



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Tica lució su talento científico en los Estados Unidos

Con polvos que brillan, científica le sigue el vuelo a los mosquitos transmisores de enfermedades

El aporte de la costarricense destacó por brindar opciones que robustecen el control de los mosquitos causantes de padecimientos como el dengue

2 JUN 2022

Salud



La Dra. Diana Rojas Araya es bachiller de Biología y posee una licenciatura en Microbiología y Química Clínica. También, realizó una maestría en Epidemiología y actualmente cuenta con un doctorado académico de entomología médica de la Universidad de Florida, Estados Unidos.

Apasionada de la naturaleza, los mosquitos y la epidemiología. Así es la Dra. Diana Rojas Araya, científica de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica (UCR), quien en Estados Unidos lideró el desarrollo de un prometedor **prototipo de trampa automática para mosquitos silvestres transmisores de enfermedades**.

¿Su objetivo? Apoyar la investigación que el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), de los Estados Unidos, ya venía desarrollando para estudiar cómo los mosquitos se dispersan en el ambiente y, con ellos, **algunos patógenos que potencialmente enferman a los seres humanos**.


¿Uno de los más conocidos? El *Aedes aegypti*, transmisor del virus del dengue y que anualmente genera entre **100 000 000 a 400 000 000** de infecciones alrededor del mundo, según la [Organización Mundial de la Salud](#) (OMS).

Con un **talento e ingenio llevado al límite de manera destacada**, la Dra. Rojas efectuó todos sus análisis en la reconocida Universidad de Florida, lugar donde realizó su doctorado. La complejidad del método fue tal que el mismo Dr. César Rodríguez Sánchez, director del Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET-UCR), denominó los experimentos como **“reveladores”**.

Lo mismo señaló el Dr. Ólger Calderón Arguedas, del CIET-UCR, quien describió el aporte como **“deslumbrante”**. Estas palabras no son para menos. El trabajo liderado por la Dra. Rojas, de la mano con otros tres científicos internacionales, superó el requerimiento inicial de desarrollar un **dispositivo automático de marcaje y detección de mosquitos**.

La tica generó una propuesta de trampa que hacía no solo las dos funciones solicitadas, sino tres al mismo tiempo: **capturar, señalar y liberar** a estos minúsculos insectos sin la intervención humana.

Además, contestó varias interrogantes que **llevaban décadas sin respaldo científico** sobre el efecto de los polvos fluorescentes, utilizados para marcar a los insectos, en la vida de un mosquito tan importante como el *Aedes aegypti*.

 Idealmente, se busca que los marcadores tengan cierta durabilidad en el animal marcado, que sean fáciles de aplicar y que no impacten sus características biológicas fundamentales. Se especulaba que los polvos fluorescentes serían grandes aliados, pero faltaba información científica robusta. La Dra. Rojas proporcionó este aporte de manera destacada.

Idealmente, se busca que los marcadores tengan cierta durabilidad en el animal marcado, que sean fáciles de aplicar y que no impacten sus características biológicas fundamentales. Se especulaba que los polvos fluorescentes serían grandes aliados, pero faltaba información científica robusta. La Dra. Rojas proporcionó este aporte de manera destacada.

Su trabajo fue tan sobresaliente, que uno de los artículos generados de la investigación se publicó y **posicionó como tema destacado en la portada** en la prestigiosa revista **científica internacional llamada [Insects](#)**.

“Lo innovador de este dispositivo es su potencial uso en un sinnúmero de aplicaciones. Quienes trabajamos con mosquitos sabemos que requerimos de las trampas para responder múltiples preguntas científicas, así como de los estudios de marcaje, liberación y recaptura. **Estos estudios son básicos para conocer múltiples aspectos de la biología de los mosquitos** y otros tipos de preguntas relacionadas con la transmisión de patógenos en el ambiente. Por lo tanto, este tipo de trampas son realmente necesarias porque nos ayudan. Por ejemplo, estudiar un patrón de dispersión más natural y con el comportamiento estacional”, señaló la Dra. Rojas.

