

# ¿Qué atrae a las hembras de los mosquitos a oviponer? Los secretos detrás de sus elecciones.

ADRIANA E. FLORES SUÁREZ\*, SELENE M. GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ, JESÚS A. DÁVILA BARBOZA, EDUARDO A. REBOLLAR TÉLLEZ, IRAM P. RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, DANIELA CERDA APRESA, BEATRIZ LÓPEZ MONROY.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad, s/n Cd. Universitaria, 66455 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. [adriana.floressr@uanl.edu.mx](mailto:adriana.floressr@uanl.edu.mx) [selene.gutierrezro@uanl.edu.mx](mailto:selene.gutierrezro@uanl.edu.mx) [jdavilab@uanl.edu.mx](mailto:jdavilab@uanl.edu.mx) [eduardo.rebollartl@uanl.edu.mx](mailto:eduardo.rebollartl@uanl.edu.mx) [iram.rodriguezsa@uanl.edu.mx](mailto:iram.rodriguezsa@uanl.edu.mx) [daniela.cerdaap@uanl.edu.mx](mailto:daniela.cerdaap@uanl.edu.mx) [beatriz.lopezmr@uanl.edu.mx](mailto:beatriz.lopezmr@uanl.edu.mx)

\*Correspondencia: [adriana.floressr@uanl.edu.mx](mailto:adriana.floressr@uanl.edu.mx)



**Palabras clave:** Mosquitos, comportamiento de oviposición, infoquímicos, semioquímicos, urbanización, cambio climático, ovitrampa autocida, control vectorial.

**Keywords:** Mosquitoes, oviposition behavior, infochemicals, semiochemicals, urbanization, climate change, autocidal ovitrap, vector control.

## RESUMEN

La selección de sitios de oviposición por parte de las hembras de mosquitos es un proceso multifactorial que integra señales químicas, factores físicos y adaptaciones evolutivas. Este comportamiento no solo asegura la supervivencia de la descendencia, sino que también tiene implicaciones críticas en la transmisión de enfermedades como el dengue, malaria y Zika, entre otras. Este artículo explora los mecanismos involucrados en la selección de sitios de oviposición, destacando el papel de las señales químicas, su integración con factores físicos y procesos ecológicos. También se aborda cómo la urbanización y el cambio climático han alterado significativamente los patrones de oviposición, generando hábitats artificiales y modificando la dinámica poblacional de los mosquitos. Finalmente, se analiza cómo estos conocimientos han impulsado el desarrollo de herramientas innovadoras de control vectorial, incluyendo ovitrampas autocidas, dispositivos autodiseminadores y materiales novedosos como hidrogeles y semioquímicos para atraer o repeler hembras grávidas. Estas estrategias integradas ofrecen herramientas efectivas para la vigilancia, reducción de poblaciones vectoriales y mitigación de enfermedades transmitidas por mosquitos.

## ABSTRACT

Oviposition site selection by female mosquitoes is a multifactorial process integrating chemical signals, physical factors, and evolutionary adaptations. This behavior not only ensures the survival of their offspring but also has critical implications for the transmission of diseases such as dengue, malaria, and Zika, among others. This article explores the mechanisms involved in oviposition site selection, highlighting the role of chemical signals and their integration with physical factors and ecological processes. It also addresses how urbanization and climate change have significantly altered oviposition patterns, created artificial habitats, and modified mosquito population dynamics. Finally, the article examines how this knowledge has driven the development of innovative vector control tools, including autocidal ovitraps, autodissemination devices, and novel materials such as hydrogels and semiochemicals to attract or repel gravid females. These integrated strategies provide effective tools for mosquito surveillance, vector population reduction, and the mitigation of mosquito-borne diseases.

## INTRODUCCIÓN

Alguna vez te has preguntado por qué las hembras de mosquito eligen ciertos lugares para depositar sus huevos? Esta pregunta, que podría parecer trivial, encierra secretos fascinantes para comprender mejor a estos pequeños pero importantes insectos. La selección de sitios de oviposición por parte de las hembras de mosquito es un proceso multifactorial que combina aspectos químicos, ambientales y comportamentales para garantizar la supervivencia de la descendencia (Rey y O'Connell, 2014). Este proceso tiene implicaciones críticas en ecología y salud pública, ya que los mosquitos son vectores de enfermedades como el dengue, la malaria, el Zika, la fiebre amarilla, entre otras, que afectan anualmente a millones de personas en regiones tropicales y subtropicales (World Health Organization, 2024).

Actualmente, se reconocen más de 3,700 especies de mosquitos en el mundo (Mosquito Taxonomic Inventory, 2024), las cuales exhiben estrategias reproductivas diferentes en cuanto al tipo de huevo y su tiempo de eclosión, lo que refleja adaptaciones al ambiente en el que se desarrollan. En términos generales, los huevos pueden clasificarse como de eclosión rápida o eclosión retardada, dependiendo de su respuesta al entorno tras ser depositados.

Los huevos de eclosión rápida completan su desarrollo embrionario poco después de ser puestos en cuerpos de agua permanentes o semipermanentes, eclosionando en un plazo de 24 a 48 horas. Este tipo de huevo es típico de especies como *Culex quinquefasciatus* y *Anopheles gambiae*, que aprovechan hábitats con disponibilidad constante de agua (Metz et al., 2022; Prasad et al., 2023). Por el contrario, los huevos de eclosión retardada están adaptados a ambientes más inestables o temporales, como charcas que se secan estacionalmente o recipientes expuestos a desecación. En este caso, los embriones completan su desarrollo, pero permanecen en estado de latencia (una pausa en la eclosión que depende de condiciones ambientales externas) dentro del huevo hasta que reciben estímulos adecuados, como el contacto con agua fresca o cambios fisicoquímicos como la reducción del oxígeno disuelto (Christophers, 1960; Diniz et al., 2017). Este tipo de estrategia permite a especies como *Aedes aegypti* mantener la viabilidad de los huevos durante semanas o incluso meses en ambientes secos, y eclosionar cuando el agua vuelve a estar disponible.

Adicionalmente, algunas especies presentan diapausa embrionaria (una pausa del desarrollo regulada internamente, incluso si las condiciones externas son favorables), inducida por señales ambientales como

el fotoperíodo. Esta estrategia permite sincronizar la eclosión con estaciones más favorables, como la temporada de lluvias o temperaturas cálidas, y se ha documentado en especies como *Aedes albopictus*, *Aedes atropalpus* y *Culex pipiens* (Diniz et al., 2017). Esta diapausa se acompaña de adaptaciones metabólicas, como el aumento en el almacenamiento de lípidos, que aseguran la supervivencia durante el periodo de inactividad (Prasad et al., 2023).

La variabilidad en estas estrategias de eclosión influye directamente en la selección de sitios de oviposición, ya que las hembras deben evaluar cuidadosamente las condiciones del ambiente para maximizar la probabilidad de supervivencia de su descendencia.

El comportamiento de oviposición en mosquitos está mediado principalmente por señales químicas, conocidas como infoquímicos (compuestos que transmiten información entre organismos y que influyen en su comportamiento o fisiología). Dentro de estos, se encuentran las feromonas (compuestos que median comunicación entre individuos de la misma especie) y los aleloquímicos (compuestos que median interacciones entre individuos de diferentes especies), que incluyen sinomonas, kairomonas y alomonas. Estos compuestos son emitidos por organismos vivos y juegan un papel clave en las interacciones ecológicas, provocando respuestas fisiológicas o de comportamiento que benefician al emisor, al receptor o a ambos (Dicke y Sabelis, 1988). Entre estos infoquímicos se encuentran compuestos ampliamente estudiados en el contexto de la oviposición en mosquitos (Bentley y Day, 1989; Millar et al., 1992; Allan y Kline, 1998; Mboera et al., 1999; Sumba et al., 2004; Torres-Estrada et al., 2005; Lindh et al., 2008; Eneh et al., 2016; Wondwosen et al., 2017; Asmare et al., 2017; Mwingira et al., 2020a; Melo et al., 2020). Además de los infoquímicos, se han descrito las apneumonas como compuestos emitidos por material no vivo, como la materia orgánica en descomposición, que pueden mediar interacciones relacionadas con la oviposición. Sin embargo, según Nordlund y Lewis (1976), las apneumonas se clasifican de manera separada y no forman parte de los infoquímicos, ya que su definición depende del origen de los compuestos más que de su papel en la interacción. Tanto los infoquímicos como las apneumonas forman parte del grupo más amplio de semioquímicos, que engloba todas las señales químicas utilizadas en la comunicación, ya sea intraespecífica, interespecífica o incluso entre organismos vivos y su entorno. Estas sustancias permiten a las hembras grávidas (con huevos desarrollados) identificar hábitats que maximicen la probabilidad de supervivencia de sus crías, funcionando como indicadores de condiciones favorables. Estas condiciones óptimas incluyen señales

químicas que reflejan la calidad del hábitat necesario para un buen desarrollo larval. Sin embargo, este proceso puede estar influenciado por la densidad ecológica, ya que, en *Aedes aegypti*, se ha observado que criaderos con una densidad superior a 4 larvas/ml generan una disminución en la oviposición. Esto ocurre porque dichas señales químicas pueden indicar un escenario potencial de hacinamiento larval, lo que desincentiva a las hembras grávidas a depositar sus huevos (Benzon y Apperson, 1988). Además de los semioquímicos, factores físicos y ambientales como la textura, la humedad, la temperatura y la salinidad del agua desempeñan un papel importante en la selección de sitios de oviposición (Chaves y Kitron, 2011; Choo et al., 2015). Estos elementos son cuidadosamente evaluados por las hembras grávidas para garantizar que el sitio seleccionado brinde las mejores condiciones posibles para la supervivencia de su descendencia.

La complejidad de este proceso no solo se basa en las señales inmediatas del entorno, sino también en adaptaciones evolutivas que han moldeado el comportamiento de oviposición de los mosquitos. Estrategias como la dispersión de huevos en múltiples sitios, la selección de hábitats protegidos y la habilidad de acceder a pequeños refugios muestran cómo los mosquitos han optimizado su éxito reproductivo frente a diversos desafíos ecológicos (Colton et al., 2003; Day, 2016). Estos comportamientos no solo aseguran la supervivencia de sus crías, sino que también influyen directamente en la dinámica poblacional de los mosquitos y, en consecuencia, en la transmisión de enfermedades.

En este artículo se abordan dos dimensiones complementarias del comportamiento de oviposición en mosquitos: primero, los factores químicos y físicos que median directamente la selección del sitio de puesta y posteriormente, los elementos ecológicos y antropogénicos, como la urbanización y el cambio climático, que modifican el contexto en el que estas decisiones ocurren.

## 1. COMPORTAMIENTO DE OVIPOSICIÓN: DE LOS ORÍGENES A LAS APLICACIONES ACTUALES

El estudio del comportamiento de oviposición en mosquitos ha evolucionado significativamente desde las primeras observaciones de campo realizadas a principios del siglo XX. Inicialmente, los investigadores se centraron en describir patrones de oviposición en diferentes hábitats naturales y artificiales (Haddow, 1942). Con el tiempo, el desarrollo de técnicas moleculares y químicas permitió la identificación de compuestos específicos que atraen o repelen a las hembras grávidas.

En la década de 1980, Bentley y Day (1989) establecieron la base de la ecología química de la oviposición al identificar que compuestos volátiles generados por microorganismos en el agua desempeñan un papel importante en la atracción de *Aedes aegypti*, el mosquito transmisor del dengue y otras enfermedades virales. Desde entonces, los avances tecnológicos, como la espectrometría de masas acoplado con sistemas de electroantenografía y el análisis molecular, han permitido profundizar en la comprensión de los mecanismos asociados a estas respuestas comportamentales, incluyendo la identificación de receptores olfativos específicos involucrados en la detección y respuesta biológica de señales químicas clave (Pickett y Woodcock, 1996; McMeniman et al., 2014; Raji et al., 2019; Ruel y Bohbot, 2022).

En las últimas dos décadas, el enfoque se ha desplazado hacia la integración de hallazgos científicos con estrategias prácticas de control vectorial. Por ejemplo, las trampas de oviposición han evolucionado para incluir compuestos químicos atrayentes identificados en estudios previos (Reiter et al., 1991) optimizando su diseño para maximizar la detección, monitoreo y control de poblaciones de *Aedes* spp. (Delatte et al., 2008; Brouazin et al., 2022).

