



## LXI CONVENCION NACIONAL DE ENTOMOLOGÍA “ING. FAUSTO ROBLES RODRÍGUEZ”

**Evolución de la hematofagia, preferencia de hospederos y ciclos de transmisión de patógenos en mosquitos de importancia médica**

PRESENTADO POR:

**Blgo. MC. Yuri O. AYALA SULCA**  
ENTOMÓLOGO MÉDICO



Laboratorio de Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.



Asociado al grupo de Investigación: Evolución Molecular de la Biota en el Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.

03 AL 07 DE NOVIEMBRE DEL 2019

ICA - PERÚ

### *Evolución de la hematofagia en los insectos*

❖ Seis eventos independientes (períodos Jurásico y Cretácico: hace **145–65** millones de años) (Balashov, 1984; Ribeiro, 1995)



- 14,000 especies de insectos, distribuidos en cinco órdenes se alimentan de sangre (Adams, 1999)
- 300 a 400 especies tienen importancia en la salud pública (< 200 en caso de los mosquitos)

#### **a) Origen en la sinantropía**

La vida comunal en vertebrados: durante el Mesozoico (Hace **225–65** millones de años)



Los psocidos pueden asociarse foréticamente con aves y mamíferos en este hábitat, escalando en pieles y plumas, para ser trasladados de un sitio de nido a otro.

Lehane, M. J. (2005). The Biology of Blood-Sucking in Insects (Second Edition). Cambridge University Press. Cambridge, UK. 337 Pp. Recuperado de [www.cambridge.org](http://www.cambridge.org)

• Psocidos

• *Menacanthus stramineus*

• *Haematomyzus elephantis*

- Formas ancestrales fueron parásitos de mamíferos primordiales.
- Aislamiento reproductivo geográfico = especiación
- Asociación prolongada
- Co-especiación (Ej. Anopluros y Mallophagos = PHTHIRAPTERA actual)

