#### **Desde el Herbario CICY**

17: 269-277 (13/noviembre/2025) Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. http://www.cicy.mx/sitios/desde\_herbario/ ISSN: 2395-8790



Los insectos vectores también aman lo dulce: el papel del azúcar vegetal en la transmisión de enfermedades

Ana Celia Montes de Oca-Aguilar\*, Karina B. López-Ávila, Erika I. Sosa-Bibiano y Elsy Nalleli Loría Cervera\*

Laboratorio de Inmunología, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Avenida Itzáes 490, esquina con Calle 59, Colonia Centro, 97000, Mérida, Yucatán, México.

\*ana.montesdocaa@gmail.com; nalleli.cervera@correo.uady.mx

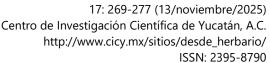
**Resumen:** Todos los insectos vectores se alimentan de sangre, lo que les permite transmitir diversos patógenos que causan enfermedades que afectan la salud de miles de personas en el mundo. En la naturaleza los vectores también dependen del azúcar de las plantas para sobrevivir y completar su ciclo de vida. Sin embargo, el papel de las plantas ha sido poco explorado. Estos azúcares no solo sustentan su actividad, también pueden influir en su capacidad para transmitir patógenos. Comprender esta relación podría abrir nuevas estrategias para prevenir y controlar enfermedades como el dengue, la malaria o la leishmaniasis.

**Palabras clave:** Alimentación vegetal, capacidad vectorial, competencia vectorial, enfermedades transmitidas por vectores, fitófaga, hematofagia.











Introducción: Se ha vuelto tan común escuchar la palabra dengue, zika o chicungunyia, que seguro lo primero en que piensas es en moguitos. Estas y otras enfermedades forman parte de un grupo más amplio llamado enfermedades transmitidas por vectores (ETV's), que incluyen también a otros artrópodos como chinches, garrapatas y flebotominos, entre otros. Más de un tercio de la población mundial está en riesgo de contraer estas enfermedades que a su vez son tan diversas y algunas son desatendidas por los sistemas de salud de los países más afectados. En nuestra historia, los protagonistas son los vectores, principalmente insectos, como mosquitos, chinches, etc. Todos ellos cuentan con un rasgo en común: se alimentan de sangre, un hábito conocido como "hematofagia". Podríamos dedicar páginas enteras a hablar sobre cómo estos animales se adaptaron para poder alimentarse de sangre, pero esa no es nuestra intención. Lo que si vale la pena resaltar es que la hematofagia ha aparecido varias veces de forma independiente en el árbol de la vida de los artrópodos dando lugar a interacciones antiguas y complejas con diversos patógenos. Así, mientras que este comportamiento ha permitido a los patógenos desarrollar estrategias para utilizar a los artrópodos como "vehículos" de transmisión y propagación (multiplicación/reproducción), a los vectores, les ofrece una dieta rica en proteínas, que activa procesos metabólicos esenciales como la muda y el desarrollo de los huevos (ovogénesis) que resulta en la reproducción. Es por ello que los vectores, especialmente hembras, invierten parte de su vida en busca de hospederos sanguíneos (i.e, vertebrados). Esta necesidad de sangre para la reproducción, y el hecho de que diferentes tipos

de vectores pueden realizar varias tomas de sangre a lo largo de su vida adulta, hace que sean exitosos en la transmisión de diversos patógenos. Pero, ¿es la sangre el único alimento de los vectores? o ¿existe otro compuesto esencial que también influya en cómo se da la interacción vector-patógeno? Esto es justamente lo que abordaremos en esta contribución.