Aunque la manipulación genética ha demostrado ser eficaz para reducir poblaciones de mosquitos mediante estrategias como la introducción de genes letales (Carvalho et al., 2015), la liberación de machos estériles (Alphey et al., 2010) o el uso de simbiosis bacterianos como *Wolbachia* para inducir incompatibilidades reproductivas (Bourtzis et al., 2014), su aplicación dirigida a modificar las preferencias de oviposición aún no ha sido explorada. Sin embargo, el entendimiento cada vez más detallado de los mecanismos asociados al comportamiento de oviposición, como el reconocimiento de señales químicas y factores ambientales específicos, abre una ventana de oportunidades para utilizar este enfoque en futuras estrategias de control vectorial.

## 2. FACTORES QUE MEDIAN LA SELECCIÓN DEL SITIO DE OVIPOSICIÓN

La selección del sitio de oviposición por parte de las hembras grávidas implica una integración compleja de señales químicas y físicas que interactúan con múltiples componentes del entorno (Fig.1). Estas señales provienen de diversas fuentes como plantas, microorganismos, depredadores y organismos conespecíficos, y actúan como indicadores clave de la calidad del hábitat donde se depositarán los huevos. La capacidad de los mosquitos para seleccionar sitios de oviposición está íntimamente ligada a la percepción de señales químicas provenientes

de su entorno. Estas señales actúan como indicadores clave de la calidad del hábitat, permitiendo a las hembras grávidas evaluar factores como la disponibilidad de recursos (Khan et al., 2023; Torto y Tchouassi, 2024; Avramov et al., 2024), la presencia de conspecíficos (Mwingira et al. 2020b), el riesgo de depredación o la competencia intraespecífica (Blaustein et al., 2004; Kiflawi et al., 2003; Silberbush et al., 2011). Emitidas por conspecíficos, microorganismos y plantas, estas sustancias químicas median complejas interacciones ecológicas que han sido moldeadas por la evolución (Millar et al., 1992; Allan y Kline, 1998; Mboera et al., 1999; Trexler et al., 2003; Mwingira et al., 2020b; Torto y Tchouassi, 2024). Su estudio no solo ayuda a comprender las estrategias reproductivas de especies como *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* y *Anopheles gambiae* (Mwingira et al., 2020a; Melo et al., 2020), sino que también abre nuevas posibilidades para desarrollar herramientas innovadoras en el control vectorial (Asmare et al., 2017; Wondwosen et al., 2021).

### 2.1. SEÑALES QUÍMICAS EMITIDAS POR ORGANISMOS CONESPECÍFICOS

Los compuestos volátiles emitidos por organismos conespecíficos desempeñan un papel importante en la atracción de hembras grávidas de mosquitos. En *Culex quinquefasciatus*, el compuesto eritro-6-acetoxi-5-hexadecanolida es una feromona producida en las secreciones de las balsas de huevos, que no solo atrae a individuos de su propia especie, sino también a otras especies como *Culex tarsalis*, *Culex cinereus* y *Culex tigripes* (Laurence y Pickett, 1985; Hwang et al., 1987; Mboera et al., 1999; Braks et al., 2007). Estas especies, además de ser posibles competidores, incluyen a *Cx. tigripes*, cuyos estadios larvales son depredadores eficientes de las larvas de *Cx. quinquefasciatus* (Mboera et al., 1999). En *Aedes aegypti*, los huevos emiten compuestos como el ácido dodecanoico y el metil (Z)-9-octadecenoato, que resultan atrayentes para *Ae. aegypti* y *Cx. quinquefasciatus*, mientras que otros compuestos, como el ácido hexadecanoico, tienen efectos deterrentes (disuasorios) (Ganesan et al., 2006; Sivakumar et al., 2011). Además, compuestos volátiles como el heneicosano, derivados de los huevos de *Ae. aegypti*, han demostrado ser altamente atrayentes para hembras de esta especie (Mendki et al., 2000). En el caso de las larvas, los compuestos volátiles, como el nonano producido por *Anopheles gambiae*, atraen tanto a esta misma especie como a *Cx. quinquefasciatus*. Además, la 2,4-pentanodiona, también producida por *An. gambiae*, actúa como atrayente para su propia especie, mientras que el dimetiltrisulfuro, otro compuesto liberado por *An. gambiae*, puede ejercer un efecto repelente sobre ella (Schoelitz et al., 2020).

La densidad larval también influye en el comportamiento de oviposición, favoreciendo la puesta de huevos

cuando las densidades son bajas y actuando como inhibidor cuando estas son altas, como se ha observado en *An. gambiae* (Sumba et al., 2008).

### 2.2. SEÑALES QUÍMICAS EMITIDAS POR MICROORGANISMOS

Los microorganismos tienen un papel clave en la modulación del comportamiento de oviposición de hembras grávidas de mosquitos mediante la emisión de señales químicas específicas (Girard et al., 2021). Por ejemplo, *Pseudomonas aeruginosa* emite 7,11-dimetil-octadecano, un compuesto que atrae a *Aedes aegypti* (Ikeshoji et al., 1979), mientras que *Psychrobacter immobilis* y *Sphingobacterium multivorum* producen volátiles no identificados que atraen a *Aedes albopictus* (Trexler et al., 2003). Diversas bacterias como *Pantoea*, *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Aeromonas* y *Bacillus* spp. emiten compuestos químicos que atraen a *Anopheles gambiae*. Sin embargo, *Stenotrophomonas maltophilia* actúa como deterrente para esta especie (Huang et al., 2006). *Vibrio metchnikovii* produce 2-metil-3-decanol, un compuesto que también resulta atractivo para *An. gambiae* (Lindh et al., 2008). Además, volátiles de varias especies de bacterias, como ácidos carboxílicos y ésteres metílicos, son atrayentes para *Ae. aegypti* (Ponnusamy et al., 2008; Ponnusamy et al., 2010a). En el caso de cianobacterias como *Kamptonomia* sp., el geosmin es un compuesto que atrae a *Ae. aegypti* (Melo et al., 2020). Compuestos volátiles emitidos por *Leptolyngbya* a partir de biopelículas cianobacterianas pueden atraer a *Anopheles albimanus* y *Anopheles vestitipennis* en concentraciones bajas (Rejmánková et al., 2005). Este conjunto de interacciones químicas resalta el papel de los microorganismos en los patrones de oviposición de diferentes especies de mosquitos.

Además, hongos asociados a rizomas emiten cedrol, un compuesto volátil que atrae a *Anopheles arabiensis* y *Anopheles gambiae* (Eneh et al., 2016). Por otro lado, *Polyporus* spp. y *Trichoderma viride* producen compuestos que tienen efectos opuestos: el primero atrae a *Aedes aegypti*, mientras que el segundo actúa como deterrente para *Culex quinquefasciatus* (Sivagnaname et al., 2001; Geetha et al., 2003).

Entre los protistas, *Ascogregarina taiwanensis* emite volátiles no caracterizados que atraen a *Aedes aegypti* (Reeves, 2004). De manera similar, la levadura *Candida near pseudoglebosa* produce señales químicas que también resultan atractivas para *Ae. aegypti* (Reeves, 2004).

### 2.3 METABOLITOS SECUNDARIOS DE PLANTAS Y OTROS COMPUESTOS QUÍMICOS

Las plantas y sus metabolitos secundarios desempeñan un papel importante en el comportamiento de oviposición de los mosquitos (Mwingira et al., 2020a).

Por ejemplo, el pasto de bambú (*Arundinaria gigantea*) emite compuestos que atraen a *Culex stigmatosoma* (Beehler et al., 1994). En el pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*), compuestos como el 3-metilindol, el 4-metilfenol y el 4-etilfenol atraen a *Culex tarsalis* y *Culex quinquefasciatus* (Beehler et al., 1994; Mboera et al., 2000; Millar et al., 1992; Blackwell et al., 1993).

Otras especies vegetales como *Brachiaria mutica*, *Jouvea straminea*, *Erthrolipsis spadicea* y *Ceratophyllum demersum* producen compuestos como el isoeugenol, el longifoleno y el cariofileno, cuyos efectos dependen de la concentración: altas concentraciones repelen a *Anopheles albimanus*, mientras que concentraciones bajas lo atraen (Torres-Estrada et al., 2005). Las ciperáceas, como *Typha domingensis* y *Typha latifolia*, emiten volátiles que, en el caso de *T. domingensis*, pueden atraer a *An. albimanus* y *Anopheles vestitipennis* a bajas concentraciones, pero reducen la oviposición a concentraciones más altas (Rejmánková et al., 2005). Por su parte, *T. latifolia* atrae a *Coquillettia perturbans* (Serandour et al., 2010).

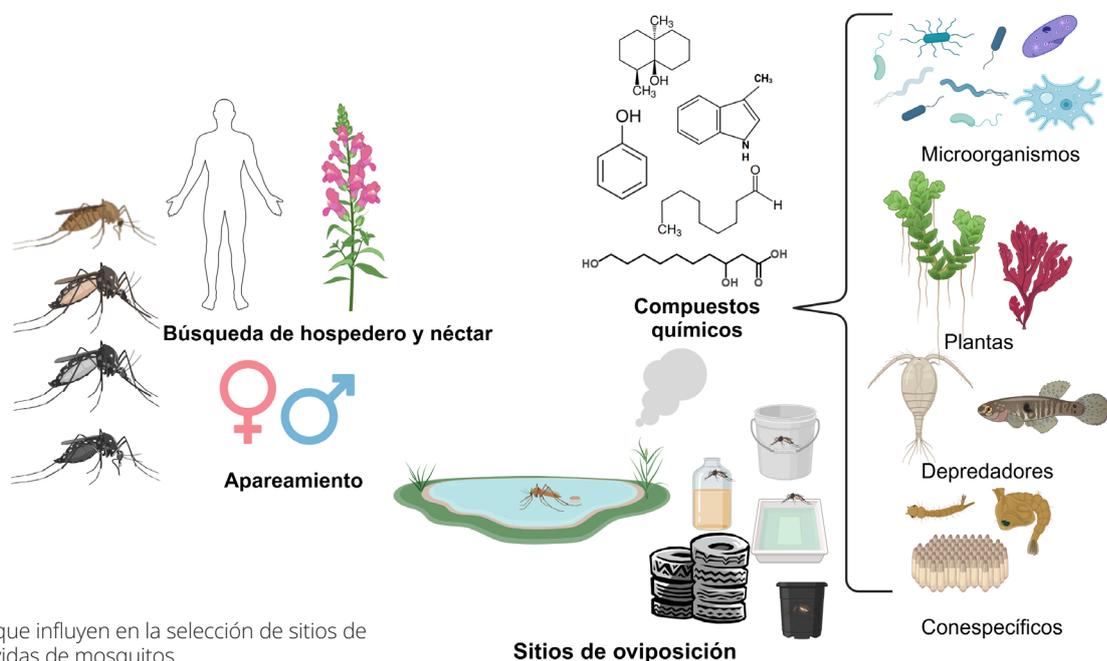
Las algas, como *Spyrogyra majuscula* y *Cladophora glomerata*, emiten compuestos volátiles que atraen a *Anopheles pseudopunctipennis* (Bond et al., 2005; Rejmankova et al., 2005). En árboles como *Quercus alba* (roble blanco), las infusiones de hojas fermentadas por períodos cortos atraen a *Aedes aegypti*, mientras que infusiones con fermentación más prolongada atraen a *Aedes albopictus* (Ponnusamy et al., 2010b). Las hojas de *Quercus nigra* (roble de agua) son atractivas para *Ae. albopictus*, mientras que *Pinus palustris* (pino de hoja larga) emite volátiles que tienen un efecto disuasivo en esta especie (Obenauer et al., 2010).

Las hojas de diversas plantas también influyen, como en *Aedes triseriatus*, que deposita un mayor número de huevos en infusiones de hojas en descomposición (Trexler et al., 1998). Como las infusiones de heno que suelen ser atractivas para hembras grávidas de *Aedes aegypti* (Chadee et al., 1993; Aguilar-Durán et al., 2024).