### b) Origen en insectos entomófagos o fitófagos

Rhagionidae

Fisiológicamente: enzimas eficientes para digerir proteínas

Anatómicamente: piezas bucales picadoras-chupadoras

**HEMOGLOBINA**  
Fe = Hierro

**CLOROFILA**  
Mg = Magnesio

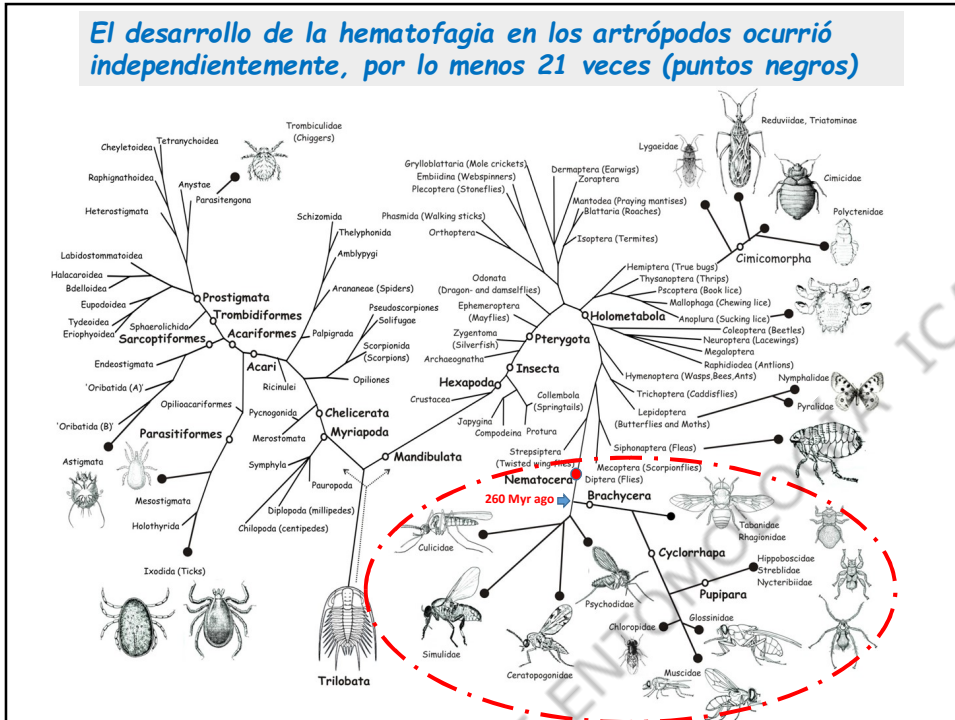