Al conocer la biología de los mosquitos, las capacidades de dispersión y la dinámica poblacional, los gobiernos obtienen información necesaria sobre los ciclos de transmisión de diferentes enfermedades. De esa forma, **pueden robustecer sus esfuerzos de control y optimizar las decisiones de salud pública en beneficio de la población.**

¿El gran aliado de la Dra. Rojas detrás de todo esto? Los polvos fluorescentes, **unas partículas con la capacidad de brillar y que se utilizaron** para marcar a los mosquitos.

 En el video se pueden observar algunos mosquitos marcados con los polvos fluorescentes.

En el video se pueden observar algunos mosquitos marcados con los polvos fluorescentes.

Con mucho brillo

La propuesta de la trampa era atraer de forma ágil y sencilla a los insectos. Cuando estos entraban, pasaban a otra recámara para ser fotografiados. Luego, se les aplicaban los polvos fluorescentes y, por último, **eran liberados al ambiente.**

La meta era que después de un tiempo se les volviese a capturar y la marca con polvos fluorescentes sirviera para identificarlos y, de esa forma, **recrear sus movimientos y dispersión basados en un comportamiento real, medible y respaldado.**

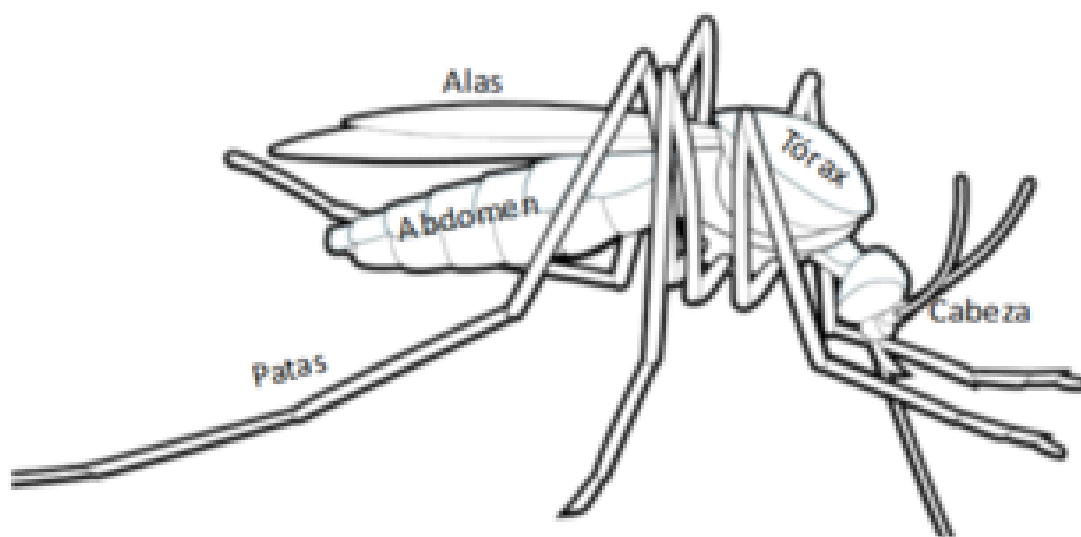
“Parte de los aportes con el estudio es evitar el uso de mosquitos criados en el laboratorio. También, reducir los sesgos asociados a metodologías usuales de marcaje-liberación-recaptura, como la liberación masiva de muchos mosquitos desde un sólo punto. Y, el más importante de todos, **reducir la intervención humana de capturar o criar, marcar y soltar mosquitos**”, destacó la científica.