Compuestos secundarios como los flavonoides (por ejemplo, poncirina, rohtofolina, naringina y marmeisina) derivados de *Poncirus trifoliata* (naranja amarga) han demostrado efectos disuasivos en *Aedes aegypti* (Rajkumar y Jebanesan, 2008). Incluso compuestos no vegetales como las soluciones acuosas de fertilizantes NPK (nitrógeno, fósforo y potasio) pueden tener un efecto moderado, atrayendo a *Ae. aegypti* en concentraciones específicas, aunque concentraciones más altas no inducen atracción significativa (Darriet y Corbel, 2008; Darriet et al., 2010).

#### 2.4. SEÑALES QUÍMICAS EMITIDAS POR DEPREDADORES Y OTROS ORGANISMOS

Los depredadores y otros organismos emiten señales químicas, conocidas como kairomonas, que influyen significativamente en el comportamiento de oviposición de los mosquitos y en las respuestas antipredatorias de sus larvas. Por ejemplo, la libélula *Anax imperator* y el escarabajo buceador *Eretes griseus* producen señales volátiles que disuaden a *Culiseta longiareolata* y *Culex tritaeniorhynchus*, respectivamente (Stav et al., 1999; Ohba et al., 2012). De manera similar, el nadador de dorso *Notonecta maculata* emite señales que repelen a *Cs. longiareolata* y *Anopheles gambiae* (Spencer et al., 2002; Blaustein et al., 2004; Munga et al., 2006; Ohba et al., 2012).



**Figura 1.** Factores químicos que influyen en la selección de sitios de oviposición por hembras grávidas de mosquitos.

Las larvas de rana *Limnodynastes peronei*, *Crinia signifera* y *Bufo viridis* producen señales químicas que disuaden a *Culex quinquefasciatus*, *Ochlerotatus australis* y *Culiseta longiareolata*, respectivamente (Mokany y Shine, 2003; Blaustein y Kotler, 1993). Además, las ninfas de libélulas emiten señales de predación que influyen en el comportamiento de las larvas de mosquitos, provocando que reduzcan su movimiento. Esto favorece estrategias de evasión y disminuye la probabilidad de ser detectadas por depredadores (Kroth et al., 2025). Aunque estas señales suelen disuadir a las hembras grávidas de ovipositar, en algunos casos, como en *Aedes aegypti*, las hembras pueden elegir sitios con señales químicas de depredadores debido a la mayor disponibilidad de materia orgánica y recursos alimenticios, aun cuando esto implique un mayor riesgo para sus larvas (Albeny-Simões et al., 2014; Kroth et al., 2025).

Por otro lado, los copépodos, como *Mesocyclops longisetus*, emiten compuestos volátiles como el 3-carene, el  $\alpha$ -terpineno, el  $\alpha$ -copaene y el  $\delta$ -cadinene, que resultan atractivos para *Aedes aegypti* (Torres-Estrada et al., 2001). Moluscos como *Paphia undulata* producen señales que atraen a *Aedes albopictus* (Thavara et al., 2004), mientras que peces como *Gambusia affinis* y *Betta splendens* emiten señales químicas que disuaden a *Culex pipiens*, *Culex quinquefasciatus*, *Culex tarsalis* y *Ae. aegypti* (Angelon y Tetranka, 2002; Van Dam y Walton, 2008; Cavalcanti et al., 2009; Pamplona et al., 2009).

Estos hallazgos destacan la importancia de las señales químicas emitidas por depredadores y otros organismos en la regulación del comportamiento de oviposición, actuando como mecanismos de defensa o disuasión para evitar el establecimiento de mosquitos en áreas con alto riesgo de depredación o competencia.

## 2.5. FACTORES FÍSICOS Y SU INTERACCIÓN CON SEÑALES QUÍMICAS

La selección de sitios de oviposición por parte de los mosquitos está influenciada por una combinación de señales químicas y factores físicos, como la luz, la humedad, la temperatura, el pH, la textura del sustrato, el tamaño, el color del criadero y las características ópticas del agua (Fig. 2). Estas variables trabajan en conjunto para guiar a las hembras grávidas hacia hábitats que maximicen la supervivencia de su descendencia (Wong et al., 2011; Chumsri et al., 2018; Xia et al., 2021; Tchouassi et al., 2022).

La luz es uno de los factores físicos más relevantes, modulando los comportamientos de vuelo y oviposición. Especies como *Aedes aegypti* prefieren sitios de oviposición en condiciones de iluminación tenue, mientras que *Aedes albopictus*, *Culex quinquefasciatus* y *Anopheles gambiae* son atraídos por recipientes oscuros que reflejan menos luz (Williams, 1962;

Dhileepan, 1997; Hoel et al., 2011). Los reflejos de luz polarizada y ultravioleta en la superficie del agua también son utilizados por los mosquitos para identificar hábitats potenciales (Bentley y Day, 1989; Day, 2016). Sin embargo, este comportamiento puede variar entre especies; por ejemplo, *Ae. aegypti* no utiliza la luz polarizada para seleccionar sitios de oviposición (Bernáth et al., 2008). Esta interacción entre luz y señales químicas es importante para la localización precisa de sitios de oviposición, ya que los estímulos visuales pueden potenciar la respuesta a señales olfativas de largo alcance.

La humedad y la temperatura ambiental también influyen significativamente en el comportamiento de oviposición. Los receptores sensoriales en las antenas de los mosquitos les permiten evaluar la calidad del hábitat, siendo más activos en condiciones de alta humedad y temperaturas cálidas (Koenraadt et al., 2003; Zuharah y Lester, 2010; Day, 2016). Sin embargo, factores como la velocidad del viento pueden limitar la eficiencia del vuelo y la capacidad de localizar sitios adecuados (Day, 2016).

Los factores físicos también interactúan con la calidad del agua en el hábitat, que a menudo contiene señales químicas relacionadas con la descomposición de materia orgánica. En experimentos con infusiones vegetales como las de pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*), se observó que especies como *Aedes albopictus* y *Culex quinquefasciatus* mostraron preferencias por concentraciones específicas de compuestos asociados a la materia en descomposición. Sin embargo, estas preferencias también están moduladas por factores físicos, como la temperatura del agua, que puede influir en la dispersión y disponibilidad de los volátiles químicos (Allgood y Yee, 2017).

Otro aspecto por considerar es que las condiciones ambientales además determinan las estrategias de oviposición. Por ejemplo, *Aedes albopictus* adopta una estrategia más flexible al seleccionar diversos sitios de oviposición, lo que le permite reducir los riesgos asociados con las variaciones ambientales. En contraste, *Culex quinquefasciatus* prefiere sitios de oviposición con mayores concentraciones de recursos, mostrando una selección más específica (Allgood y Yee, 2017). Estas diferencias están influenciadas tanto por las señales químicas como por las propiedades físicas del entorno.

Las hembras grávidas de *Aedes aegypti* combinan estímulos químicos y táctiles para evaluar la idoneidad del sitio de oviposición, priorizando superficies que ofrecen un ambiente estable y recursos para el desarrollo larval (Bentley y Day, 1989; Mwingira et al., 2020a). En entornos naturales, la textura del sustrato

y la actividad de microorganismos que descomponen materia orgánica desempeñan un papel importante al modificar las señales químicas disponibles, las cuales interactúan con factores físicos del ambiente (Amarakoon et al., 2008).

En general, estas interacciones entre factores físicos y señales químicas no solo destacan la complejidad del comportamiento de oviposición en mosquitos, sino que también ofrecen oportunidades para diseñar trampas y estrategias de control más efectivas. Comprender cómo estos estímulos trabajan conjuntamente es esencial para el desarrollo de herramientas que imiten características atractivas para las hembras grávidas y que maximicen su eficacia en el manejo de vectores.

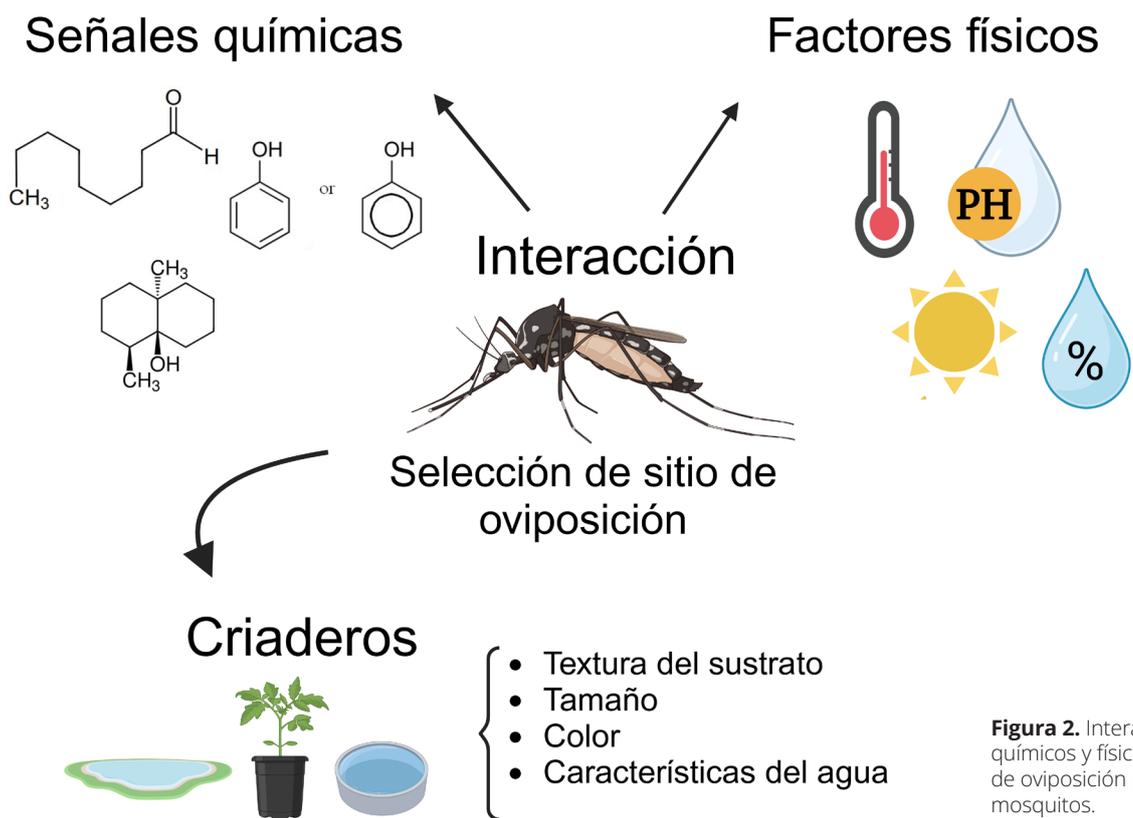
### 3. CAMBIOS AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA OVIPOSICIÓN