**HEMOCIANINA**  
Cu = Cobre

Labio

Palpo maxilar

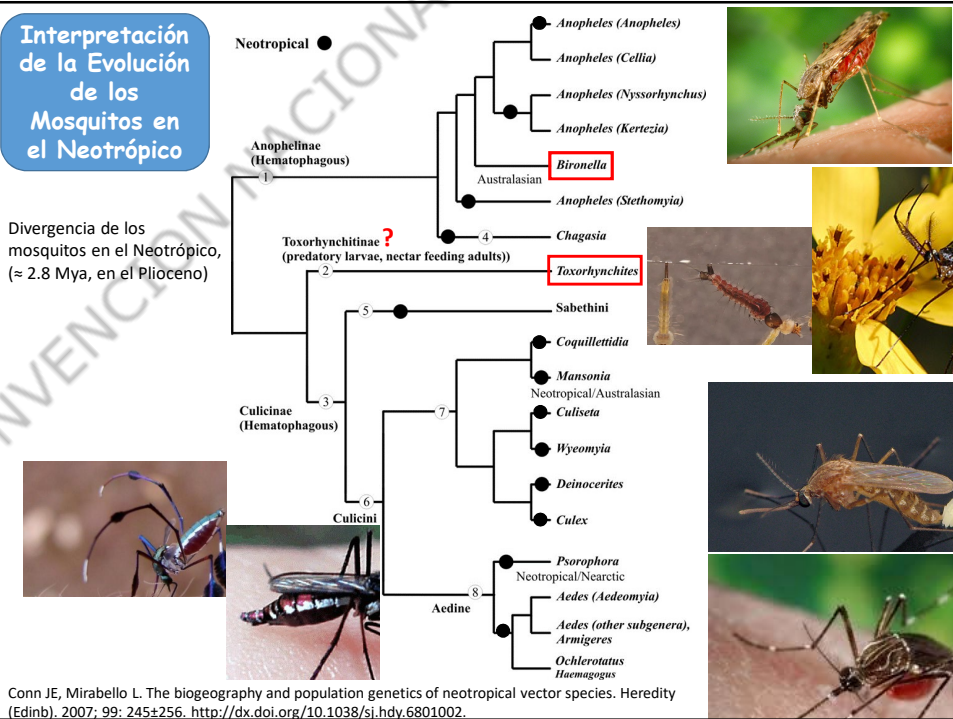
Estilete

**El desarrollo de la hematofagia en los artrópodos ocurrió independientemente, por lo menos 21 veces (puntos negros)**

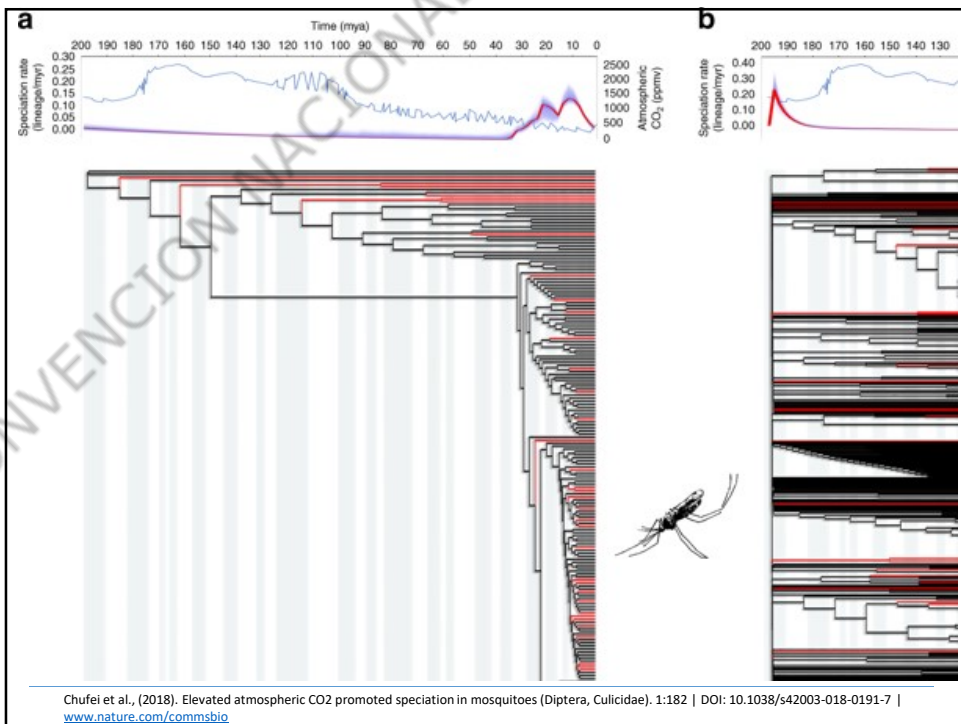
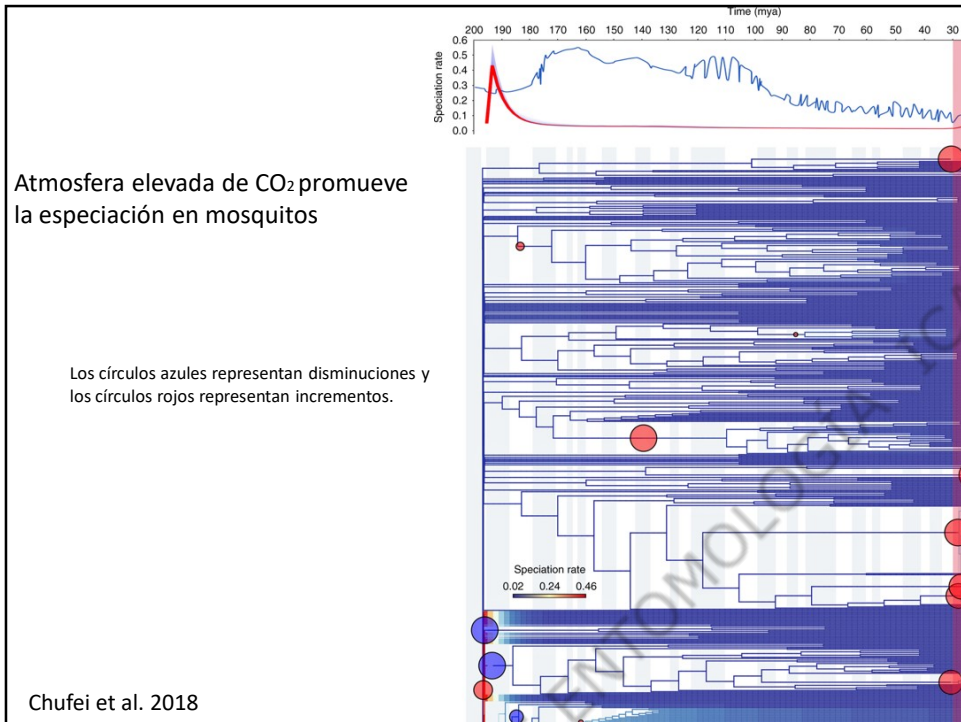