La elección sobre el tipo de polvos constituyó un aporte fundamental al mundo de la ciencia, **pues su escogencia fue resultado de una ardua investigación científica que nunca antes se había hecho.**

Antes de construir la trampa, la Dra. Rojas definió cuál marcador para mosquitos, de los seis más comunes, era el más adecuado para el objetivo del estudio: polvos, tintes, pinturas, proteínas, elementos traza o radioisótopos. **Los resultados preliminares evidenciaron que los polvos fluorescentes eran los más aptos.** No obstante, faltaba algo más: **información científica respaldada.**

De acuerdo con la científica, **había un gran vacío de información** y no se conocía ampliamente si los polvos influían de alguna forma en la supervivencia del insecto a diferentes edades, qué tan durables o detectables eran en el tiempo o si iban a modificar, de alguna forma, la respuesta de las hembras durante la búsqueda de un hospedero. Este último componente es básico en la cadena de transmisión.

“La elección del marcador depende de los objetivos del estudio y del tipo de insecto. Nosotros hicimos estudios preliminares y probamos diferentes marcadores. **Al finalizar estos estudios, decidimos continuar trabajando con los polvos fluorescentes, ya que estos presentan múltiples ventajas.** Por ejemplo, son ofrecidos en diversos colores, son bastante económicos, rinden un montón para marcar insectos tan pequeños como mosquitos y permiten una detección no destructiva del marcaje en el insecto. Pero necesitábamos más información para ver si, de alguna manera, afectaba la características biológicas del mosquito”, detalló la Dra. Rojas.



Para la detección y la puntuación del marcaje de los mosquitos, al insecto se le dividió en cinco partes: cabeza, tórax, abdomen, alas y patas. Así, se le fue dando una puntuación aditiva dependiendo de dónde se observaba el polvo.

Grandes respuestas

Al definir que los polvos fluorescentes serían los grandes protagonistas, **el siguiente paso era subsanar la falta de conocimiento existente** en relación con los potenciales efectos que podían tener los polvos sobre el mosquito.

La primera razón era definir cuál, de todas las marcas ofrecidas en el mercado, era la ideal. Segundo, ver si los polvos afectaban su supervivencia, el rendimiento de los mosquitos en vuelo, **en su capacidad de buscar a un hospedero y alimentarse de sangre**, en el apareamiento, si funcionaban para el marcaje múltiple y si existía transferencia de un individuo marcado a uno no marcado.

“Como queríamos analizar distintas variables, dividimos los experimentos en grupos. **En total, fueron tres grupos de tres experimentos cada uno.** En el primer set decidimos evaluar el efecto de siete marcas diferentes de polvos fluorescentes sobre la supervivencia de los mosquitos, qué tan detectable era la presencia de los polvos a lo largo del tiempo y ver si la presencia del marcador iba a afectar su respuesta en la búsqueda de hospederos”, indicó la científica.

Los resultados fueron contundentes. **Ninguna marca de polvos, a excepción de una, afectó la supervivencia de los mosquitos** y, en 30 días, los polvos eran detectables en todas las partes del cuerpo de los 600 mosquitos analizados.

Donde se observó un poco de diferencia fue en la respuesta de las hembras mosquito en la búsqueda de hospederos potenciales, como seres humanos. Relacionado con esto, solo una marca de polvo fue la excepción, ya que esta no afectó la respuesta de las hembras a la presencia de una trampa que emitía olores similares al humano.

Lo curioso fue que esta marca de polvos era la **más amigable con el ambiente**, ya que carecía de formalina, metales pesados, aminas aromáticas y otros compuestos.

¿La decisión final? **Usar el polvo más amigable con el ambiente, el Day-Glo® ECO Series** en cinco colores: el anaranjado, amarillo, verde, azul y violeta.

“Antes de empezar a utilizar los polvos fluorescentes como marcadores, decidimos que era importante dar respuesta a esas preguntas básicas **sobre cómo los polvos iban a influir en la biología del mosquito**. Esto, ya que la trampa al final iba a ser utilizada para generar modelos matemáticos y necesitábamos saber, hasta qué punto, todos esos parámetros biológicos se iban a ver o no afectados”, mencionó la Dra. Rojas.