¿Es la sangre el único combustible de los vectores?: La respuesta es no, los vertebrados no son los únicos hospederos esenciales para la gran mayoría de los vectores más importantes de ETVs, como mosquitos, flebotominos, e inclusive chinches besuconas. Si bien en la mayoría de estos grupos de importancia médica, las hembras son las únicas hematófagas, en la naturaleza ambos sexos se alimentan directa o indirectamente de azúcares derivados de plantas vasculares (fitofagia). Sin azúcar, morirían inclusive con acceso frecuente a fuentes de sangre. Pese a ello, la mayoría de las investigaciones se han enfocado casi exclusivamente en los hospederos sanguíneos de los vectores. Esto ha dejado en segundo plano nuestro conocimiento sobre el origen y composición de las fuentes de azúcares; sin embargo, en algunos grupos la investigación ha permitido identificar como fuentes primarias al néctar (floral y extrafloral y la miel producida por otros insectos como áfidos y cóccidos (Insecta: Hemiptera: Stenorryncha) que también tienen origen vegetal. Esto último es interesante, porque existen estudios que muestran que algunos vectores son más abundantes en paisajes con plantas cultivables infestadas con áfidos (Figura 1). Otras fuentes importantes de azúcares para los vectores son la savia del floema, las frutas en descomposición y tejidos vegetales. De hecho, cuando



17: 269-277 (13/noviembre/2025)

Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. http://www.cicy.mx/sitios/desde\_herbario/ ISSN: 2395-8790







### (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae)

Vector Pueden transmitir distintos tipos de patógenos (bacterias, virus y protozoarios), pero se les conoce sobre todo por ser los principales responsables de propagar Leishmania, el parásito que causa la leishmaniasis.

#### Como las abejas a la miel

Se ha visto en laboratorio y en campo que los flebotominos de diferentes partes del mundo se sienten muy atraídos por plantas ultivadas con pulgones, ya que aprovechan sus secreciones azucaradas.

De hecho, algunas especies de flebotominos como Pyntomyia verrucarum, se asocia con la presencia de dos especies de pulgones en cultivos de alfalfa en Perú.

#### Sobrevivencia

Aunque los estudios son pocos, se ha visto que el azúcar influye mucho en la supervivencia de los flebotominos: en ambientes sin azúcar viven menos de una semana, con plantas pobres en azúcar apenas dos, pero con una solución de sacarosa al 20% pueden sobrevivir más de siete semanas.

# El parásito que cocina el azúcar para el vector

Leishmania habita en el intestino de los flebotominos, por lo que todo lo que come el insecto también alimenta al parásito. Ambos producen enzimas llamadas glicosidasas, que descomponen los azúcares en formas más simples. Así obtienen energía, y el parásito puede sobrevivir, multiplicarse y transmitirse. Estas enzimas están presentes en distintas especies de Leishmania, lo que muestra lo bien conservadas que son



El consumo de azúcar modifica el ambiente intestinal de los flebotominos: mantiene a raya bacterias competidoras y favorece que Leishmania disponga de más espacio y recursos para multiplicarse. Además, al ser procesada por la microbiota, la sacarosa ayuda a equilibrar agua y sales, creando condiciones ideales para que el parásito sobreviva.



Lutzomyia longipalpis

Fuentes de azúcar En la naturaleza, los flebotominos (mchos y hembras) se alimentan de nectar, secreciones azucaradas de áfidos y sabia del floema de

lipos de azúcares encontrados en flebotominos neotropicales: Gluclosa, fructosa, Sacarosa, Turanosa, Melezitosa, Rafinosa, Maltosa, Trahalosa.

Es el principal vector de la leishmaniasis visceral en América y el que más información ha aportado sobre el consumo de azúcar vegetal. Esta especie ha contribuido a que la enfermedad se vuelva un problema urbano en varios países. En entornos urbanos, la especie se alimenta del azúcar de al 🌗 menos 14 familias de plantas, con preferencia por Fabaceae, Oxalidaceae y Malpighiaceae, y menor afinidad por Anacardiaceae, Meliaceae, Rutaceae y Annonaceae.

# Plantas éxoticas

Un estudio reveló que varias especies de flebotominos en zonas con leishmaniasis suelen alimentarse de plantas, mostrando una sorprendente preferencia por especies exóticas como Cannabis sativa en lugar de la flora local.

> ¿Plantas contra Leishmania?

