándose especialmente en patas, abdomen y cabeza, como se ilustra (Fig. 2). (Robertson, 2019).

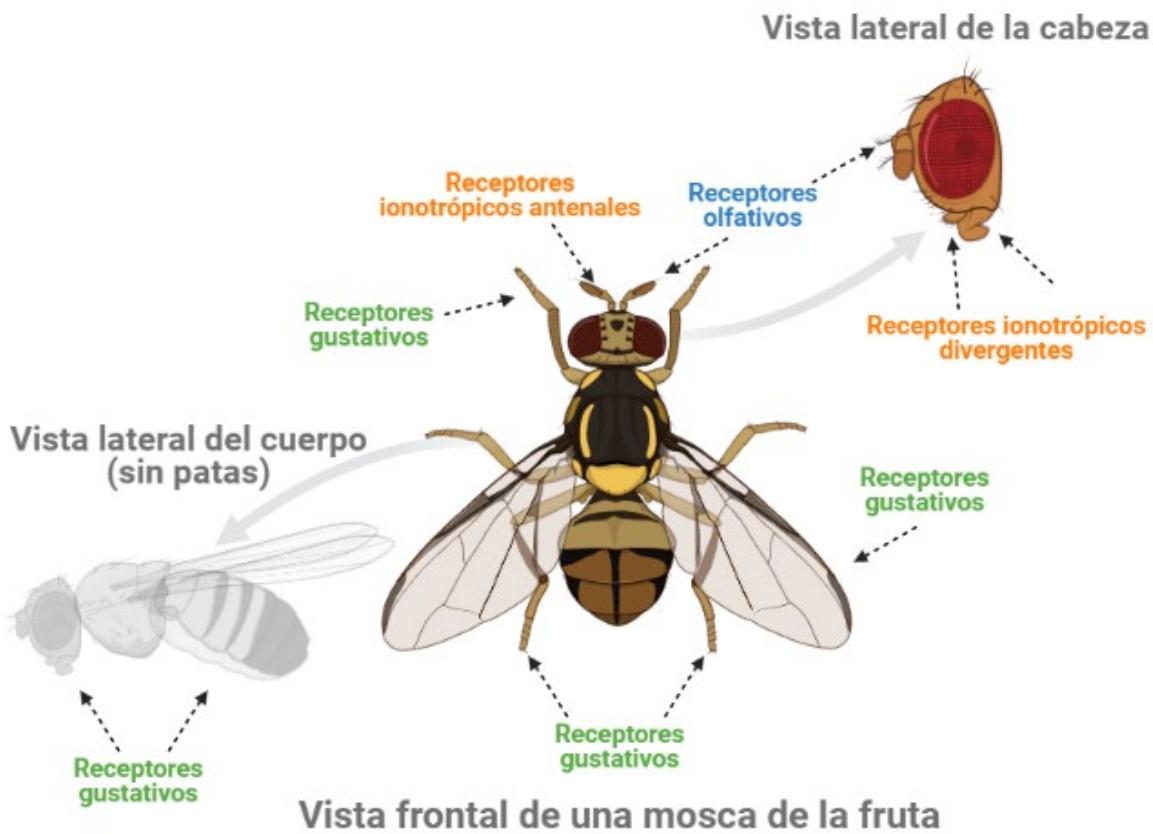


Figura 2. Anatomía de los quimiorreceptores de una mosca de la fruta.

Finalmente los receptores olfativos u odorantes, son proteínas capaces de unirse a moléculas volátiles, siendo considerados receptores de distancia. Se distribuyen principalmente en los sensílios localizados en las antenas, tal como se aprecia en la figura 2. Estos receptores tienen la capacidad de percibir diversas moléculas, entre las que se incluyen CO₂, feromonas, aromas, entre otras (Robertson, 2019).

Selección del hospedero

Según la diversidad de hospederos que los insectos seleccionan, es posible clasificarlos en cuatro grupos distintos: polífagos, oligófagos, estenófagos y monófagos, como se observa (Fig. 3).

Los insectos polífagos son aquellos capaces de hospedarse en plantas pertenecientes a diferentes familias, sin mostrar preferencia por una especie en particular; ejemplo de estos son: *Ceratitis capitata* y *Bactrocera dorsalis*. Por otro lado, los oligófagos se alimentan exclusivamente de especies vegetales que pertenecen a una familia específica, como *Anastrepha serpentina* con las sapotáceas como son el mamey o el zapote, mientras que los tefrítidos estenófagos seleccionan hospederos del mismo género, como las moscas de *Anastrepha distincta* que se alimentan de frutos del género *Inga*. Finalmente, los monófagos son insectos que se alimentan de una única especie vegetal, como es el caso de *Bactrocera oleae* con las plantas de olivo.