En todo momento se utilizó una metodología simple y barata. La idea era generar experimentos que pudiesen ser aplicados en diferentes contextos y lugares con menos recursos económicos.

Vuelo de altura

Todos los experimentos se realizaron con el mosquito *Aedes aegypti*, debido a su importancia como vector de múltiples virosis y, específicamente, con mosquitos hembra. **Este es el sexo que requiere consumir sangre para los procesos de reproducción y por ende, transmite los microorganismos que producen enfermedades como el dengue, zika, chikungunya y, en algunos lugares, fiebre amarilla.**


“En la entomología médica hay una fórmula matemática muy importante que permite estudiar la capacidad que posee un vector para transmitir patógenos. Esta contempla la densidad de los vectores, qué tan frecuente se alimentan de sangre de hospederos disponibles, qué tan buenos son para permitir el desarrollo del microorganismo dentro de su cuerpo, así como su posibilidad de sobrevivir al periodo de incubación para, posteriormente, transmitir el agente infeccioso en una nueva picada, luego de haber entrado en contacto con una persona infectada. **Todos estos datos son sumamente relevantes y claves para el desarrollo de modelos que expliquen la dinámica de transmisión de patógenos**”, mencionó la microbióloga.

En el segundo set de experimentos, se analizó la supervivencia de los mosquitos pero, esta vez, con hembras de diferentes edades. Del mismo modo, se estudió si la presencia del polvo afectaba o no el tiempo en el cual la hembra se alimentaba con sangre, y si los polvos fluorescentes afectaban su vuelo.

Los grupos de edad utilizados fueron de 2-5 días, 6-9 días, 10-13 días y **los resultados fueron positivos.**

“Se concluyó que ninguno de los diferentes colores de los polvos tuvieron un efecto sobre la supervivencia de los mosquitos. **El éxito de la alimentación tampoco se vio afectado.** Con respecto al vuelo, tampoco hubo afectación de la velocidad por la presencia del

marcador ni cambios a lo largo de las diferentes categorías del tiempo, en los 30 minutos que fueron observadas”, manifestó la Dra. Rojas.

 Un componente innovador del estudio fue utilizar un dispositivo que tiene un magneto, aguja y fibra óptica. En un extremo se pone el mosquito y, en otro, una bandera que activa el sensor. Así, cada vez que la hembra está volando pasa por el sensor. En ese momento se registran las vueltas que da la hembra y permite calcular la velocidad de vuelo.

Un componente innovador del estudio fue utilizar un dispositivo que tiene un magneto, aguja y fibra óptica. En un extremo se pone el mosquito y, en otro, una bandera que activa el sensor. Así, cada vez que la hembra está volando pasa por el sensor. En ese momento se registran las vueltas que da la hembra y permite calcular la velocidad de vuelo.

¿Menor apareamiento?

En el tercer y último set de experimentos se estudió el efecto de los polvos en el apareamiento del *Ae. aegypti*, si había transferencia o no de los polvos y, por último, **si se podía hacer un marcaje múltiple.**

“En el experimento sobre cópula hubo una dificultad adicional, ya que se requería que los adultos fueran estrictamente vírgenes. Se utilizaron muchos adultos y la preparación previa del experimento duró como 3 semanas. Una vez que se obtuvieron los machos y las hembras vírgenes, se marcaron **y luego se utilizaron de manera aleatoria dos colores de polvos (anaranjado y amarillo)**”, ahondó la investigadora.

El experimento consistió en introducir al macho y a una hembra en una caja. Luego, se tomaba el tiempo requerido para que el macho y la hembra copularan. Cuando terminaban, la hembra era retirada, se ponía en una cajita para valorar su estado de inseminación y al macho se le presentaba una segunda hembra y, luego, a una tercera hembra. **Esto se repitió en cinco grupos con combinaciones diferentes de hembras y machos, con o sin marcaje.**


“El *Ae. aegypti* copula en una posición específica, en el cual el macho se coloca por debajo de la hembra, lo cual también fue importante para evaluar la transferencia de los polvos durante la interacción sexual. **Otro de los experimentos era ver si al macho le atraía más copular con una hembra marcada que con una no marcada.** Para ello se usaron 5 machos y se les presentó 10 hembras marcadas y no marcadas usando diferentes colores”, dijo la Dra. Rojas.