Algunas plantas (Euphorbiaceae, Capparaceae, Mimosaceae, Solanaceae) al ser ingeridas por los flebotominos en forma de néctar o tejido vegetal generan metabolitos y enzimas que provocan una alta mortalidad en Leishmania, El consumo del azúcar de estas plantas podría reducir la carga parasitaria en flebotominos y su transmisión a humanos. . ESsto abre oportunidades para usar fitotoxinas como uan estrategia de control de la enfermedad de Leishmaniasis.

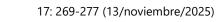
Cuando las hembras de flebótominos consumen azúcar, se genera una especie de "camino dulce" a lo largo de su intestino. Este gradiente de azúcar parece ser una señal que guía a los parásitos Leishmania hacia la válvula estomodeal, una zona clave desde donde pueden ser transmitidos al siguiente hospedero. Los parásitos siguen este rastro usando mecanismos como la quimiotaxis y la osmotaxis, que les permiten moverse en respuesta a cambios químicos y de concentración de solutos.

Azúcar: la brújula del parásito

#### Otras fuentes de evidencia

Aunque aún no se ha comprobado que el azúcar vegetal afecte directamente la capacidad vectorial de los flebotominos, sí se sabe que puede influir en cómo interactúan con Leishmania y otros patógenos. Por ejemplo, el virus Massilia puede transmitirse entre flebotominos que comparten la misma fuente de azúcar, sin necesidad de un hospedero infectado. Este "buffet dulce" podría ser clave para entender cómo circulan ciertos virus en la naturaleza.

Figura 1. Algunas generalidades sobre la relación de los flebotominos con los azucares derivados de plantas y su implicación en la competencia vectorial de Leishmania. (Infografía: Ana C. Montes de Oca-Aguilar).



Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. http://www.cicy.mx/sitios/desde\_herbario/

ISSN: 2395-8790







Responsables de la transmisión de arbovirus y parasitos que causan: Dengue, Zika, Chicungunya, Malaria, Filariasis, fiebre amarilla, etc.



# Especies invasivas

El vector del dengue, Aedes aegypti y otras especies invasoras, han demostrado su capacidad para aprovechar una amplia variedad de plantas ornamentales en ambientes rurales y urbanos.



Reproducción y sobrevivencia



Un estudio con Anopheles gambiae, el mayor vector de la malaria, reveló que aquellos que consumieron néctar de ciertas plantas vivieron más tiempo y pusieron más huevos que aquellos que se alimentaron de una planta menos atractiva.



#### Vuelo

No todos los mosquitos dependen de la misma manera de la energía del azúcar para volar. Algunas especies abtienen la energía a partir de las grasas de la sangre que ingieren, mientros que otras usan directamente el azúcar para valar. Para estos últimos, la distancia que pueden alcanzar depende de la disponibilidad de azúcar en el ambiente.



# Amamos el nectar

como de hembras.

Se ha identificado preferencias por el néctar en especies de 11 géneros distintos. Las mayores cantribuciones provienen de especies del genero Aedes.

preferido tanto de los mosquitos machos



¿Cómo el azúcar cambia el riesgo de transmisión?



Polinizadores o visitantes florales?

Aedes communis es el único

mosquito que paliniza a

Plasmadium falciparum modifica el comportamiento alimenticio de Anopheles gambiae, aumentando su atracción por olores de plantas y la búsqueda de néctar. En la fase temprana de infección, los mosquitos consumen más azúcar, pero esta ingesta disminuye cuando ya pueden transmitir el parásito. Además, en ambientes con poco néctar, los hembras jóvenes pican más para suplir su necesidad energética, la que padría elevar la transmisión de malaria.

El azúcar puede cambiar el riesgo de transmisión de virus por mosquitos. En Culex pipiens pipiens, vector del virus del Nilo Occidental, se ha visto que los individuos con una dieta rica en azúcar viven más tiempa y acumulan más energía, la que reduce su probabilidad de transmitir el virus. Los que tienen menos reservas energéticas aumentan la transmisión...