#### 3.1 INFLUENCIA DE LA URBANIZACIÓN

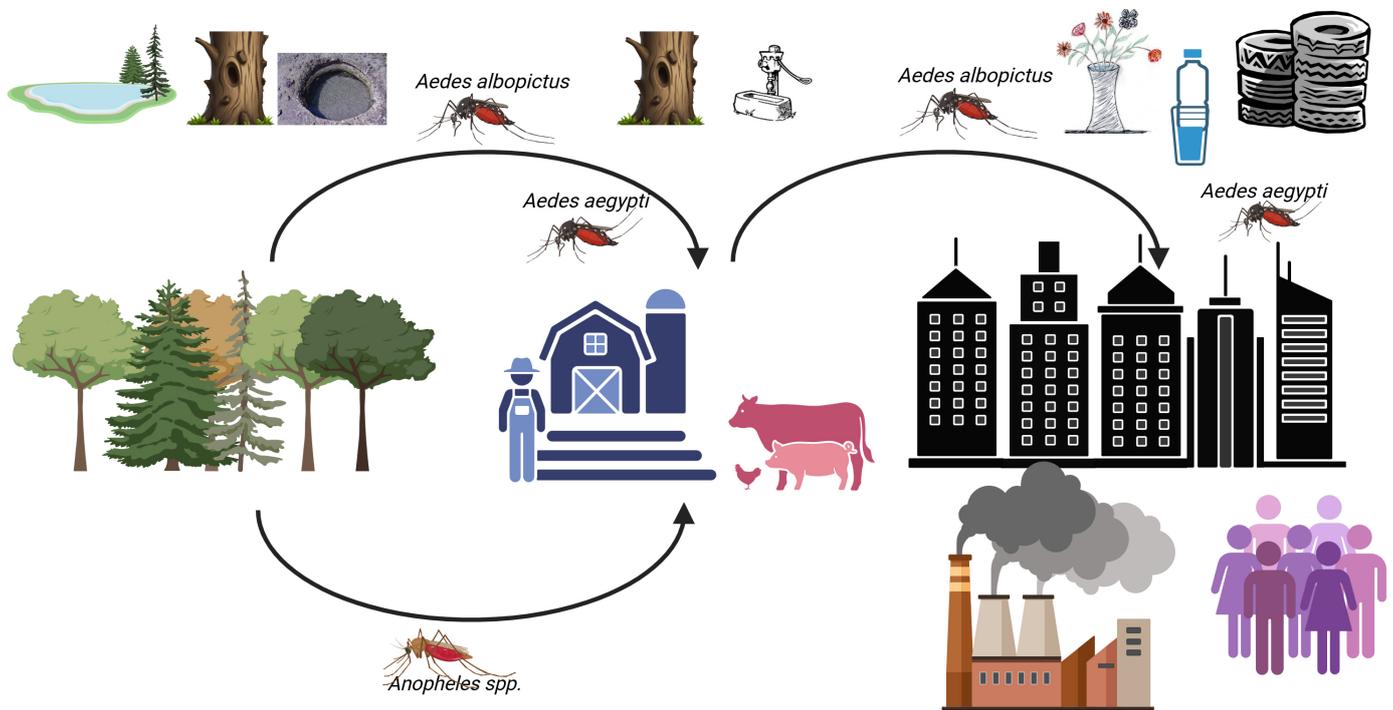
La urbanización ha transformado significativamente los ecosistemas, alterando los patrones de oviposición de mosquitos, especialmente en especies como *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, vectores de enfermedades como el dengue, Zika y chikungunya. La expansión de áreas urbanas, particularmente en países de ingresos bajos y medios, ha generado condiciones favorables para la reproducción de estos mosquitos, como el saneamiento deficiente, la alta densidad poblacional,

una gestión inadecuada del agua y los residuos sólidos (Abbasi, 2025). Esto ha dado lugar a la proliferación de criaderos artificiales, incluidos recipientes plásticos, tanques de agua, llantas y macetas, que retienen agua y proporcionan ambientes estables para la oviposición. Estas condiciones son aprovechadas particularmente por especies como *Ae. aegypti*, que muestra una notable capacidad de adaptación a los ambientes urbanizados (Wilke et al., 2019; Kolimenakis et al., 2021).

Además, la urbanización favorece la homogenización biótica, permitiendo que especies altamente adaptadas como *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* dominen el paisaje urbano, desplazando a otras menos resilientes hacia hábitats rurales o naturales (Reiter, 1996; Wilke et al., 2019; Kolimenakis et al., 2021). Los paisajes urbanos no solo eliminan hábitats naturales y depredadores, sino que también intensifican la acumulación de desechos, generando criaderos estables y predecibles. Estas condiciones favorecen la reproducción de especies como *Ae. aegypti*, que utiliza depósitos artificiales pequeños para ovipositar, aumentando su capacidad de colonizar áreas urbanizadas (Juliano y Lounibos, 2005; Wilke et al., 2019). Este fenómeno se ve exacerbado por la densidad de población humana, que incrementa el contacto entre humanos y vectores, amplificando el riesgo de transmisión de arbovirus como el dengue. (McKinney, 2006; Romeo-Aznar et al., 2022) (Fig. 3).



**Figura 2.** Interacción entre factores químicos y físicos en la selección de sitios de oviposición por hembras grávidas de mosquitos.



**Figura 3.** Transición y adaptación de mosquitos entre ambientes naturales, rurales y urbanos.

### 3.2. CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático intensifica los efectos de la urbanización y otros factores antropogénicos al alterar patrones de temperatura, precipitación y humedad, elementos clave en el ciclo de vida de los mosquitos. Las temperaturas más cálidas no solo aceleran el desarrollo larval y acortan los tiempos generacionales, sino que también prolongan la temporada reproductiva, permitiendo múltiples generaciones por año en especies como *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* (Kolimenakis et al., 2021; Abbasi, 2025). Por su parte, las lluvias intermitentes y eventos extremos, como inundaciones, generan criaderos temporales, lo que favorece a especies adaptadas a hábitats efímeros. En regiones con estaciones secas prolongadas, *Ae. aegypti* depende de criaderos artificiales como tinacos, cubetas o llantas, consolidando su estrecha asociación con ambientes humanizados (Rose et al., 2020; Zahouli et al., 2017).

El fenómeno de las islas de calor urbano, característico de grandes ciudades, amplifica estos efectos al elevar localmente la temperatura, reforzando el desarrollo y la actividad de los vectores, incluso fuera de las temporadas tradicionales de transmisión (Rochlin et al., 2016; Wilke et al., 2019). Esta situación no solo afecta su biología, sino también la dispersión de infoquímicos utilizados en la búsqueda de sitios de oviposición, lo que refuerza la eficacia ecológica de estas especies en entornos urbanos (Abbasi, 2025). Por ejemplo, *Aedes albopictus* ha demostrado una notable capacidad de adaptación a climas templados, facilitando su expansión

hacia regiones antes inhóspitas como el sur de Europa y zonas templadas de América del Norte, donde ya existen poblaciones estables gracias a su tolerancia al frío (Abbasi, 2025).

### 3.3. OTROS FACTORES ANTROPOGÉNICOS

Además de la urbanización y el cambio climático, otros factores derivados de la actividad humana influyen en los patrones de oviposición de los mosquitos y en su proliferación en ambientes modificados. Uno de estos factores es el uso intensivo de insecticidas, que genera una presión selectiva sobre las poblaciones de vectores y puede conducir al desarrollo de resistencia. Esta resistencia no solo reduce la eficacia de las estrategias de control, sino que también puede modificar el comportamiento de oviposición al alterar la percepción de señales químicas en el ambiente (Dusfour et al., 2019).

Otro factor relevante es la contaminación por microplásticos, cuya presencia en cuerpos de agua puede alterar las propiedades fisicoquímicas del hábitat de oviposición. Aunque estos materiales no parecen actuar como disuasores directos para algunas especies, por ejemplo, *Culex pipiens* continúa ovipositando en sitios contaminados, su presencia puede tener importantes implicaciones en las etapas inmaduras del mosquito (Cuthbert et al., 2019). Además, se ha observado que los microplásticos pueden modificar la microbiota bacteriana del entorno acuático, lo cual podría afectar indirectamente las señales químicas que

guían la selección de sitios de oviposición (Jones et al., 2024). Incluso se ha planteado que estos contaminantes pueden alterar la microbiota intestinal de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, con posibles repercusiones en su desarrollo, supervivencia y competencia vectorial (Edwards et al., 2023). Si bien los efectos fisiológicos y ecológicos aún no se comprenden completamente, el impacto de los microplásticos representa una preocupación creciente, especialmente en entornos urbanos y suburbanos donde estos residuos son abundantes.

Otro tipo de contaminación ambiental que puede influir en el comportamiento de oviposición de los mosquitos es la presencia de compuestos químicos derivados de actividades humanas, como fertilizantes, detergentes, metales pesados o residuos industriales. Estos contaminantes modifican las propiedades fisicoquímicas del agua y pueden alterar la microbiota acuática, afectando indirectamente las señales químicas que guían a las hembras grávidas en la selección de sitios de puesta. Por ejemplo, se ha documentado que concentraciones elevadas de nitrógeno y fósforo cambian la calidad del criadero y pueden favorecer o inhibir la oviposición, según la especie y el entorno. En particular, los fertilizantes sintéticos como el NPK (nitrógeno, fósforo y potasio) han mostrado efectos contrastantes sobre el comportamiento de oviposición y la supervivencia larval de *Aedes aegypti*. En estudios de laboratorio, se ha observado que estos fertilizantes actúan como trampas ecológicas: atraen a numerosas hembras grávidas, pero las condiciones resultan desfavorables para las larvas, que presentan baja supervivencia (Darriet et al., 2010). En contraste, investigaciones en campo han reportado que los mismos fertilizantes están asociados con altas densidades larvales, al actuar como atrayentes de oviposición y favorecer el desarrollo de las crías. Esta diferencia podría explicarse por la rápida degradación de los fertilizantes en ambientes naturales, donde son aprovechados por plantas y microorganismos, generando condiciones más adecuadas para las larvas (Mutero et al., 2004; Muturi et al., 2007; Duguma y Walton, 2014). Estas discrepancias resaltan cómo el contexto ecológico modifica la respuesta de los mosquitos a contaminantes de origen antropogénico.

#### 4. APLICACIONES DEL CONOCIMIENTO SOBRE OVIPOSICIÓN EN EL CONTROL Y MONITOREO DE MOSQUITOS

El éxito adaptativo de algunas especies de mosquitos en ambientes urbanizados se ha visto reforzado por adaptaciones evolutivas que incluyen una estrecha

especialización en humanos como fuente de sangre y el uso eficiente de criaderos artificiales. Estudios genómicos en *Aedes aegypti* han identificado cambios en regiones clave del genoma que refuerzan estas capacidades, incrementando el riesgo de brotes epidémicos en ciudades densamente pobladas (Powell y Tabachnick, 2013; Rose et al., 2020). Estas observaciones resaltan la importancia de considerar la biología evolutiva del vector al diseñar estrategias de control.

La integración de enfoques de planificación urbana y manejo ambiental son necesarios para mitigar los efectos de la urbanización y el cambio climático sobre los patrones de oviposición. Reducir la disponibilidad de criaderos artificiales y conservar hábitats naturales puede limitar la proliferación de mosquitos. A partir de este conocimiento, se han desarrollado diversas herramientas que aprovechan el comportamiento de oviposición para fines de vigilancia y control vectorial.

El comportamiento de oviposición de los mosquitos ha sido clave para desarrollar métodos específicos de vigilancia y control vectorial. La preferencia de *Aedes aegypti* por ovipositar en contenedores artificiales ha sido aprovechada para diseñar ovitrampas que permiten tanto el monitoreo como el control de las poblaciones locales de esta especie. De manera similar, las ovitrampas autocidas para hembras grávidas aprovechan la preferencia de especies como *Culex quinquefasciatus* por cuerpos de agua con alto contenido orgánico. Estas trampas permiten detectar la presencia de vectores y reducir sus poblaciones mediante la captura de individuos o el uso de agentes tóxicos incorporados en su diseño (Day, 2016).

El uso de semioquímicos ha transformado las estrategias de manejo vectorial al proporcionar herramientas más específicas y efectivas para el control y monitoreo de mosquitos. Estos compuestos influyen en el comportamiento de oviposición de hembras grávidas, optimizando la detección y reducción de poblaciones de vectores. Por ejemplo, el skatol (3-metilindol) y la feromona sintética de oviposición (6-acetoxi-5-hexadecanolida) han demostrado ser efectivos atrayentes para *Culex quinquefasciatus* en estudios de laboratorio y campo (Mboera et al., 2000). En *Aedes aegypti*, compuestos como el heneicosano y ciertos ácidos grasos volátiles estimulan la oviposición en concentraciones específicas (Millar et al., 1992; Mendki et al., 2000), aunque concentraciones elevadas pueden actuar como repelentes (Barbosa et al., 2007). Asimismo, el uso de mezclas de compuestos, como 3-metilindol, p-cresol y fenol, ha resultado más efectivo que los compuestos individuales, induciendo respuestas de

oviposición significativas en hembras grávidas de *Ae. aegypti* (Bak-Bak et al., 2013). También, volátiles producidos por bacterias acuáticas, como el 2-metil-3-decanol, y compuestos como el cedrol, emitido por hongos asociados a rizomas de *Cyperus rotundus*, han sido utilizados para atraer a especies como *Anopheles gambiae* y *Anopheles arabiensis* hacia trampas específicas (Lindh et al., 2008; Eneh et al., 2016). Infusiones de gramíneas, como *Cynodon dactylon* y *Megathyrsus maximus*, han demostrado ser altamente atractivas para hembras grávidas de *Aedes albopictus* bajo condiciones de laboratorio y semicampo (Santana et al., 2006; Aguilar-Durán et al., 2024). En particular, las ovitrampas autocidas con infusiones de heno, como *Cynodon nlemfuensis*, se emplearon durante el brote de Zika en Puerto Rico en 2016, mostrando alta efectividad para atraer y capturar *Ae. aegypti* y resaltando su potencial en el manejo integrado de vectores (Barrera et al., 2019).