Figura 3. Descripción gráfica de la clasificación de moscas de la fruta basada en la selección de sus huespedes.

La elección de hospedero en especies polífagas puede estar directamente relacionada con la cantidad de quimiorreceptores. Es decir, algunas moscas poseen un mayor número de estos receptores en comparación con otras. Incluso dentro del grupo de polífagas, hay variaciones en la cantidad de hospederos preferidos, y esta diferencia se evidencia con mayor claridad al comparar a un monófago con un polífago.

Conclusión

La clasificación de los insectos en polífagos, oligófagos, estenófagos y monófagos proporciona una comprensión más profunda de sus hábitos alimentarios. Los polífagos, al no mostrar preferencia por una familia específica, pueden exhibir variaciones en la cantidad de quimiorreceptores y, por ende, en la diversidad de hospederos. Por otro lado, los monófagos, al alimentarse exclusivamente de una especie vegetal, ofrecen un contraste claro en términos de especialización.

Los mecanismos sensoriales y las preferencias alimentarias de las moscas de la fruta ofrece una visión profunda de la complejidad biológica de estos insectos. Los quimiorreceptores, en sus diversas formas de receptores ionotrópicos, gustativos y olfativos, desempeñan un papel central en la percepción de compuestos químicos, influyendo en las elecciones alimentarias y la selección de hospederos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CONACYT, por las becas otorgadas a D. Gálvez y R. Rosas.

Referencias sugeridas

- Follett, P. A., Haynes, F. E. M., y Dominiak, B. C. (2021). Host Suitability Index for Polyphagous Tephritid Fruit Flies. In *Journal of Economic Entomology* (Vol. 114, Issue 3, pp. 1021-1034). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/jeo/toab035>
- Hernández-Ortiz, V. (2011). Moscas de la Fruta (Insecta: Diptera: Tephritidae). La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado Vol. II., 411-419.
- Robertson, H. M. (2019). Molecular evolution of the major arthropod chemoreceptor gene families. *Annual review of entomology*, 64, 227-242. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043322>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Informe anual: Campaña moscas de la fruta.1-7. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/713440/Informe_Anual_CNMF_2021.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. (2022). Anuario estadístico de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>



Valeria Alexandra López Toledo
u180007@unach.mx

Es originaria de Arriaga, Chiapas, es Ingeniera Biotecnóloga por la Universidad Autónoma de Chiapas, y actualmente estudia la maestría en ciencias con especialidad en Biotecnología en el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Ha participado en congresos nacionales e internacionales con exposiciones orales y en cartel en las áreas de biotecnología alimentaria, vegetal y biología molecular desde 2018. Realizó el trabajo de tesis titulado “Estructura y función de los genes *GR* de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)”.



DIDIANA GÁLVEZ-LÓPEZ
didiana.galvez@unach.mx

Profesora Titular de Tiempo completo, del Instituto de Biociencias, Universidad Autónoma de Chiapas. Doctora en Ciencias en Biotecnología Agroalimentaria. Investigadora Nivel 1 del SNII-CONAHCYT. Perfil PRODEP. Investigadora Honorífica del Sistema Estatal de Investigadores (SEI-Chiapas). Evaluadora CONACYT RCEA desde 2012 a la fecha: evaluadora de proyectos CONACYT de investigación, infraestructura y Ciencia de frontera, evaluadora de programas de posgrado PNPC, becas al extranjero. Arbitro de revistas nacionales e internacionales.
<https://orcid.org/ 0000-0003-2206-9108>



Raymundo Rosas-Quijano

Profesor Titular de Tiempo completo, del Instituto de Biociencias, Universidad Autónoma de Chiapas. Doctor en Ciencias en Biotecnología de Plantas. Investigador Nivel 1 del SNII-CONAHCYT. Perfil PRODEP. Investigador Honorífico del Sistema Estatal de Investigadores (SEI-Chiapas).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5769-8775>

Responsable de proyectos de investigación con financiamiento interno y externo. Evaluador CONACYT RCEA de proyectos de investigación: Ciencia de frontera, evaluador de programas de posgrado PNPC, becas de posgrado. Árbitro de revistas nacionales e internacionales.