En Aedes aegypti, el azúcar activa su sistema inmunalágico. Si consumen azúcar antes

de picar a un huésped infectado, tienen menos probabilidades de contagiarse y, por la



ciertos orquideas como Platanthera obtusata. De los 3,500 tipos de mosquitos en el mundo, ninguno parece apartar mucho o nada a la reproducción de las plantas.

Por eso, la idea de que los mosquitos en general sean buenos polinizadores no del todo sustentado.

Toxorhynchites

### Preferencias a plantas

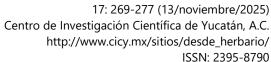
Se ha observada que ciertos géneros de mosquitos muestran una clara preferencia por algunos familios de plantas, siendo la familia Asteraceae (que incluye girasoles y margaritas) las más frecuentemente seleccionadas como fuentes de néctar.



tanto, de transmitir virus como el del dengue.



Figura 2. ¿Dulce peligro? La relación entre mosquitos, azúcares vegetales y la transmisión de enfermedades. (Infografía: Ana C. Montes de Oca-Aguilar).





las condiciones del ambiente son adversas (i.e., sequía o en zonas áridas) algunos de ellos aprovechan los tejidos vegetales como un importante recurso alternativo ante la escasez. Todos estos elementos derivados de las plantas son, en su mayoría, ricos en fructosa, sacarosa y glucosa, y representan una fuente de energía que influye en la supervivencia (tiempo de vida), condición física y reproducción de varios vectores (Figuras 1 y 2).

Pero, ¿cómo el azúcar puede influir en la relación vector-patógeno?: Para responder esto, primero es importante explicar dos conceptos relacionados que no significan lo mismo: competencia y capacidad vectorial. La primera hace alusión a las características fisiológicas y genéticas que permiten que un patógeno pueda infectar, desarrollarse dentro del vector y, finalmente, ser transmitido. Por ello, no todos los artrópodos pueden actuar como vectores. En cambio, capacidad vectorial es un modelo matemático que estima el "potencial" que tiene un vector para propagar una enfermedad en una población. Este último modelo es sumamente importante para entender el comportamiento epidemiológico de las ETV's, y depende de cuatro atributos importantes del vector: la densidad, el número de veces que se alimenta de sangre, cuánto sobrevive, y el tiempo que tarda el patógeno en desarrollarse dentro de él.

Con esto claro, volvamos a la pregunta: ¿de qué manera el azúcar que consumen los vectores puede influir en la transmisión de patógenos? Las respuestas más interesantes provienen de estudios realizados en mosquitos y flebotominos (Figura 1) a través de evidencia directa e indirecta. Por ejemplo, en flebotominos, la escasez de azúcar puede afectar las densidades poblacionales

del vector y la sobrevivencia del parásito. Ante la escasez o severidad de condiciones, algunas especies de flebotominos (por ejemplo, del genero Phlebotomus Rondani y Berté, 1840, Sergentomyia França y Parrot, 1920 y Lutzomyia longipalpis Lutz y Neiva, 1912) optan por alimentarse de tejido vegetal rico en almidón y celulosa. En esas circunstancias, el parásito Leishmania spp. ayuda con la producción de enzimas (como glucosidasa y amilasa) que degradan el azúcar a formas más simples que los nutren y benefician a ambos. Pero esto no es todo: en laboratorio se ha observado que el tipo de azúcar afecta el desarrollo y la migración del parásito en el tracto digestivo de los flebotominos. Inclusive, el azúcar parece evitar que algunas especies del genero Leishmania sean expulsados durante la alimentación sanguínea al influir en las enzimas que le permiten "anclarse" al intestino del vector.