Los resultados también fueron muy positivos. Con respecto al apareamiento, **no se encontró ningún efecto de los polvos en el tiempo de acoplamiento, en el tiempo de cópula y en el éxito de inseminación.** Tampoco hubo efecto en la elección de la pareja en las combinaciones propuestas y con ninguno de los colores utilizados.

Lo que sí hubo fue transferencia del polvo, justamente, en esos sitios en donde ellos interaccionan. De igual forma, se combinaron hembras y machos marcados y no marcados, en dos condiciones específicas de densidad: hacinados y no hacinados. En cuanto al marcaje múltiple, **se evaluó la posibilidad de marcar una hembra simultáneamente con dos polvos o más polvos.**

“Esto es importante para nosotros porque queremos colocar la trampa en el ambiente y que la trampa pueda marcar en diferentes momentos y con distintas secuencias de colores. Entonces, **era necesario ver qué tan factible iban a ser reconocer los diferentes colores en un mismo mosquito**”, dijo la experta.

Los resultados fueron interesantes. Hubo varios colores que se lograban reconocer entre sí, pero otras combinaciones que, definitivamente, no se podían distinguir. **Con toda esa información recolectada sobre los polvos, llegó el momento más anhelado: el diseño de la trampa.**

 Un hallazgo interesante se dio en los machos que se encuentran completamente vírgenes, pues interactúan de manera similar a como lo harían con las hembras. Solo en machos se vio una transferencia de polvo, independiente de las condiciones de densidad: hacinados o no hacinados, debido al comportamiento mencionado anteriormente.

Un hallazgo interesante se dio en los machos que se encuentran completamente vírgenes, pues interactúan de manera similar a como lo harían con las hembras. Solo en machos se vio una transferencia de polvo, independiente de las condiciones de densidad: hacinados o no hacinados, debido al comportamiento mencionado anteriormente.