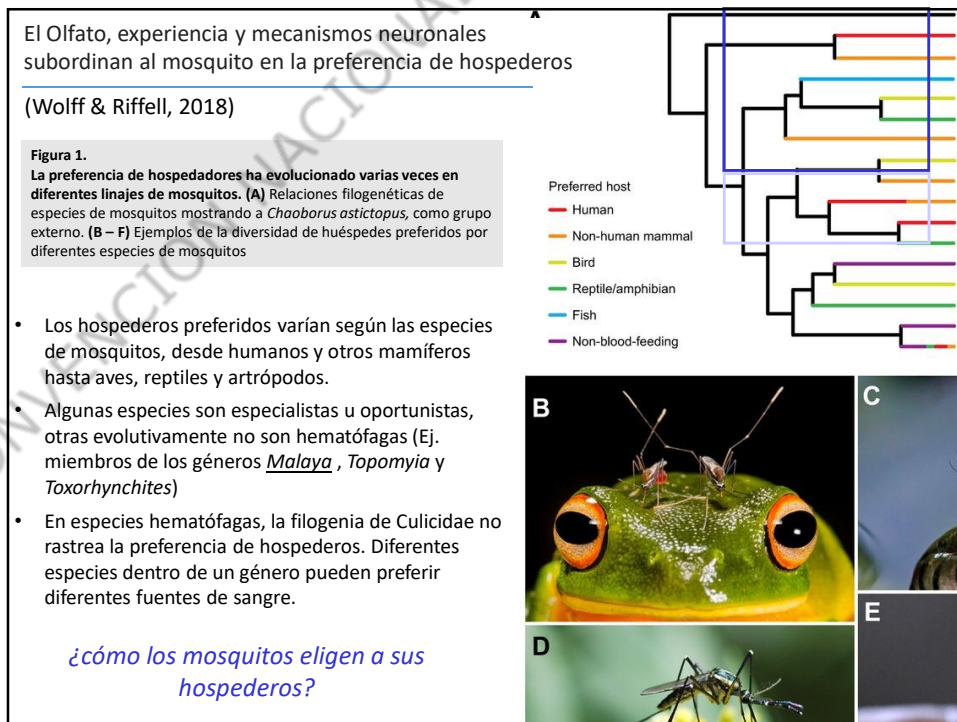
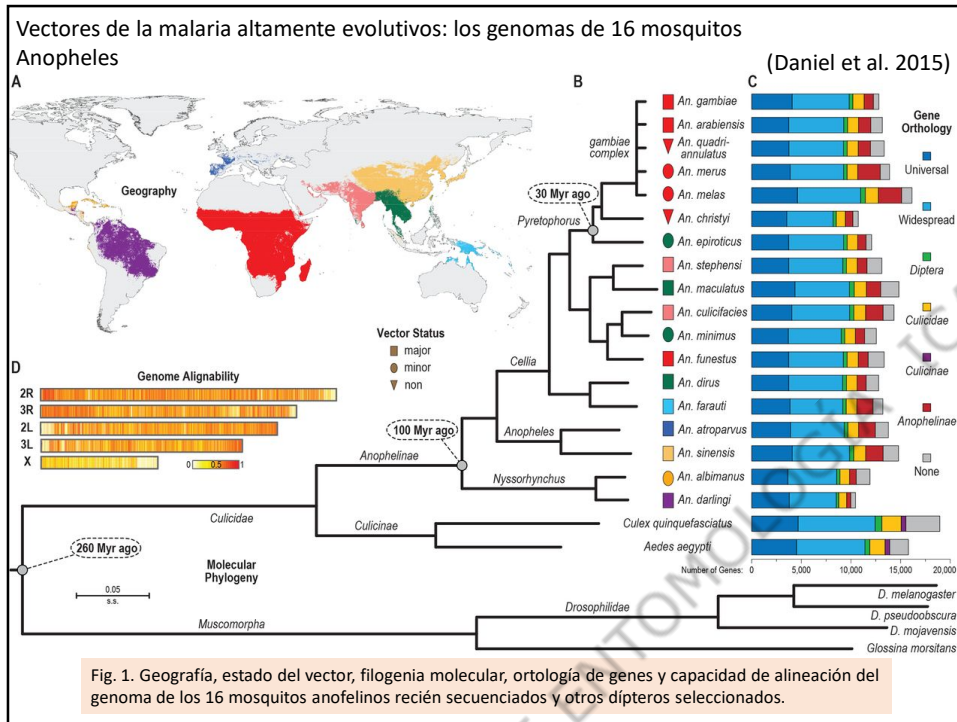
**Interpretación de la Evolución de los Mosquitos en el Neotrópico**