Hemos resumido evidencia sobre la influencia del azúcar en la competencia vectorial, pero ¿qué sabemos sobre el impacto en la capacidad vectorial? Los mosquitos Aedes aegypti Linneus y algunas especies de anofelinos (Anopheles Meigen) aportan evidencia robusta al respecto (Figura 2). Los estudios de laboratorio y campo han demostrado que el consumo de azúcar vegetal influye en su sistema inmune, la vulnerabilidad a patógenos, la frecuencia de alimentación con sangre y en el nivel de infección. Sin embargo, estos efectos no son iguales en todos los casos, si no que dependen de la especie de mosquito, la disponibilidad de la planta-azúcar, e incluso de la interacción entre los genotipos del vector y del patógeno. Un ejemplo interesante es el de Anopheles sergenti (Theobald), vector del parásito causante de la malaria. Un estudio encontró que





**Figura 3.** Algunos aspectos sobre evidencia que respalda el comportamiento fitófago de las chinches vectores de *Trypanosoma cruzi*. (Infografía: Ana C. Montes de Oca-Aguilar).

ISSN: 2395-8790



# Otros grupos de importancia médica

# Tábanos Vectores Azúcar (Diptera: Tabanidae) en l

Han sido pabremente estudiados, pera son vectores mecánicos de por lo menos 50 patógenos que causan enfermedades en humano y animales, dentro de los que destacan Trypanosoma, Anaplasma, Brucella, Dilotilaria. Son importantes polinizadores de plantas. Los pocos estudios muestran que les gusta alimentarse de néctar. También se han encontrado especies alimentadas con secreciones producidas por pulganes Influencia en la transmisión

Desconocido

Jejenes (Diptera: Simulidae)



Algunas especies son vectores de Onchocerca volvulus, una filaria responsable de la encocercasis en varias regiones del mundo (África, América Latina (Méxica, Guatemala y Venezuela tuvieron focos endémicos). Los azúcares más comunes detectadas en estos insectos son la glucosa, sacarosa, meliazitosa. También les encanta alimentarse de las secreciones de pulgones y coccidos.

Desconocido

Chaquistes (Diptera: Ceratopogonidae)



Son transmisores de vrus (Virus del Oropuche) y filarias que afectan la salud humana y animal. Por ejemplo, algunas especies del Genero Culicoides son vectores de la filaria Mansonella que causan una entermedad desatendida en varias regiones. En América Latina (incluido Móxico), la especie Culicoides furens es un vector documentado de Mansonella ozzaral. A pesar de su baja mortalidad, estas filariasis pueden tener un impacto crónico en la calidad de vida.

El acceso a las secreciones dulces de las pulganes prolonga la longevidad de Culicoides nubeculosus y aumenta la fecundidad ovárica.

Desconocido

**Figura 4.** Especies de insectos de importancia médica que también hacen uso del azúcar de plantas y sus derivados. (Infografía: Ana C. Montes de Oca-Aguilar).

este moquito era más abundante en lugares con abundancia de *Acacia raddiana* Savi. Los sitios ricos en el azúcar de esta planta aceleraban la reproducción de los mosquitos al acortar los ciclos gonotróficos (el tiempo entre una picadura y la puesta de huevos), que no solo aumentaba su población, sino también su capacidad de transmitir el parásito hasta 250 veces más que aquellos sin acceso a esta fuente de azúcar. En resumen, aunque todavía falta integrar mejor la evi-



17: 269-277 (13/noviembre/2025) Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. http://www.cicy.mx/sitios/desde\_herbario/

ISSN: 2395-8790

dencia para muchas especies de interés epidemiológico, los estudios existentes apuntan a que el azúcar vegetal puede tener una fuerte influencia en la transmisión de patógenos.

¿Plantas contra patógenos? Descubriendo el potencial oculto del azúcar vegetal: Aunque algunos azúcares podrían favorecer la transmisión de enfermedades, otros podrían combatirlas. Por ejemplo, bajo condiciones de laboratorio, cuando el mosquito A. aegypti se alimenta de fructosa, sacarosa o glucosa, activa genes que luchan contra arbovirus como el Zika; y en el caso de algunos flebotominos, hay plantas cuyos compuestos son tóxicos para Leishmania, causando que el parásito se aglutine y desintegre. Esto nos lleva a preguntarnos: ¿los insectos vectores se alimentan de cualquier planta o prefieren algunas en particular? Aunque hay indicios de que muestran preferencia por ciertas plantas (Figuras 1 y 2), aún hacen falta estudios rigurosos para entender bien este comportamiento. Sobresale que nuestro conocimiento de la relación azúcar-vector-patógeno continúa limitando para muchos grupos de importancia médica (Figuras 3 y 4).