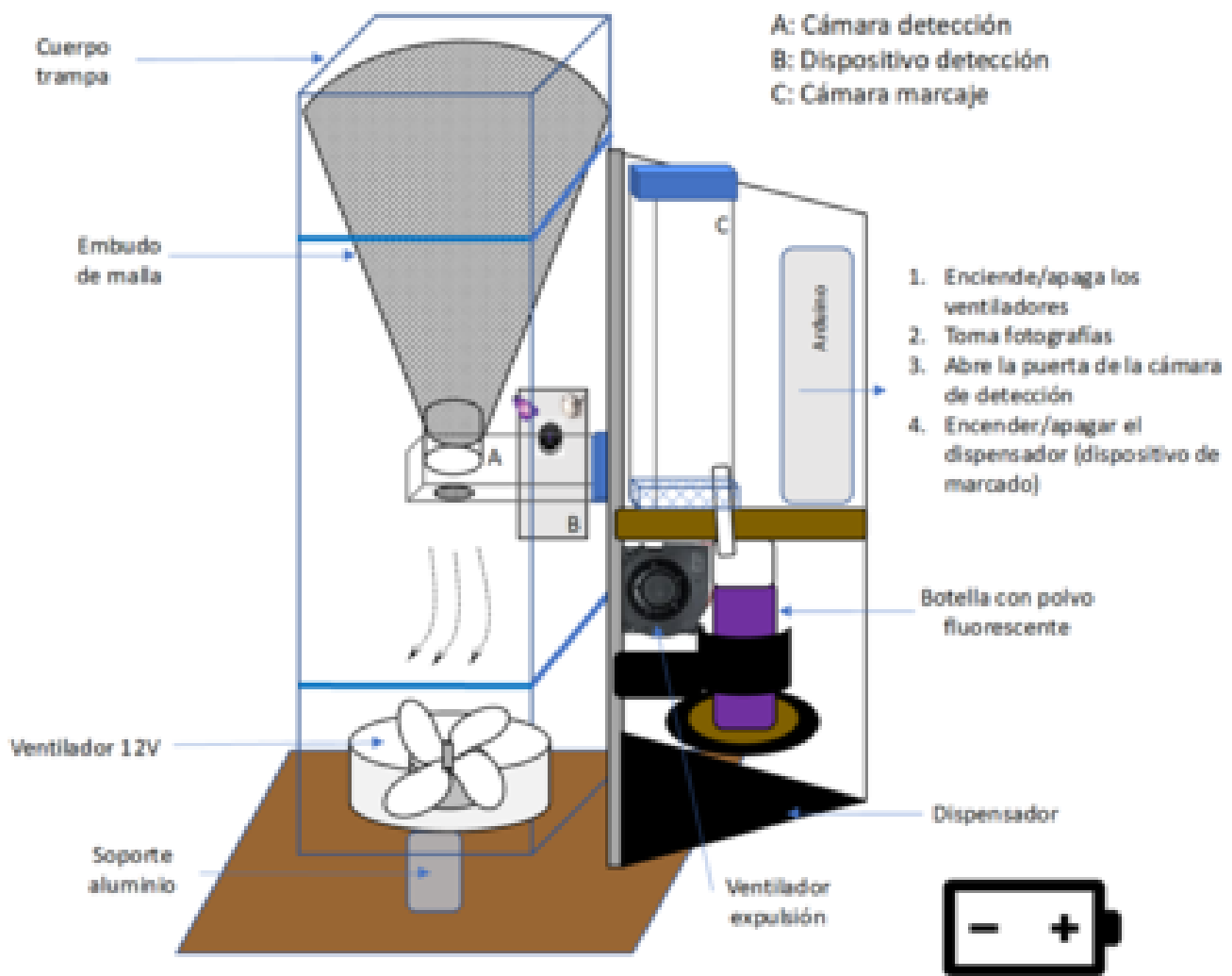
Una captura con salida

La propuesta de la trampa consiste en un **embudo que direcciona la entrada de las hembras** a una zona llamada la cámara de detección. Esa cámara permite reconocer si los individuos estaban previamente marcados o no, a través de su visualización en fotografías.

Luego, **las hembras pasan a la cámara de marcaje**. Ahí se utilizaron unas botellas especiales para contener el polvo y expulsarlo con la ayuda de un dispensador automático. Una vez marcadas, las hembras se liberan con la ayuda de un ventilador pequeño y una puerta móvil ubicada en la parte superior de la cámara.

“Trabajar con mosquitos es todo un reto porque, hasta la posición en cómo está la entrada de la trampa, el color, el tamaño de cada dispositivo o la fuerza del ventilador, puede hacer que la hembra entre o no entre, se mueva o no. **Fue un trabajo que implicó creatividad, esfuerzo y perseverancia**”, compartió la Dra. Rojas.

Al utilizar una metodología y materiales de bajo costo, se espera que la trampa pueda probarse pronto en el campo. Específicamente, en los Estados Unidos, y que **luego se amplíe a otras zonas con recursos económicos limitados, como Costa Rica.**



Para la trampa se utilizaron unos microcontroladores que se encendían y apagaban los ventiladores, tomaban la fotografía, abrían la puerta de la cámara de detección, y que encendían y apagaban el dispensador.



Jennifer Jiménez Córdoba
Periodista, Oficina de Divulgación e Información
Área de cobertura: ciencias de la salud
jennifer.jimenezcordoba@ucr.ac.cr

Etiquetas: [mosquitos](#), [aedes aegypti](#), [trampa](#), [cdc](#), [estados unidos](#).