El uso de trampas impregnadas con semioquímicos también es clave para el monitoreo de poblaciones de mosquitos. Estas herramientas permiten identificar dinámicas poblacionales y detectar vectores antes de que alcancen niveles críticos de transmisión de enfermedades. Trampas que contienen el skatol (3-metilindol), un compuesto heterocíclico que se encuentra de forma natural en las heces de vertebrados y en ciertas flores, han sido utilizadas exitosamente para el monitoreo de *Culex quinquefasciatus* en entornos urbanos (Mboera et al., 2000).

Un ejemplo innovador de trampa para el control de *Aedes* spp. emplea un enfoque integrado y autodiseminador, combinando larvicidas como piriproxifen (PPF) y un hongo entomopatógeno, *Beauveria bassiana*. Esta estrategia no solo elimina larvas dentro de la trampa, sino que aprovecha a las hembras contaminadas para dispersar los larvicidas en criaderos circundantes antes de morir, ampliando el alcance del control. Estudios han demostrado que este tipo de trampa es eficaz en la reducción de la emergencia de adultos y en la transmisión de agentes larvicidas a múltiples sitios de reproducción, destacando su utilidad en programas de manejo integrado de vectores (Snetselaar et al., 2014; Buckner et al., 2017). Este enfoque es un ejemplo de cómo las herramientas modernas están diseñadas para maximizar la efectividad y sostenibilidad en el control vectorial, y se continúan desarrollando trampas similares con otros activos para mejorar su impacto en diferentes escenarios.

El uso de materiales novedosos, como hidrogeles y dispositivos cargados con semioquímicos, ha

mostrado ser una herramienta prometedora para prolongar la efectividad de las trampas. Estos materiales permiten una liberación controlada y sostenida de los atrayentes, optimizando la duración y eficiencia de las trampas en diferentes condiciones ambientales (Dilly et al., 2023).

El conocimiento sobre atrayentes también ha revelado sustancias que actúan como deterrentes, lo que ha abierto nuevas oportunidades para el control vectorial. Derivados botánicos y aceites esenciales han mostrado ser efectivos en disuadir la oviposición de hembras grávidas en sitios tratados. Por ejemplo, extractos de *Azadirachta indica* (neem) han demostrado una deterrencia de hasta un 98.5% en *Aedes albopictus* en experimentos de campo (Benelli et al., 2015). De manera similar, aceites esenciales de *Ocimum basilicum* y *Cymbopogon citratus* han demostrado actividad deterrente contra *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* (Prajapati et al., 2005; Warikoo y Kumar, 2014). Además, el aceite esencial de *Piper betle* ha demostrado un efecto deterrente significativo, reduciendo cinco veces la oviposición de *Ae. aegypti* (Martianasari y Hamid, 2019). La eficacia de estas sustancias depende de factores como la concentración, el tipo de planta utilizada y el método de extracción. Por ejemplo, los extractos de raíces de *Argemone mexicana* han demostrado ser más efectivos como deterrentes que los extractos de hojas contra *Ae. aegypti* (Warikoo y Kumar, 2015). Además, los desafíos como la rápida degradación de los aceites esenciales en medios acuáticos resaltan la necesidad de estrategias integradas que combinen deterrentes con otras herramientas de manejo vectorial (El-Gendy y Shaalan, 2012).

Los avances recientes en biomateriales permiten incorporar deterrentes en dispositivos biodegradables, ofreciendo un enfoque más sostenible y eficiente en ambientes diversos (Dilly et al., 2023).

Una estrategia innovadora es el sistema "push-pull" (repulsión-atracción), que combina repelentes para alejar a los mosquitos de sitios no deseados y atrayentes para dirigirlos hacia trampas letales. Este enfoque ha mostrado su eficacia en el manejo integrado de vectores. Por ejemplo, compuestos como el dimetiltrisulfuro, que actúa como repelente para *Anopheles gambiae*, pueden complementarse con volátiles como la 2,4-pentanodiona, que atraen hembras grávidas hacia trampas letales (Schoelitsz et al., 2020). Este tipo de estrategias permite reducir las poblaciones locales de mosquitos minimizando el uso de insecticidas tradicionales y mitigando los impactos ambientales.

Las ovitrampas autocidas, como las que utilizan insecticidas, agentes biológicos como *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), o extractos de neem, aprovechan el comportamiento natural de oviposición para reducir las poblaciones larvianas antes de su emergencia como adultos (Perich, et al., 2003; Mboera et al., 2003; Barbosa et al., 2010; Barbosa y Regis, 2011) (Fig. 4).

El avance en la identificación de semioquímicos específicos para diferentes especies sigue siendo una pieza clave en el desarrollo de herramientas sostenibles para el control vectorial. Estos compuestos no solo mejoran la efectividad de las trampas, sino que también promueven enfoques integrados que abordan tanto la vigilancia como la reducción de vectores de manera ambientalmente responsable (Day, 2016; Wooding et al., 2020). Además, la incorporación de materiales avanzados como polímeros biodegradables y nanopartículas funcionalizadas permite optimizar la liberación de atrayentes y deterrentes, ofreciendo soluciones personalizadas para diferentes escenarios ambientales y desafíos epidemiológicos (Dilly et al., 2023).

## CONCLUSIONES

El proceso de selección de sitios de oviposición por parte de las hembras de mosquitos es un fenómeno multifactorial que integra señales químicas, estímulos físicos y adaptaciones evolutivas, permitiendo maximizar la supervivencia de la descendencia. Este comportamiento no es aleatorio, sino resultado de una evaluación compleja del entorno, influenciada tanto por condiciones naturales como por factores antropogénicos. Elementos como la urbanización, el cambio climático, la contaminación química y el uso intensivo de insecticidas han alterado significativamente los patrones de oviposición, favoreciendo a especies altamente adaptables como *Aedes aegypti*. Estas dinámicas evidencian que el éxito de las intervenciones vectoriales depende de su capacidad para adaptarse a los cambios ambientales y a las respuestas conductuales y evolutivas de los mosquitos. En este contexto, la comprensión del comportamiento de oviposición ha permitido el desarrollo de herramientas innovadoras, como trampas autocidas, sistemas autodiseminadores y formulaciones basadas en semioquímicos. La incorporación de estas tecnologías en programas de manejo integrado de vectores representa una vía prometedora para enfrentar desafíos actuales como la resistencia a insecticidas, optimizando la eficacia del control vectorial de manera sostenible y ambientalmente responsable.

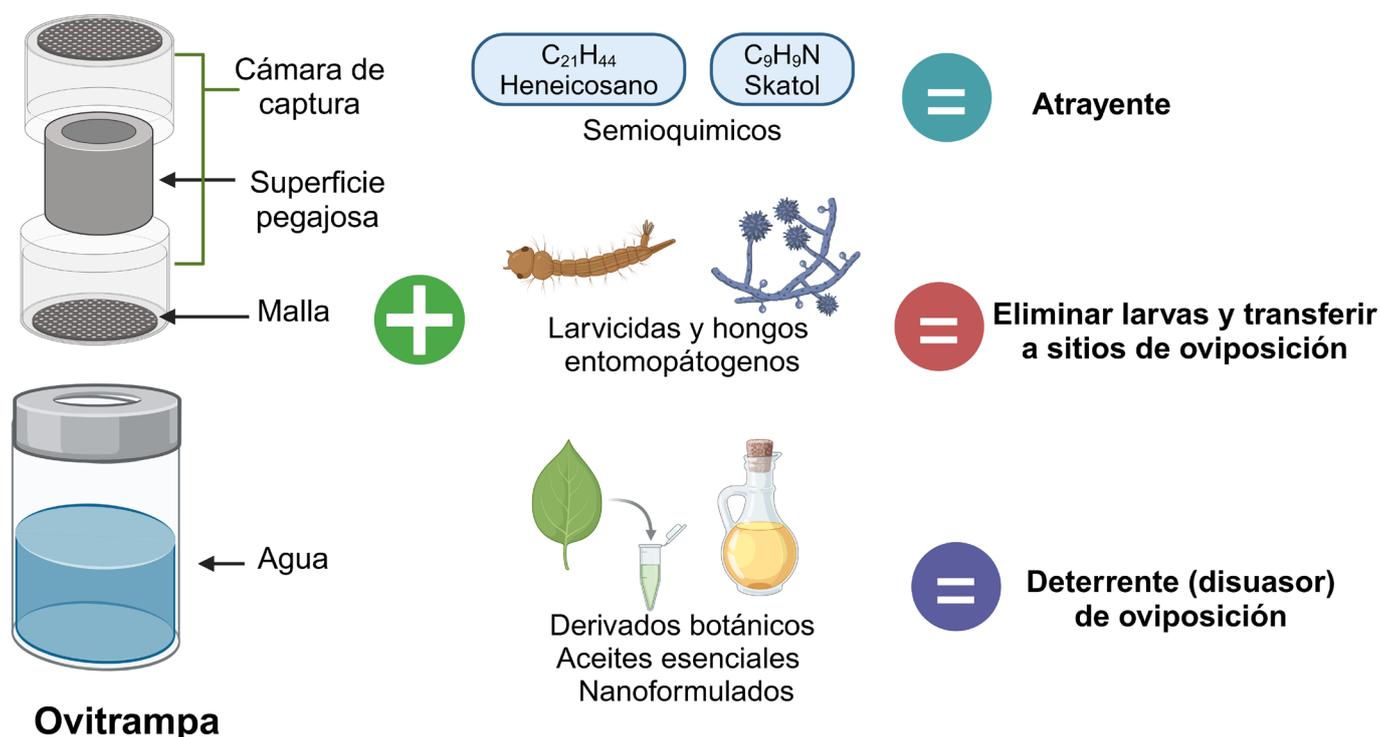


Figura 4. Aplicaciones prácticas de las ovitrampas en el control y monitoreo de mosquitos.