El poder verde en la salud pública: dejemos de ignorar a las plantas: Ahora sabemos que el azúcar también desempeña un papel vital no solo para algunos vectores, sino también para los patógenos que transmiten. Sin embargo, aún queda mucho por descubrir sobre el comportamiento fitófago de diversos grupos de importancia epidemiológica, ya que todo indica que no se limita únicamente al orden Díptera, al que pertenecen los mosquitos y los flebotominos (Figura 3). Por otro lado, los esfuerzos por entender

cómo se propagan las ETV's se continúan enfocando en el triángulo clásico: vector, patógeno y el animal del que se alimenta el vector. Ahí las plantas no son tomadas en cuenta y podrían tener un papel clave. En la última década, hemos investigado cómo la deforestación (i.e., pérdida de comunidades vegetales nativas) se relaciona con la aparición de ETV's, y para ello nos basamos en analizar cambios en el número y abundancia de vectores y animales vertebrados. Pero no nos hemos detenido a pensar: ¿qué pasa con las plantas? ¿Cómo afecta su desaparición en los patrones de una enfermedad? Las respuestas podrían cambiar la forma en que entendemos y enfrentamos muchas ETV's.

Agradecimientos: Al Dr. José Antonio de Fuentes Vicente (Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH) por los comentarios que enriquecieron este trabajo.

#### Referencias

Almire F., Terhzaz S., Terry S., McFarlane M., Gestuveo R.J., Szemiel A.M., ... & Pondeville E. 2021. Sugar feeding protects against arboviral infection by enhancing gut immunity in the mosquito vector Aedes aegypti. PLoS Pathogens 17(9): e1009870.

https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009870

Gontijo N.F., Melo M.N., Riani E.B., Almeida-Silva S., & Mares-Guia M.L. 1996. Glycosidases in Leishmania and their importance for Leishmania in phlebotomine sandflies with special reference to purification and characterization of a sucrase. Experimental parasitology 83(1): 117-124.

#### **Desde el Herbario CICY**

Ciencia y Tecnología | \$\structure{\structur

17: 269-277 (13/noviembre/2025) Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. http://www.cicy.mx/sitios/desde\_herbario/ ISSN: 2395-8790

https://doi.org/10.1093/ee/nvaf009

**Gu W., Müller G., Schlein Y., Novak R.J., & Beier J.C. 2011.** Natural plant sugar sources of *Anopheles* mosquitoes strongly impact malaria transmission potential. *PloS One* 6(1): e15996.

https://doi.org/10.1006/expr.1996.0055

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015996

Herreros-Moya E., Sinka M., Harris A.F., Entwistle J., Martin A.C., & Willis K. 2025. The food of life: which nectar do mosquitoes feed on? An evidence-based meta-analysis. *Environmental Entomology* 54(2): 352-366.

Palmer-Young E.C., Schwarz R.S., Chen Y., & Evans J.D. 2022. Can floral nectars reduce transmission of *Leishmania? PLOS Neglected Tropical Diseases* 16(5): e0010373.

https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010373

**Stone C.M. & Foster W.A. 2013.** Plant-sugar feeding and vectorial capacity. *In*: Takken W. & Koenraadt C.J.M. (eds.). *Ecology of parasite-vector interactions*, pp. 35-79. Wageningen Academic.

https://doi.org/10.3920/978-90-8686-744-8

**Desde el Herbario CICY, 17: 269-277 (13-noviembre-2025)**, es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde\_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Germán Carnevali, Patricia Rivera Pérez y José Luis Tapia Muñoz. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 13 de noviembre de 2025. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.