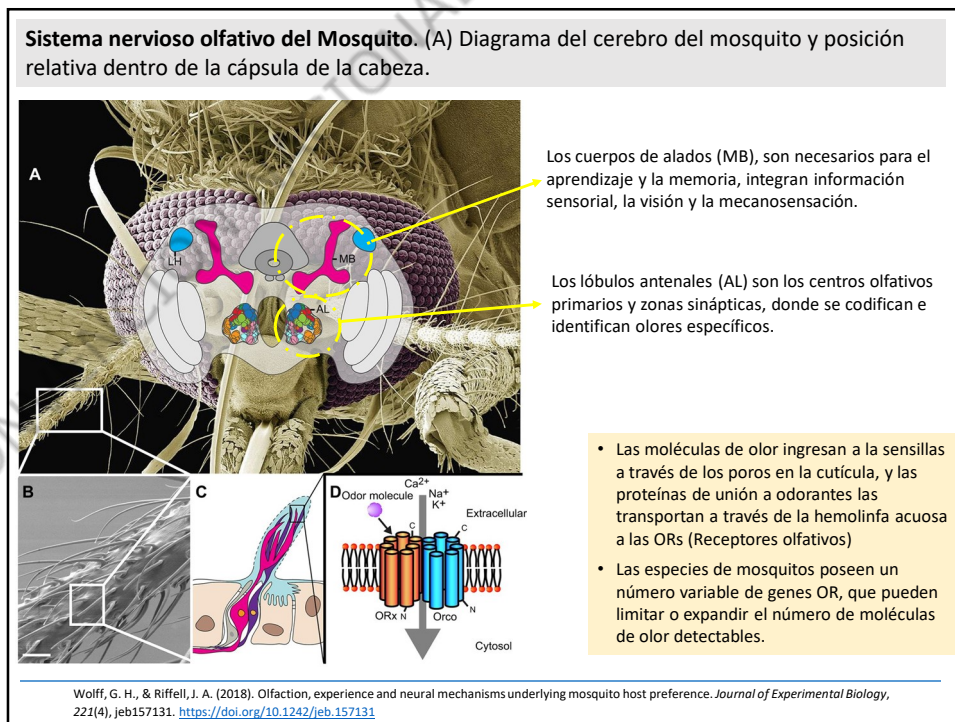
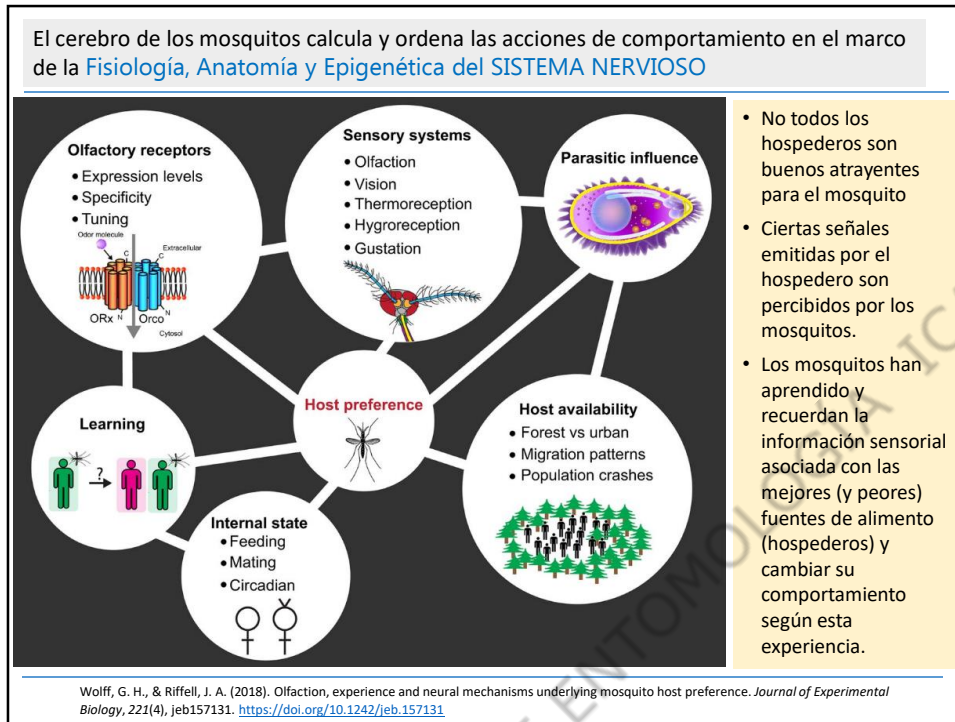
Divergencia de los mosquitos en el Neotrópico, (≈ 2.8 Mya, en el Plioceno)



Conn JE, Mirabello L. The biogeography and population genetics of neotropical vector species. Heredity (Edinb). 2007; 99: 245-256. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.hdy.6801002>.

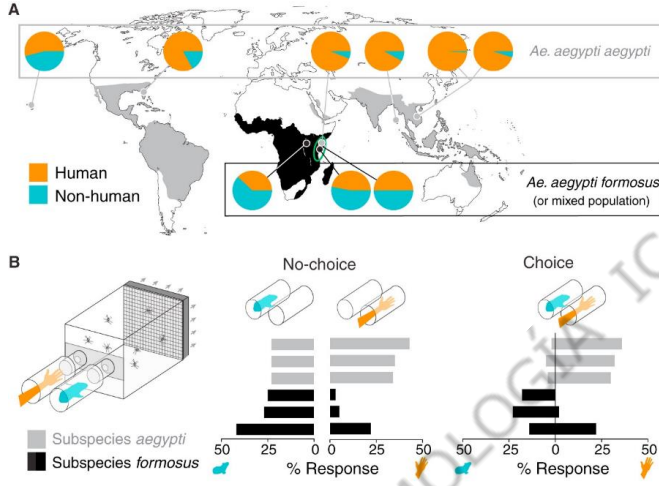






**Cambios evolutivos en la periferie olfativa, incluso a nivel molecular, pueden impactar significativamente en la preferencia del hospederos.**