- Abbasi, E. 2025. Global expansion of *Aedes* mosquitoes and their role in the transboundary spread of emerging arboviral diseases: A comprehensive review. *IJID One Health* 6: 100058. <https://doi.org/10.1016/j.ijidoh.2025.100058>
- Aguilar-Durán, J.A., J.R. Garay-Martínez, N.A. Fernández-Santos, C. García-Gutiérrez, J.G. Estrada-Franco, R. Palacios-Santana, M.A. Rodríguez-Pérez. 2024. Grass Infusions in autocidal gravid ovitraps to lure *Aedes albopictus*. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 40(1):71-74. <https://doi.org/10.2987/23-7157>
- Albeny-Simões, D., E.G. Murrell, S.L. Elliot, M.R. Andrade, E. Lima, S.A. Juliano, E.F. Vilela. 2014. Attracted to the enemy: *Aedes aegypti* prefers oviposition sites with predator-killed conspecifics. *Oecologia*. 175 (2):481-492. <https://doi.org/10.1007/s00442-014-2910-1>
- Allan, S.A., D.L. Kline. 1998. Larval rearing water and preexisting eggs influence oviposition by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*. 35 (6):943-947. <https://doi.org/10.1093/jmedent/35.6.943>
- Allgood, D.W., D.A. Yee. 2017. Oviposition preference and offspring performance in container breeding mosquitoes: evaluating the effects of organic compounds and laboratory colonisation. *Ecological Entomology*. 42 (4):506-516. <https://doi.org/10.1111/een.12412>
- Alphey, L., M. Benedict, R. Bellini, G.G. Clark, D.A. Dame, M.W. Service, S.L. Dobson. 2010. Sterile-insect methods for control of mosquito-borne diseases: an analysis. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*. 10 (3):295-311. <https://doi.org/10.1089/vbz.2009.0014>
- Amarakoon, D., A. Chen, S. Rawlins, D.D. Chadee, M. Taylor, and R. Stennett. 2008. Dengue epidemics in the Caribbean-temperature indices to gauge the potential for onset of dengue. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 13:341-357. <https://doi.org/10.1007/s11027-007-9114-5>
- Angelon, K.A., J.W. Petranka. 2002. Chemicals of predatory mosquitofish (*Gambusia affinis*) influence selection of oviposition site by *Culex* mosquitoes. *Journal of Chemical Ecology*. 28(4):797-806. <https://doi.org/10.1023/a:1015292827514>
- Asmare, Y., S.R. Hill, R.J. Hopkins, H. Tekie, R. Ignell. 2017. The role of grass volatiles on oviposition site selection by *Anopheles arabiensis* and *Anopheles coluzzii*. *Malaria Journal*. 7;16(1):65. <https://doi.org/10.1186/s12936-017-1717-z>
- Avramov, M., A. Thaivalappil, A. Ludwig, L. Miner, C.I. Cullingham, L. Waddell, D.R. Lapen. 2024. Relationships between water quality and mosquito presence and abundance: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Entomology*. 12;61(1):1-33. <https://doi.org/10.1093/jme/tjad139>
- Baak-Baak, C.M., A. D. Rodríguez-Ramírez, J.E. García-Rejón, S. Ríos-Delgado, J.L. Torres-Estrada. 2013. Development and laboratory evaluation of chemically-based baited ovitrap for the monitoring of *Aedes aegypti*. *Journal of Vector Ecology*. 38(1):175-81. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2013.12024.x>
- Barbosa, R.M., L.N. Regis. 2011. Monitoring temporal fluctuations of *Culex quinquefasciatus* using oviposition traps containing attractant and larvicide in an urban environment in Recife, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 106(4):451-5. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762011000400011>
- Barbosa, R.M., A. Souto, A.E. Eiras, L. Regis. 2007. Laboratory and field evaluation of an oviposition trap for *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 102(4):523-9. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762007005000058>
- Barbosa, R.M., L. Regis, R. Vasconcelos, W.S. Leal. 2010. *Culex* mosquitoes (Diptera: Culicidae) egg laying in traps loaded with *Bacillus thuringiensis* variety *israelensis* and baited with skatole. *Journal of Medical Entomology*. 47(3):345-8. <https://doi.org/10.1093/jmedent/47.3.345>
- Barrera, R., A. Harris, R.R. Hemme, G. Felix, N. Nazario, J.L. Muñoz-Jordan, D. Rodriguez, J. Miranda, E. Soto, S. Martinez, K. Ryff, C. Perez, V. Acevedo, M. Amador, S.H. Waterman. 2019. Citywide control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) during the 2016 Zika epidemic by integrating community awareness, education, source reduction, larvicides, and mass mosquito trapping. *Journal of Medical Entomology*. 56(4):1033-1046. <http://dx.doi.org/10.1093/jme/tjz009>
- Beehler, J.W., J.G. Millar, M.S. Mulla. 1994. Protein hydrolysates and associated bacterial contaminants as oviposition attractants for the mosquito *Culex quinquefasciatus*. *Medical and Veterinary Entomology*. 8(4):381-385. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1994.tb00103.x>
- Benelli, G., S. Bedini, F. Cosci, C. Toniolo, B. Conti, M. Nicoletti. 2015. Larvicidal and ovicide properties of neem oil and fractions against the filariasis vector *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): a bioactivity survey across production sites. *Parasitology Research*. 114(1): 227-236. <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-014-4183-3>
- Bentley, M.D., J.F. Day. 1989. Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Annual Review of Entomology*. 34: 401-421. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.002153>
- Benzon, G. L., C.S. Apperson. 1988. Reexamination of chemically mediated oviposition behavior in *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*. 25 (3): 158-164. <https://doi.org/10.1093/jmedent/25.3.158>
- Bernáth, B., G. Horváth, J. Gál, G. Fekete, V.B. Meyer-Rochow. 2008. Polarized light and oviposition site selection in the yellow fever mosquito: no evidence for positive polarotaxis in *Aedes aegypti*. *Vision Research*. 48(13):1449-1455. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2008.04.007>
- Blackwell, A., A.J. Mordue, B.S. Hansson, L.J. Wadhams, and J.A. Pickett. 1993. A behavioral and electrophysiological study of oviposition cues for *Culex quinquefasciatus*. *Physiological Entomology*. 18 (4): 343-348. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1993.tb00607.x>
- Blaustein, L., B.P. Kotler. 1993. Oviposition habitat selection by the mosquito, *Culiseta longiareolata*: effects of conspecifics, food and green toad tadpoles. *Ecological Entomology*. 18(2):104 - 108. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1993.tb01190.x>
- Blaustein, L., M. Kiflawi, A. Eitam, M. Mangel, J.E. Cohen. 2004. Oviposition habitat selection in response to risk of predation in temporary pools: mode of detection and consistency across experimental venue. *Oecologia*. 138(2):300-5. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1398-x>
- Bond, J.G., J.I. Arredondo-Jimenez, M.H. Rodriguez, H. Quiroz-Martinez, and T. Williams. 2005. Oviposition habitat selection for a predator refuge and food source in a mosquito. *Ecological Entomology*. 30(3):255 - 263. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2005.00704.x>

- Bourtzis, K., S.L. Dobson, Z. Xi, J.L. Rasgon, M. Calvitti, L.A. Moreira, H.C. Bossin, R. Moretti, L.A. Baton, G.L. Hughes, P. Mavingui, J.R. Gilles. 2014. Harnessing mosquito-*Wolbachia* symbiosis for vector and disease control. *Acta Tropica*. 132 Suppl: S150-63. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.11.004>
- Braks, M.A., W.S. Leal, R.T. Cardé. 2007. Oviposition responses of gravid female *Culex quinquefasciatus* to egg rafts and low doses of oviposition pheromone under semifield conditions. *Journal of Chemical Ecology*. 33(3):567-78. <https://doi.org/10.1007/s10886-006-9223-8>
- Brouazin, R., I. Claudel, R. Lancelot, G. Dupuy, L.C. Gouagna, M. Dupraz, T. Baldet, J. Bouyer. 2022. Optimization of oviposition trap settings to monitor populations of *Aedes mosquitoes*, vectors of arboviruses in La Reunion. *Scientific Reports*. 12(1):18450. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23137-5>
- Buckner, E.A., K.F. Williams, A.L. Marsicano, M.D. Latham, C.R. Lesser. 2017. Evaluating the vector control potential of the In2Care® mosquito trap against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* under semifield conditions in Manatee County, Florida. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 33(3):193-199. <https://doi.org/10.2987/17-6642R.1>
- Carvalho, D.O., A.R. McKemey, L. Garziera, R. Lacroix, C.A. Donnelly, L. Alphey, A. Malavasi, M.L. Capurro. 2015. Suppression of a field population of *Aedes aegypti* in Brazil by sustained release of transgenic male mosquitoes. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 9(7):e0003864. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003864>
- Cavalcanti, L.P.G., F.J. de Paula, R.J.S. Pontes, J. Heukelbach, J.W.D. Lima. 2009. Survival of larvivorous fish used for biological control of *Aedes aegypti* larvae in domestic containers with different chlorine concentrations. *Journal of Medical Entomology*. 46 (4): 841–844. <https://doi.org/10.1603/033.046.0414>
- Chadee, D.D., A. Lakhan, W.R. Ramdath, R.C. Persad. 1993. Oviposition response of *Aedes aegypti* mosquitoes to different concentrations of hay infusion in Trinidad, West Indies. *Journal of American Mosquito Control Association*. 9(3):346-8.
- Chaves, L.F., U.D. Kitron. 2011. Weather variability impacts on oviposition dynamics of the southern house mosquito at intermediate time scales. *Bulletin of Entomological Research*. 101(6):633-41. <https://doi.org/10.1017/S0007485310000519>
- Choo, Y.M., G.K. Buss, K. Tan, W.S. Leal. 2015. Multitasking roles of mosquito labrum in oviposition and blood feeding. *Frontiers in Physiology*. 6:306. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00306>
- Chumsri, A., P. Pongmanawut, F.W. Tina, M. Jaroensutasinee, K. Jaroensutasinee. 2018. Container types and water qualities affecting on number of *Aedes* larvae in Trang province, Thailand. *Walailak Procedia*. 2018(2):st43
- Christophers, S. R. 1960. *Aedes aegypti* (L.) the yellow fever mosquito: its life history, bionomics and structure. Cambridge University Press, London, 752 pp.
- Clements, A.N. 1992. The Biology of Mosquitoes. Volume 1: Development, Nutrition and Reproduction. Chapman & Hall, London, 509 pp.
- Colton, Y.M., D.D. Chadee, D.W. Severson. 2003. Natural skip oviposition of the mosquito *Aedes aegypti* indicated by codominant genetic markers. *Medical and Veterinary Entomology*. 17(2):195-204. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2003.00424.x>
- Cuthbert, R.N., R. Al-Jaibachi, T. Dalu, J.T.A. Dick, and A. Callaghan. 2019. The influence of microplastics on trophic interaction strengths and oviposition preferences of dipterans. *Science of the Total Environment*. 651(Pt 2):2420–2423. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.108>
- Darriet, F., B. Zumbo, V. Corbel, F. Chandre. 2010. Influence of plant matter and NPK fertilizer on the biology of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Parasite*. 17(2):149-54. <https://doi.org/10.1051/parasite/2010172149>
- Darriet, F., V. Corbel. 2008. *Aedes aegypti* oviposition in response to NPK fertilizers. *Parasite*. 15(1):89-92. <https://doi.org/10.1051/parasite/2008151089>
- Day, J.F. 2016. Mosquito oviposition behavior and vector control. *Insects*. 7(4):65. <https://doi.org/10.3390/insects7040065>
- Delatte, H., C. Paupy, J.S. Dehecq, J. Thiria, A.B. Failloux, D. Fontenille. 2008. *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue viruses in Reunion Island: biology and control. *Parasite*. 15(1):3-13. <https://doi.org/10.1051/parasite/2008151003>
- Dhileepan, K. 1997. Physical factors and chemical cues in the oviposition behavior of arboviral vectors *Culex annulirostris* and *Culex molestus* (Diptera: Culicidae). *Environmental Entomology*. 26 (2):318-326. <https://doi.org/10.1093/ee/26.2.318>
- Dicke, M., M.W. Sabelis. 1988. Infochemical terminology: should it be based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds? *Functional Ecology*. 2:131–139. <https://doi.org/10.1093/10.2307/2389687>
- Dilly, J., O. Santos da Silva, H.L. Pilz-Júnior, A.B. De Lemos, W.J. da Silva, T. De Freitas Milagres, L. Roldo, L.H. Alves Cândido. 2023. Novel devices and biomaterials for testing oviposition preference in *Aedes aegypti*. *Industrial Crops and Products*. 193:116206. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.116206>
- Diniz, D.F.A., C.M.R. de Albuquerque, L.O. Oliva, M.A.V. de Melo-Santos, and C.F.J. Ayres. 2017. Diapause and quiescence: dormancy mechanisms that contribute to the geographical expansion of mosquitoes and their evolutionary success. *Parasites & Vectors* 10:310. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2235-0>
- Duguma, D., and W.E. Walton. 2014. Effects of nutrients on mosquitoes and an emergent macrophyte, *Schoenoplectus maritimus*, for use in treatment wetlands. *Journal of Vector Ecology*. 39:1–13.
- Dusfour, I., J. Vontas, J.-P. David, D. Weetman, D.M. Fonseca, V. Corbel, K. Raghavendra, M.B. Coulibaly, A.J. Martins, S. Kasai, and F. Chandre. 2019. Management of insecticide resistance in the major *Aedes* vectors of arboviruses: Advances and challenges. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 13(10): e0007615. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007615>
- Edwards, C.C., G. McConnel, D. Ramos, Y. Gurrola-Mares, K.D. Arole, M.J. Green, J.E. Cañas-Carrell, and C.L. Brelsfoard. 2023. Microplastic ingestion perturbs the microbiome of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and *Aedes aegypti*. *Journal of Medical Entomology*. 60(5):884–898. <https://doi.org/10.1093/jme/tjad097>
- El-Gendy, N.A., E.A. Shaalan. 2012. Oviposition deterrent activity of some volatile oils against the filaria mosquito vector *Culex pipiens*. *Journal of Entomology*. 9(6):435–441. <https://doi.org/10.3923/je.2012.435.441>
- Eneh, L.K., H. Saijo, A.K. Borg-Karlson, J.M. Lindh, G.K. Rajarao. 2016. Cedrol, a malaria mosquito oviposition attractant is produced by fungi isolated from rhizomes of the grass *Cyperus rotundus*. *Malaria Journal*. 15:478. <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1536-7>
- Ganesan, K., M.J. Mendki, M.V.S. Suryanarayana, S. Prakash, R.C. Malhotra. 2006. Studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) ovipositional responses to newly identified semiochemicals from conspecific eggs. *Australian Journal of Entomology*. 45(1):75-80. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2006.00513.x>
- Geetha, I., K. P Paily, V. Padmanaban, K. Balaraman. 2003. Oviposition response of the mosquito, *Culex quinquefasciatus* to the secondary metabolite(s) of the fungus, *Trichoderma viride*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 98(2):223-226. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762003000200010>
- Girard, M., E. Martin, L. Vallon, V. Raquin, C. Bellet, Y. Rozier, E. Desouhant, A.E. Hay, P. Luis, C. Valiente Moro, G. Minard. 2021. Microorganisms associated with mosquito oviposition sites: implications for habitat selection and insect life histories. *Microorganisms*. 9(8):1589. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081589>
- Haddow, A.J. 1942. The mosquitoes of Bwamba County, Uganda. I. *Bulletin of Entomological Research*. 33(1):91-142.

