



USO DE TRAMPAS PEGAJOSAS PARA LA VIGILANCIA DE
Aedes (Stegomyia) aegypti COMO POTENCIAL
HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN TEMPRANA DEL
DENGUE EN SINCELEJO, COLOMBIA

CARLOS ALBERTO SERMEÑO CORREA

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Salud
Pública

Director:

PhD. Eduar Elías Bejarano Martínez

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SINCELEJO – COLOMBIA

2022

Nota de aceptación:

Presentado para optar el título de Maestría en Salud Pública, sustentada y aprobada como consta en el Acta de sustentación con de fecha 27 de enero de 2022 firmado por el Comité Técnico del programa de Maestría en Salud Pública.

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long, sweeping tail that curves to the left.

Firma del presidente del jurado

Sincelejo, 10 de febrero de 2022.

Dedicatoria

A Dios.

A mi madre.

A todas las personas que han creído en mí.

Agradecimientos

A mi tutor por su valioso tiempo, orientación y dedicación brindada para el desarrollo de este proyecto.

A Dordy Bejarano coordinador de promoción y prevención de la Secretaría de Salud de Sincelejo y al grupo de ETV por su apoyo en labores de campo, especialmente al doctor Juan Contreras y a los biólogos Katry Pérez, Luis Julio, José Amed y Milet Zabaleta.

Al grupo de ETV de la Secretaría de Salud de Sucre por su apoyo en la instalación y revisión de las trampas, especialmente a José Carlos Ruíz y Adriana Martelo.

A las Juntas de Acción Comunal y la comunidad de los barrios La Selva y El Cortijo por su constante apoyo y disposición.

A la Universidad de Sucre y al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación por aportar recursos para la financiación del proyecto Sistema de Vigilancia Ecoepidemiológico del virus Dengue en Sincelejo, Sucre, en la convocatoria 850 de 2019 para el fortalecimiento de proyectos de CTel en ciencias médicas y de la salud con talento joven e impacto regional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	11
ABSTRACT	13
1. INTRODUCCIÓN	15
2. MARCO REFERENCIAL	18
2.1 MARCO TEÓRICO.....	18
2.1.1 Arbovirus de importancia médica	18
2.1.2 Virus Dengue	18
2.1.3 Mosquito <i>Aedes aegypti</i>	21
2.1.4 Ciclo de transmisión del DENV	25
2.1.5 Clasificación y manifestaciones clínicas de la enfermedad.....	26
2.1.6 Pruebas de diagnóstico para dengue	28
2.1.7 Epidemiología del virus Dengue	28
2.1.8 Métodos de vigilancia y control de <i>Aedes aegypti</i>	30
2.1.8.1 Ovitrapas	31
2.1.8.2 Índices larvales	32
2.1.8.3 Índice pupal	33
2.1.8.4 Trampas para mosquitos adultos.....	33
2.2 ESTADO DEL ARTE	37
3. OBJETIVOS.....	40
3.1 Objetivo general	40
3.2 Objetivos específicos	40
4. METODOLOGÍA	41