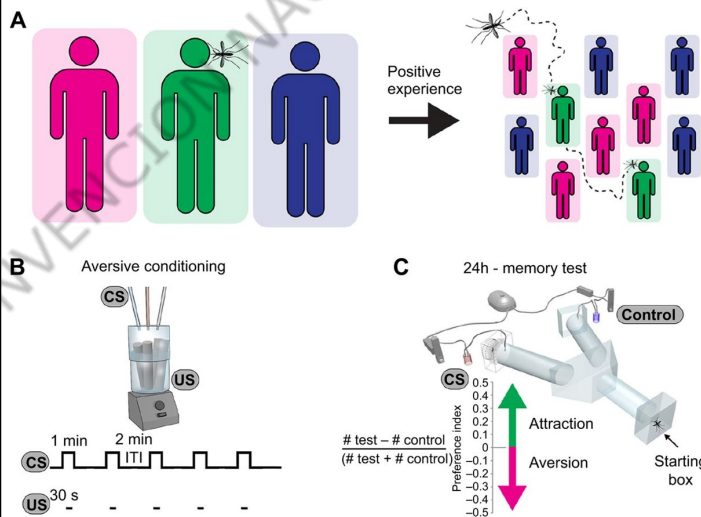
La proteómica y transcriptómica, revelaron diferencias en la abundancia de proteínas de unión a odorantes de mosquitos estrechamente relacionados con la preferencias de hospederos



**Aedes aegypti aegypti** ha desarrollado fuerte preferencia por el olor del cuerpo humano. (A) Mapa que muestra la distribución aproximada de los *Ae. aegypti aegypti* adaptado para humanos (gris) y *Ae. aegypti formosus* (negro) oportunista. El óvalo verde marca el área a lo largo de la costa Este de África donde conviven las dos subespecies. (B) Un ejemplo temprano de la atracción del huésped y los ensayos de preferencias de hospederos en un olfatómetro de dos puertos (1973)

McBride, C. S. (2016). Genes and Odors Underlying the Recent Evolution of Mosquito Preference for Humans. *Current Biology*, 26(1), R41-R46. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.11.032>

**Los mosquitos son capaces de aprender y modificar sus comportamientos en la preferencia de hospederos en base a la experiencia previa**

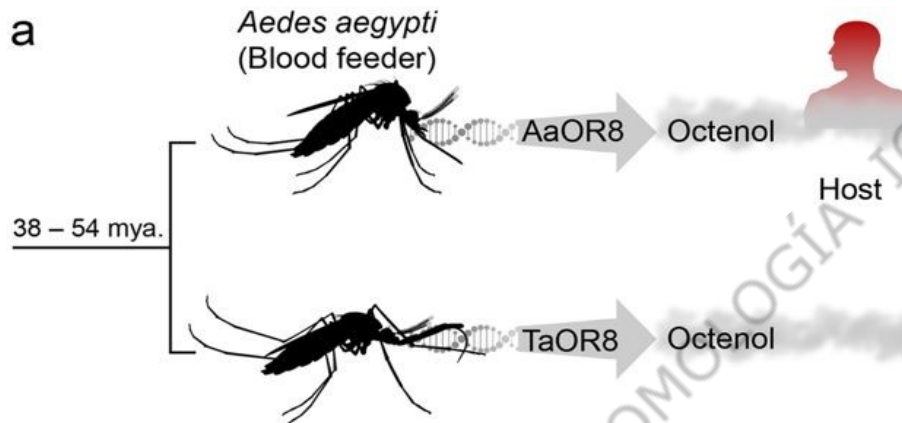


- Los mosquitos aprenden a enfocar la preferencia de hospederos en un subconjunto de la población después de asociar sus señales sensoriales con experiencias positivas de alimentación sanguínea
- Experiencia de alimentación negativa puede ocurrir si los hospederos están a la defensiva o proveen comidas de sangre de baja calidad, y sus señales se asociarán con la aversión condicionada.

Vantaux *et al.* (2014) demostraron que la experiencia previa puede afectar la preferencia de hospederos

(Wolff & Riffell, 2018)