- Hoel, D.F., P.J. Obenauer, M. Clark, R. Smith, T.H. Hughes, R.T. Larson, J.W. Diclaro, and S.A. Allan. 2011. Efficacy of ovitrap colors and patterns for attracting *Aedes albopictus* at suburban field sites in north-central Florida. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 27 (3):245-251. <https://doi.org/10.2987/11-6121.1>
- Huang, J., E.D. Walker, P.E. Otienoburu, F. Amimo, J. Vulule, and J.R. Miller. 2006. Laboratory tests of oviposition by the African malaria mosquito, *Anopheles gambiae*, on dark soil as influenced by presence or absence of vegetation. *Malaria Journal*. 5:88. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-5-88>
- Hwang, Y.S., M.S. Mulla, J.D. Chaney, G.G. Lin, H.J. Xu. 1987. Attractancy and species specificity of 6-acetoxy-5-hexadecanolide, a mosquito oviposition attractant pheromone. *Journal of Chemical Ecology*. 3(2):245-52. <https://doi.org/10.1007/BF01025885>
- Ikeshoji, T., I. Ichimoto, J. Konishi, Y. Naoshima, H. Ueda. 1979. 7, 11-Dimethyloctadecane: an ovipositional attractant for *Aedes aegypti* produced by *Pseudomonas aeruginosa* on capric acid substrate. *Journal of Pesticide Science*. 4:187-194. <https://doi.org/10.1584/jpestics.4.187>
- Jones, C.M., G.L. Hughes, S. Coleman, R. Fellows, and R.S. Quilliam. 2024. A perspective on the impacts of microplastics on mosquito biology and their vectorial capacity. *Medical and Veterinary Entomology*. 38(2):138-147. <https://doi.org/10.1111/mve.12710>
- Juliano, S.A., L.P. Lounibos. 2005. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. *Ecology Letters*. 8(5):558-574. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00755.x>
- Khan, Z., B. Bohman, R. Ignell, S.R. Hill. 2023. Odour-mediated oviposition site selection in *Aedes aegypti* depends on aquatic stage and density. *Parasites & Vectors*. 16, 264. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05867-1>
- Kiflawi, M., L. Blaustein, M. Mangel. 2003. Oviposition habitat selection by the mosquito *Culiseta longiareolata* in response to risk of predation and conspecific larval density. *Ecological Entomology*. 28:168-173. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2003.00505.x>
- Koenraadt, C.J.M., K.P. Paaijmans, A.K. Githeko, B.G.J. Knols, W. Takken. 2003. Egg hatching, larval movement and larval survival of the malaria vector *Anopheles gambiae* in desiccating habitats. *Malaria Journal*. 2, 20. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-2-20>
- Kolimenakis, A., S. Heinz, M.L. Wilson, V. Winkler, L. Yakob, A. Michaelakis, D. Papachristos, C. Richardson, O. Horstick. 2021. The role of urbanisation in the spread of *Aedes* mosquitoes and the diseases they transmit-A systematic review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 15(9):e0009631. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009631>
- Kroth, N., G.D. Cozzer, S.L. da Silva, R. de Souza Rezende, J. Dal Magro, D. Albeny-Simões. 2025. Female oviposition preferences and larval behavior of the *Aedes aegypti* mosquito (Linnaeus, 1762) exposed to predator cues (Odonata: Libellulidae). *Limnetica*, 44(1):000-000. <https://doi.org/10.23818/limn.44.06>
- Laurence, B.R., J.A. Pickett. 1982. Erythro-6-acetoxy-5-hexadecanolide, the major component of a mosquito oviposition attractant pheromone. *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications*. 60.
- Laurence, B.R., J.A. Pickett. 1985. An oviposition attractant pheromone in *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Bulletin of Entomological Research*. 75(2):283-290. <https://doi.org/10.1017/S0007485300014371>
- Lindh, J.M., A. Kannaste, B.G.J. Knols, I. Faye, A.K. Borg-Karlson. 2008. Oviposition responses of *Anopheles gambiae* s.s. (Diptera: Culicidae) and identification of volatiles from bacteria-containing solutions. *Journal of Medical Entomology*. 45 (6):1039-1049. <https://doi.org/10.1093/jmedent/45.6.1039>
- Martianasari, R., P.H. Hamid. 2019. Larvicidal, adulticidal, and oviposition-deterrent activity of *Piper betle* L. essential oil to *Aedes aegypti*. *Veterinary World*. 12(3):367-371.
- Mboera, L.E.G., G.J.C. Magogo, and K.Y. Mdira. 2003. Control of the filariasis mosquito *Culex quinquefasciatus* in breeding sites treated with neem (*Azadiracta indica*) in north-east Tanzania. *Tanzania Health Research Bulletin*. 5: 68-70.
- Mboera, L.E.G., K.Y. Mdira, F.M. Salum, W. Takken, and J.A. Pickett. 1999. Influence of synthetic oviposition pheromone and volatiles from soakage pits and grass infusions upon oviposition site-selection of *Culex* mosquitoes in Tanzania. *Journal of Chemical Ecology*. 25:1855-1865. <https://doi.org/10.1023/A:1020933800364>
- Mboera, L.E.G., W. Takken, K.Y. Mdira, G.J. Chuwa, and J.A. Pickett. 2000. Oviposition and behavioral responses of *Culex quinquefasciatus* to skatole and synthetic oviposition pheromone in Tanzania. *Journal of Chemical Ecology*. 26:1193-1203. <https://doi.org/10.1023/A:1005432010721>
- McKinney, M.L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*. 127 (3):247-260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>
- McMeniman, C.J., R.A. Corfas, B.J. Matthews, S.A. Ritchie, L.B. Vosshall. 2014. Multimodal integration of carbon dioxide and other sensory cues drives mosquito attraction to humans. *Cell*. 156(5):1060-1071. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.12.044>
- Melo, N., G.H. Wolff, A.L. Costa-da-Silva, R. Arribas, M.F. Triana, M. Gugger, J.A. Riffell, M. DeGennaro, and M.C. Stensmyr. 2020. Geosmin attracts *Aedes aegypti* mosquitoes to oviposition sites. *Current Biology*. 30 (1):127-134. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.11.002>
- Mendki, M.J., K. Ganesan, S. Prakash, M.V.S. Suryanarayana, R.C. Malhotra, K. M. Rao, and R. Vaidyanathaswamy. 2000. Heneicosane: An oviposition-attractant pheromone of larval origin in *Aedes aegypti* mosquito. *Current Science*. 78 (11):1295-1296.
- Metz, H.C., A.K. Miller, J. You, J. Akorli, F.W. Avila, E.A. Buckner, P. Kane, S. Otoo, A. Ponlawat, O. Triana-Chávez, K.F. Williams, C.S. McBride. 2022. Evolution of a mosquito's hatching behavior to match its human-provided habitat. *The American Naturalist*. 201(2): 000-000. <https://doi.org/10.1086/722481>
- Millar, J.G., J.D. Chaney, M.S. Mulla. 1992. Identification of oviposition attractants for *Culex quinquefasciatus* from fermented Bermuda grass infusions. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 8(1):11-17.
- Mokany, A., R. Shine. 2003. Competition between tadpoles and mosquito larvae. *Oecologia* 135: 615-620. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1215-6>
- Mosquito Taxonomic Inventory. 2024. Mosquito Taxonomic Inventory. Retrieved from <https://mosquito-taxonomic-inventory.myspecies.info/> (consultado el 06/01/2025).
- Munga, S., N. Minakawa, G. Zhou, O. O. J. Barrack, A.K. Githeko, G. Yan. 2006. Effects of larval competitors and predators on oviposition site selection of *Anopheles gambiae* sensu stricto. *Journal of Medical Entomology*. 43 (2):221-224. <https://doi.org/10.1093/jmedent/43.2.221>
- Mutero, C., P. Ng'ang'a, P. Wekoyela, J. Githure, and F. Konradson. 2004. Ammonium sulphate fertiliser increases larval populations of *Anopheles arabiensis* and culicine mosquitoes in rice fields. *Acta Tropica*. 89:187-192.
- Muturi, E.J., B.G. Jacob, J. Shililu, and R. Novak. 2007. Laboratory studies on the effect of inorganic fertilizers on survival and development of immature *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Vector Borne Diseases*. 44:259-265.
- Mwingira, V., L.E.G. Mboera, M. Dicke, W. Takken. 2020a. Exploiting the chemical ecology of mosquito oviposition behavior in mosquito surveillance and control: a review. *Journal of Vector Ecology*. 45(2):155-179. <https://doi.org/10.1111/jvec.12387>
- Mwingira, V.S., J. Spitzen, L.E.G. Mboera, J.L. Torres-Estrada, W. Takken. 2020b. The influence of larval stage and density on oviposition site-selection behavior of the afro-tropical malaria mosquito *Anopheles coluzzii* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*. 57(3):657-666. <https://doi.org/10.1093/jme/tjz172>