4.1	Tipo y área de estudio.....	41
4.2	Instalación e inspección de trampas MosquiTRAP	41
4.3	Detección molecular de DENV	43
4.4	Encuesta de aceptabilidad y porcentaje de adherencia a la trampa MosquiTRAP	46
4.5	Análisis de datos	47
5.	RESULTADOS	49
6.	DISCUSIÓN.....	73
7.	CONCLUSIONES	81
8.	RECOMENDACIONES.....	82
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	83
10.	ANEXOS	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la organización del genoma y proteínas virales de Dengue	19
Figura 2. Estructura del virus Dengue	20
Figura 3. Ciclo de vida de <i>Aedes aegypti</i>	22
Figura 4. Diferencias morfológicas entre <i>Aedes aegypti</i> y <i>Aedes albopictus</i>	24
Figura 5. Evolución clínica por enfermedad del dengue.....	27
Figura 6. Trampas de mosquitos utilizadas para la vigilancia entomológica	34
Figura 7. Funcionamiento de la trampa pegajosa MosquiTRAP (Ecovec)	36
Figura 8. Individuos hembra de <i>Aedes aegypti</i> capturados por revisión en el estudio	50
Figura 9. Individuos hembra de <i>Aedes aegypti</i> capturados por revisión en el barrio El Cortijo.....	50
Figura 10. Individuos hembra de <i>Aedes aegypti</i> capturados por revisión en el barrio La Selva	51
Figura 11. Positividad de las trampas MosquiTRAP en los barrios La Selva y El Cortijo.....	52
Figura 12. Densidad media de adultos de <i>Aedes aegypti</i> en los barrios La Selva y El Cortijo.....	53
Figura 13. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 1 y 2, elaborado a partir de niveles de infestación.	55
Figura 14. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 3 y 4, elaborado a partir de niveles de infestación.	56
Figura 15. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 5 y 6, elaborado a partir de niveles de infestación.	57
Figura 16. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 7 y 8, elaborado a partir de niveles de infestación.	58
Figura 17. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 9 y 10, elaborado a partir de niveles de infestación.	59

Figura 18. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 1 y 2, elaborado a partir de niveles de infestación.	61
Figura 19. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 3 y 4, elaborado a partir de niveles de infestación.	62
Figura 20. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 5 y 6, elaborado a partir de niveles de infestación.	63
Figura 21. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 7 y 8, elaborado a partir de niveles de infestación.	64
Figura 22. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 9 y 10, elaborado a partir de niveles de infestación.	65
Figura 23. Puntos críticos con alta infestación de mosquitos <i>Aedes aegypti</i> identificados en el barrio La Selva, Sincelejo.	66
Figura 24. Puntos críticos con alta infestación de mosquitos <i>Aedes aegypti</i> identificados en el barrio El Cortijo, Sincelejo.....	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Componentes de reacción para la detección molecular de DENV y el gen actina en los mosquitos capturados	44
Tabla 2. Componentes de reacción para la detección molecular de ZIKV y CHIKV en los mosquitos capturados.....	45
Tabla 3. Cebadores y sondas Taqman utilizados para la detección de genes de interés.	46
Tabla 4. Número de mosquitos procesados para detección viral de DENV, ZIKV y CHIKV en el barrio La Selva.....	68
Tabla 5. Número de mosquitos procesados para detección viral de DENV, ZIKV y CHIKV en el barrio El Cortijo	68
Tabla 6. Resultados de la encuesta de aceptación de las trampas MosquiTRAP a la comunidad de los barrios El Cortijo y La Selva, Sincelejo.....	70

LISTA DE ANEXOS

Anexos 1. Encuesta de aceptabilidad de la comunidad a las trampas MosquiTRAP	92
Anexos 2. Ubicación final de las trampas MosquiTRAP barrio La Selva.....	94
Anexos 3. Ubicación final de las trampas MosquiTRAP barrio El Cortijo	95
Anexos 4. Puntos críticos con alta infestación de mosquitos <i>Aedes aegypti</i> en las revisiones de la 1 a la 5 y de la 6 a la 10, identificados en el barrio La Selva, Sincelejo	96
Anexos 5. Puntos críticos con alta infestación de mosquitos <i>Aedes aegypti</i> en las revisiones de la 1 a la 5 y de la 6 a la 10, identificados en el barrio El Cortijo, Sincelejo	97
Anexos 6. Detección molecular del virus Dengue (DENV) y gen Actina en mosquitos capturados en el barrio La Selva y El Cortijo durante la revisión 11	98
Anexos 7. Detección molecular del virus Chikungunya (CHIKV) en mosquitos capturados en el barrio La Selva y El Cortijo durante la revisión 5	99
Anexos 8. Detección molecular del virus Zika (ZIKV) en mosquitos capturados en el barrio La Selva y El Cortijo durante la revisión 6..	100