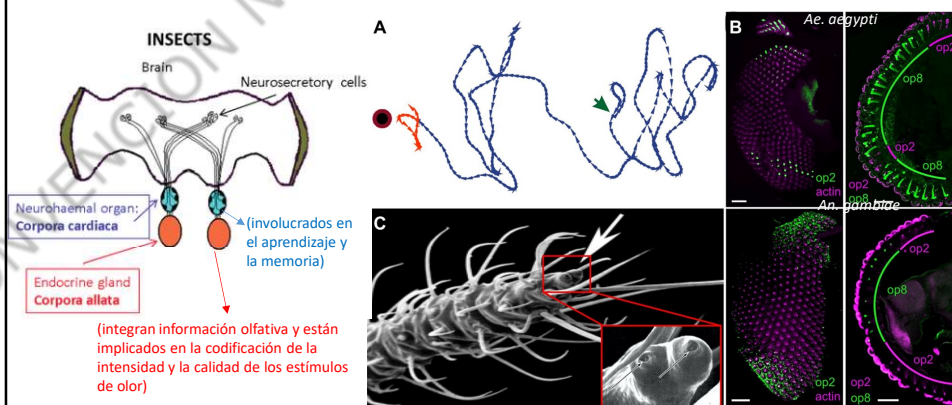
- En *An. gambiae*, la proteína receptora AgOR8 es sensible al 1-octen-3-ol, al igual que sus ortólogos AaOR8 en *Ae. aegypti* y CqOr118 en *Cx. quinquefasciatus* (Wang *et al.*, 2010 ; Bohbot *et al.*, 2013 ; Hill *et al.*, 2015 ; Majeed *et al.*, 2016 ).
- 1-Octen-3-ol trabaja de forma sinérgica con el CO2, motivaron la hematofagia en especies como *Ae. aegypti* y *An. gambiae*, mientras que repele a *Cx. quinquefasciatus* (Xu *et al.*, 2015)



(a) *Aedes aegypti* y *Toxorhynchites* divergieron hace 40 millones de años (MY). Ambos insectos pueden detectar el octenol (1-Octen-3-ol) en ambientes superpuestos y diferentes. (b) Genes TaOR8 y AaOR8 comparten 81.47% de identidad de secuencia de aminoácidos (rojo). Genes AaegOr4 son altamente expresadas y más sensibles al sulcatona? un componente del olor humano

### La integración de los diferentes sentidos contribuye al comportamiento de búsqueda del huésped.

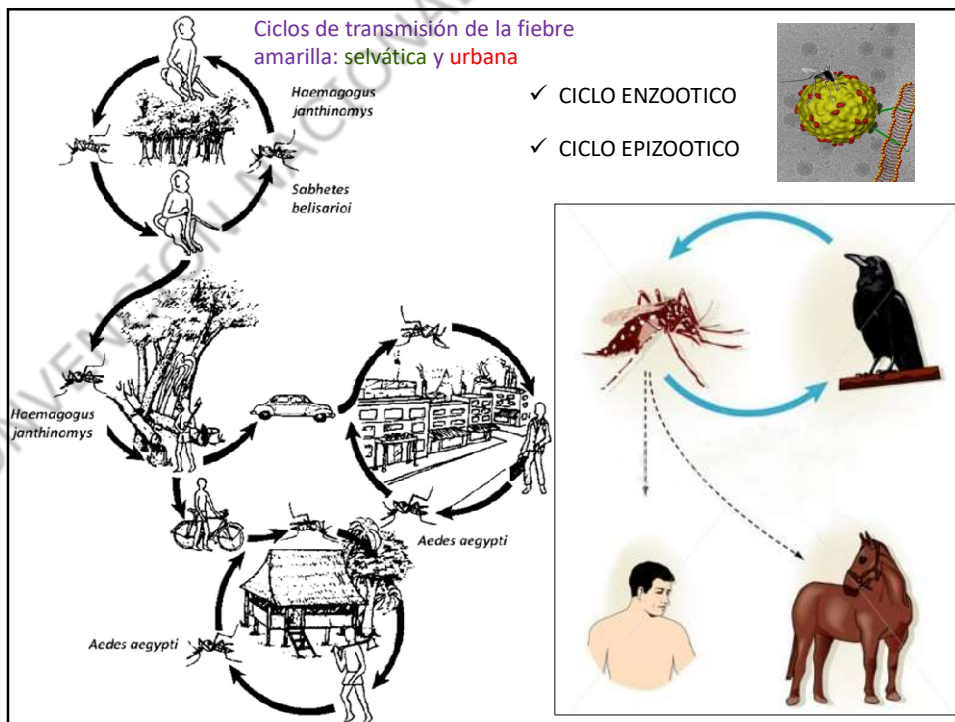
(A) Después de encontrar la columna de olor (flecha verde), el sistema del mosquito se "enciende" para mediar la atracción hacia objetos oscuros de alto contraste (círculo rojo oscuro, que está emitiendo calor). (B) Los omatidios de diferentes especies de mosquitos exhiben patrones similares de expresión de opsinas (tintes fluorescentes).



La parte ventral del ojo proporciona información visual útil en la alimentación y en el comportamiento de oviposición (genes opsin2 como opsin8, codifican opsinas sensibles a la luz UV y longitudes de onda larga, respectivamente).