- Nordlund, D.A., W.J. Lewis. 1976. Terminology of chemical releasing stimuli intraspecific and interspecific interactions. *Journal of Chemical Ecology*. 2:211-220. <https://doi.org/10.1007/BF00987744>
- Obenauer, P.J., S.A. Allan, P.E. Kaufman. 2010. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) oviposition response to organic infusions from common flora of suburban Florida. *Journal of Vector Ecology*. 35(2):301-306. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2010.00086.x>
- Ohba, S.-Y., M. Ohtsuka, T. Sunahara, Y. Sonoda, E. Kawashima, M. Takagi. 2012. Differential responses to predator cues between two mosquito species breeding in different habitats. *Ecological Entomology*. 37 (5):410-418. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2012.01379.x>
- Pamplona, L.G.C., C.H. Alencar, J.W.O. Lima, J. Heukelbach. 2009. Reduced oviposition of *Aedes aegypti* gravid females in domestic containers with predatory fish. *Tropical Medicine & International Health*. 14 (11):1347-1350. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2009.02377.x>
- Perich, M.J., A. Kardec, I.A. Braga, I.F. Portal, R. Burge, B.C. Zeichner, W.A. Brogdon, R.A. Wirtz. 2003. Field evaluation of a lethal ovitrap against dengue vectors in Brazil. *Medical and Veterinary Entomology*. 17(2):205-210. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2003.00427.x>
- Pickett, J.A., C.M. Woodcock. 1996. The role of mosquito olfaction in oviposition site location and in the avoidance of unsuitable hosts. *Novartis Foundation Symposium*. 200:109-123. <https://doi.org/10.1002/9780470514948.ch9>
- Ponnusamy, L., D.M. Wesson, C. Arellano, C. Schal, and C.S. Apperson. 2010a. Species composition of bacterial communities influences attraction of mosquitoes to experimental plant infusions. *Microbiology of Aquatic Systems*. 59 (1):158-173. <https://doi.org/10.1007/s00248-009-9565-1>
- Ponnusamy, L., N. Xu, K. Böröczky, D.M. Wesson, L.A. Ayyash, C. Schal, C.S. Apperson. 2010b. Oviposition responses of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* to experimental plant infusions in laboratory bioassays. *Journal of Chemical Ecology*. 36(7):709-719. <https://doi.org/10.1007/s10886-010-9806-2>
- Ponnusamy, L., N. Xu, S. Nojima, D.M. Wesson, C. Schal, C.S. Apperson. 2008. Identification of bacteria and bacteria-associated chemical cues that mediate oviposition site preferences by *Aedes aegypti*. *The Proceedings of the National Academy of Sciences*. 105 (27):9262-9267. <https://doi.org/10.1073/pnas.0802505105>
- Powell, J.R., W.J. Tabachnick. 2013. History of domestication and spread of *Aedes aegypti*--a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 108 Suppl 1(Suppl 1):11-17. <https://doi.org/10.1590/0074-0276130395>
- Prajapati, V., A.K. Tripathi, K.K. Aggarwal, S.P.S. Khanuja. 2005. Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of selected essential oils against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Bioresource Technology*. 96(16):1749-1757. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.01.007>
- Prasad, A., S. Sreedharan, B. Bakthavachalu, S. Laxman. 2023. Eggs of the mosquito *Aedes aegypti* survive desiccation by rewiring their polyamine and lipid metabolism. *PLoS Biology*. 21(10): e3002342. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002342>
- Raji, J.I., N. Melo, J.S. Castillo, S. Gonzalez, V. Saldana, M.C. Stensmyr, M. DeGennaro. 2019. *Aedes aegypti* mosquitoes detect acidic volatiles found in human odor using the IR8a pathway. *Current Biology*. 29(8):1253-1262. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.02.045>
- Rajkumar, S., A. Jebanesan. 2008. Bioactivity of flavonoid compounds from *Poncirus trifoliata* L. (Family: Rutaceae) against the dengue vector, *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*. 104 (1):19-25. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1145-7>
- Reeves, W.K. 2004. Oviposition by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in relation to conspecific larvae infected with internal symbiotes. *Journal of Vector Ecology*. 29:159-163.
- Reiter, P., M.A. Amador, N. Colon N. 1991. Enhancement of the CDC ovitrap with hay infusions for daily monitoring of *Aedes aegypti* populations. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 7(1):52-5.
- Reiter, P. 1996. Global warming and mosquito-borne disease in USA. *Lancet*. 348(9027):622. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)64844-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)64844-1)
- Rejmánková, E., R. Higashi, J. Grieco, N. Achee, D. Roberts. 2005. Volatile substances from larval habitats mediate species-specific oviposition in *Anopheles* mosquitoes. *Journal of Medical Entomology*. 42(2):95-103. <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.2.95>
- Rey, J.R., S.M. O'Connell. 2014. Oviposition by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: influence of congeners and of oviposition site characteristics. *Journal of Vector Ecology*. 39(1):190-196. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2014.12086.x>
- Rochlin, I., A. Faraji, D.V. Ninivaggi, C.M. Barker, A.M. Kilpatrick. 2016. Anthropogenic impacts on mosquito populations in North America over the past century. *Nature Communications*. 7: 13604. <https://doi.org/10.1038/ncomms13604>
- Romeo-Aznar, V., L.P. Freitas, O. Gonçalves Cruz, A.A. King, M. Pascual. 2022. Fine-scale heterogeneity in population density predicts wave dynamics in dengue epidemics. *Nature Communications*. 13:1996. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28231-w>
- Rose, N.H., M. Sylla, A. Badolo, J. Lutomiah, D. Ayala, O.B. Aribodor, N. Ibe, J. Akorli, S. Otoo, J.P. Mutebi, A.L. Kriete, E.G. Ewing, R. Sang, A. Gloria-Soria, J.R. Powell, R.E. Baker, B.J. White, J.E. Crawford, C.S. McBride. 2020. Climate and urbanization drive mosquito preference for humans. *Current Biology*. 30 (18):3570-3579.e6. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.06.092>
- Ruel, D.M., Bohbot, J.D. 2022. The molecular and neural determinants of olfactory behaviour in mosquitoes. In Ignell, R., C.R. Lazzari, M.G. Lorenzo, S.R. Hill (Eds.). *Sensory ecology of disease vectors* (pp. 71-115). Wageningen Academic Publishers, 911 pp. [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-932-9\\_3](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-932-9_3)
- Santana, A.L., R.A. Roque, A.E. Eiras. 2006. Characteristics of grass infusions as oviposition attractants to *Aedes* (Stegomyia) (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*. 43 (2):214-220. <https://doi.org/10.1093/jmedent/43.2.214>
- Schoelitz, B., V. Mwingira, L.E.G. Mboera, H. Beijlleveld, C.J.M. Koenraad, J. Spitzen, J.J.A. van Loon, W. Takke. 2020. Chemical mediation of oviposition by *Anopheles* mosquitoes: a push-pull system driven by volatiles associated with larval stages. *Journal of Chemical Ecology*. 46 (4):397-409. <https://doi.org/10.1007/s10886-020-01175-5>
- Sérandour, J., J. Willison, W. Thuiller, P. Ravel, G. Lempérière. 2010. Environmental drivers for *Coquillettidia* mosquito habitat selection: a method to highlight key field factors. *Hydrobiologia*. 652:377-388. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0372-y>
- Silberbush, A., L. Blaustein. 2011. Mosquito females quantify risk of predation to their progeny when selecting an oviposition site. *Functional Ecology*. 25: 1091-1095. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2011.01873.x>
- Sivagnaname, N., D.D. Amalraj, M. Kalyanasundaram, P.K. Das. 2001. Oviposition attractancy of an infusion from a wood inhabiting fungus for vector mosquitoes. *Indian Journal of Medical Research*. 114:18-24.
- Sivakumar, R., A. Jebanesan, M. Govindarajan, P. Rajasekar. 2011. Larvicidal and repellent activity of tetradecanoic acid against *Aedes aegypti* (Linn.) and *Culex quinquefasciatus* (Say.), (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 4 (9):706-710. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60178-8](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60178-8)

- Snetselaar, J., R. Andriessen, R.A. Suer, A.J. Osinga, B.G.J. Knols, M. Farenhorst. 2014. Development and evaluation of a novel contamination device that targets multiple life-stages of *Aedes aegypti*. *Parasites & Vectors*. 7:200. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-200>
- Spencer, M., L. Blaustein, J.E. Cohen. 2002. Oviposition habitat selection by mosquitoes (*Culiseta longiareolata*) and consequences for population size. *Ecology*. 83 (3):669-679.
- Stav, G., L. Blaustein, J. Margalith, 1999. Experimental evidence for predation risk sensitive oviposition by a mosquito, *Culiseta longiareolata*. *Ecological Entomology*. 24:202-207. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.1999.00183.x>
- Sumba, L.A., C.B. Ogbunugafor, A.L. Deng, and A. Hassanali. 2008. Regulation of oviposition in *Anopheles gambiae* s.s.: role of inter- and intra-specific signals. *Journal of Chemical Ecology*. 34:1430-1436. <https://doi.org/10.1007/s10886-008-9549-5>
- Sumba, L.A., T.O. Guda, A.L. Deng, A. Hassanali, J.C. Beier, B.G.J. Knols. 2004. Mediation of oviposition site selection in the African malaria mosquito *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) by semiochemicals of microbial origin. *International Journal of Tropical Insect Science*. 24:260-265. <https://doi.org/10.1079/IJT200433>
- Tchouassi, D.P., S.B. Agha, J. Villinger, R. Sang, B. Torto. 2022. The distinctive bionomics of *Aedes aegypti* populations in Africa. *Current Opinion in Insect Science*. 54:100986. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100986>
- Thavara, U., A. Tawatsin, J. Chompoosri. 2004. Evaluation of attractants and egg-laying substrate preference for oviposition by *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Vector Ecology*. 29 (1):66-72.
- Torres-Estrada, J.L., R.A. Meza-Alvarez, J. Cibrian-Tovar, M.H. Rodriguez-Lopez, J.I. Arredondo-Jimenez, L. Cruz-Lopez, and J.C. Rojas-Leon. 2005. Vegetation-derived cues for the selection of oviposition substrates by *Anopheles albimanus* under laboratory conditions. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 21(4):344-349. [https://doi.org/10.2987/8756-971X\(2006\)21\[344:VCFTSO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2987/8756-971X(2006)21[344:VCFTSO]2.0.CO;2)
- Torres-Estrada, J.L., M.H. Rodriguez, L. Cruz-Lopez, J.I. Arredondo-Jimenez. 2001. Selective oviposition by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in response to *Mesocyclops longisetus* (Copepoda: Cyclopoidea) under laboratory and field conditions. *Journal of Medical Entomology*. 38 (2):188-192. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.2.188>
- Torto, B., D.P. Tchouassi. 2024. Chemical ecology and management of dengue vectors. *Annual Review of Entomology*. 69:159-182. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020123-015755>
- Trexler, J.D., C.S. Apperson, C. Schal. 1998. Laboratory and field evaluations of Oviposition responses of *Aedes albopictus* and *Aedes triseriatus* (Diptera : Culicidae) to oak leaf infusions. *Journal of Medical Entomology*. 35 (6): 967-976. <https://doi.org/10.1093/jmedent/35.6.967>
- Trexler, J.D., C.S. Apperson, L. Zurek, C. Gemeno, C. Schal, M. Kaufman, E. Walker, D.W. Watson, and L. Wallace. 2003. Role of bacteria in mediating the oviposition responses of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*. 40 (6):841-848. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-40.6.841>
- Van Dam, A.R., W.E. Walton. 2008. The effect of predatory fish exudates on the ovipositional behavior of three mosquito species: *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* and *Culex tarsalis*. *Medical and Veterinary Entomology*. 22 (4):399-404. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2008.00764.x>
- Warikoo, R., S. Kumar. 2014. Oviposition altering and ovicidal efficacy of root extracts of *Argemone mexicana* against dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2 (4):11-17.
- Warikoo, R., S. Kumar. 2015. Investigation on the oviposition-deterrence and ovicidal potential of the leaf extracts of *Argemone mexicana* against an Indian strain of dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Applied Research Journal*. 1(4):208-215.
- Wilke, A.B.B., C. Chase, C. Vasquez, A. Carvajal, J. Medina, W.D. Petrie, J.C. Beier. 2019. Urbanization creates diverse aquatic habitats for immature mosquitoes in urban areas. *Scientific Reports*. 9:15335. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51787-5>
- Williams, R.E. 1962. Effect of coloring oviposition media with regard to the mosquito *Aedes triseriatus* (Say). *The Journal of Parasitology*. 48:919-925.
- Wondwosen, B., M. Dawit, Y. Debebe, H. Tekie, S.R. Hill, R. Ignell. 2021. Development of a chimeric odour blend for attracting gravid malaria vectors. *Malaria Journal*. 20:262. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03797-w>
- Wondwosen, B., S.R. Hill, G. Birgersson, E. Seyoum, H. Tekie, R. Ignell. 2017. A(maize)ing attraction: gravid *Anopheles arabiensis* are attracted and oviposit in response to maize pollen odours. *Malaria Journal*. 16:39. <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1656-0>
- Wong, J., S.T. Stoddard, H. Astete, A.C. Morrison, T.W. Scott. 2011. Oviposition site selection by the dengue vector *Aedes aegypti* and its implications for dengue control. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 5(4):e1015. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001015>
- Wooding, M., Y. Naudé, E. Rohwer, M. Bouwer. 2020. Controlling mosquitoes with semiochemicals: a review. *Parasites & Vectors*. 13(1):80. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-3960-3>
- WHO (World Health Organization). 2024. Vector-borne diseases. En: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases> (consultado el 06/01/2025).
- Xia, S., H.K. Dweck, J. Lutomia, R. Sang, C.S. McBride, N.H. Rose, D. Ayala, J.R. Powell. 2021. Larval sites of the mosquito *Aedes aegypti formosus* in forest and domestic habitats in Africa and the potential association with oviposition evolution. *Ecology and Evolution*. 11(22):16327-16343. <https://doi.org/10.1002/ece3.8332>
- Zahouli, J.B.Z., B.G. Koudou, P. Müller, D. Malone, Y. Tano, J. Utzinger. 2017. Effect of land-use changes on the abundance, distribution, and host-seeking behavior of *Aedes arbovirus* vectors in oil palm-dominated landscapes, southeastern Côte d'Ivoire. *PLoS One*. 12(12):e0189082. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189082>
- Zuharah, W.F., P.J. Lester. 2010. Can adults of the New Zealand mosquito *Culex pervigilans* (Bergorth) detect the presence of a key predator in larval habitats?. *Journal of Vector Ecology*. 35(1):100-5.