Wolff, G. H., & Riffell, J. A. (2018). Olfaction, experience and neural mechanisms underlying mosquito host preference. *Journal of Experimental Biology*, 221(4), jeb157131. <https://doi.org/10.1242/jeb.157131>





INSECTO VECTOR	PATÓGENO	ENFERMEDAD
<i>Aedes</i>	alphavirus	
<i>Aedes</i>	alphavirus	
<i>Aedes</i>	alphavirus	
<i>Aedes</i>	alphavirus	
<i>Aedes</i>	<i>Brugia malayi</i>	
<i>Aedes</i>	bunyavirus	
<i>Aedes</i>	bunyavirus	
<i>Aedes</i>	bunyavirus	
<i>Aedes</i>	bunyavirus	
<i>Aedes</i>	flavivirus	
<i>Aedes</i>	flavivirus	
<i>Aedes</i>	flavivirus	
<i>Aedes</i>	<i>Wuchereria bancrofti</i>	
<i>Anopheles</i>	alphavirus	
<i>Anopheles</i>	flavivirus	
<i>Anopheles</i>	bunyavirus	
<i>Anopheles</i>	bunyavirus	
<i>Anopheles</i>	bunyavirus	
<i>Anopheles</i>	bunyavirus	I
<i>Anopheles</i>	<i>Plasmodium</i>	F
<i>Anopheles</i>	<i>Wuchereria bancrofti</i>	F

## CONCLUSIONES

1. Las diferencias en la transducción sensorial, la codificación neural y la plasticidad alimenticia de los mosquitos, afectan las respuestas a los métodos de control vectorial, incluidas las trampas, repelentes y redes de captura.
2. Existe evidencia de que la experiencia y el aprendizaje afectan las respuestas de los mosquitos a los agentes de control y repelentes como el DEET. Comprender los mecanismos neurobiológicos del aprendizaje diferencial de los mosquitos, podría ayudar en la búsqueda de repelentes más efectivos en diferentes partes del mundo.
3. Alterar los genes que median los comportamientos de preferencia de hospederos o la plasticidad que permite el cambio de comportamiento alimenticio, es una línea de investigación prometedora.



Thank you very much for your  
attention

## Referencias bibliográficas

- Bradshaw, W. E., Burkhart, J., Colbourne, J. K., Borowczak, R., Lopez, J., Denlinger, D. L., ... Holzapfel, C. M. (2018). Evolutionary transition from blood feeding to obligate nonbiting in a mosquito. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(5), 1009-1014. <https://doi.org/10.1073/pnas.1717502115>
- Champion, C. J., & Xu, J. (2017). The impact of metagenomic interplay on the mosquito redox homeostasis. *Free Radical Biology and Medicine*, 105, 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.11.031>
- Lehane, M. J. (1991). Feeding preferences of blood-sucking insects. En M. J. Lehane (Ed.), *Biology of Blood-Sucking Insects* (pp. 14-24). [https://doi.org/10.1007/978-94-011-7953-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-011-7953-9_3)
- Lehane, M. J. (2005). *The Biology of Blood-Sucking in Insects* (Second Edition). Recuperado de [www.cambridge.org](http://www.cambridge.org)
- McBride, C. S., Baier, F., Omondi, A. B., Spitzer, S. A., Lutomiah, J., Sang, R., ... Vosshall, L. B. (2014). Evolution of mosquito preference for humans linked to an odorant receptor. *Nature*, 515(7526), 222-227. <https://doi.org/10.1038/nature13964>
- Rabelo, K. C. N., Albuquerque, C. M. R., Tavares, V. B., Santos, S. M., Souza, C. A., Oliveira, T. C., ... Crovella, S. (2016). Detecting multiple DNA human profile from a mosquito blood meal. *Genetics and Molecular Research*, 15(3). <https://doi.org/10.4238/gmr.15037547>
- Santos, C. S., Pie, M. R., da Rocha, T. C., & Navarro-Silva, M. A. (2019). Molecular identification of blood meals in mosquitoes (Diptera, Culicidae) in urban and forested habitats in southern Brazil. *PLOS ONE*, 14(2), e0212517. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212517>
- Takken, W., & Verhulst, N. O. (2013). Host preferences of blood-feeding mosquitoes. *Annual review of entomology*, 58, 433-453. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153618>
- Wolff, G. H., & Riffell, J. A. (2018). Olfaction, experience and neural mechanisms underlying mosquito host preference. *The Journal of Experimental Biology*, 221(4), jeb157131. <https://doi.org/10.1242/jeb.157131>