RESUMEN

El dengue sigue representando un gran problema de salud pública a nivel mundial. Debido a la falta de vacunas, la prevención de la enfermedad y el control de la transmisión viral están dirigidos hacia el vector, *Aedes aegypti*. Con el fin de fortalecer la vigilancia entomológica y evaluar nuevas herramientas de monitoreo vectorial, este trabajo tuvo como objetivo determinar la utilidad de trampas pegajosas para la vigilancia de *A. aegypti* como potencial herramienta de prevención temprana del dengue en Sincelejo, Colombia. Se instalaron 49 trampas MosquiTRAP (Ecovec v.2.0) para la captura de hembras grávidas, en dos barrios con reporte histórico de casos de dengue; las trampas fueron ubicadas cada 100 metros y georreferenciadas con un sistema de posicionamiento global. La inspección se realizó quincenalmente, y se calculó el índice de positividad de las trampas, índices aélicos de adultos, además se determinó la dinámica poblacional y la frecuencia de infección por el virus Dengue (DENV) en los mosquitos capturados, y se estimó el grado de aceptabilidad y el porcentaje de adherencia de las trampas. Se capturó un total de 1.170 mosquitos el 98,8% correspondiente a *A. aegypti*, con una densidad media de adultos entre uno y cuatro mosquitos por vivienda, y un porcentaje de positividad de las trampas entre el 42,9% y 85,7%. Los niveles de infestación en los dos barrios fueron bajos, sin embargo, se determinaron puntos críticos que mantuvieron una alta abundancia de mosquitos durante las revisiones. No se detectó infección viral de DENV en los mosquitos procesados por

la técnica qRT-PCR, ni tampoco infección por el virus Zika (ZIKV) ni el virus Chikungunya (CHIKV). El porcentaje de aceptación de las trampas por parte de la comunidad fue en más de un 90%. El porcentaje aprobación de la instalación fue de un 96%, y la adherencia del 94%. Este estudio amplía la evaluación de las MosquiTRAP para la vigilancia del mosquito *A. aegypti*, estas trampas demostraron una alta simplicidad operativa, utilidad y especificidad para la captura del vector, así mismo, al ser integrado con Sistemas de Información Geográfica, puede ser una potencial herramienta de prevención temprana del dengue y otras arbovirosis, al permitir mejorar la respuesta oportuna de brotes y el direccionamiento, hacia zonas de alto riesgo de transmisión viral, de medidas de control vectorial, así como de medidas preventivas para el dengue.

Palabras claves: Arbovirus, entomología médica, vigilancia entomológica, vectores.

ABSTRACT

Dengue continues to represent a major public health problem worldwide. Due to the lack of vaccines, disease prevention and control of viral transmission are directed towards the vector, *Aedes aegypti*. In order to strengthen entomological surveillance and evaluate new vector monitoring tools, this work aimed to determine the usefulness of sticky traps for *A. aegypti* surveillance as a potential tool for early prevention of dengue in Sincelejo, Colombia. Forty-nine MosquiTRAP (Ecovec v.2.0) were installed to capture gravid females in two neighborhoods with historical reports of dengue cases; the traps were located every 100 meters and georeferenced with a global positioning system. The inspection was carried out every two weeks, and the positivity index of the traps was calculated, as well as the aedic index of adults, the population dynamics and the frequency of infection by the Dengue virus (DENV) in the captured mosquitoes, and the degree of acceptability and the percentage of adherence of the traps were estimated. A total of 1.170 mosquitoes were captured, 98.8% corresponding to *A. aegypti*, with an average adult density between one and four mosquitoes per dwelling, and a percentage of positivity of the traps between 42.9% and 85.7%. Infestation levels in the two neighborhoods were low; however, hotspots were identified that maintained a high abundance of mosquitoes during the inspections. No DENV viral infection was detected in mosquitoes processed by the qRT-PCR technique, nor was Zika virus (ZIKV) or Chikungunya virus (CHIKV) infection detected. The acceptance rate of the traps by the community was over 90%. The installation approval rate was 96%, and

adherence was 94%. This study extends the evaluation of the MosquiTRAP for the surveillance of the *A. aegypti* mosquito, these traps demonstrated a high operational simplicity, usefulness and specificity for the capture of the vector, likewise, when integrated with Geographic Information Systems, it can be a potential tool for early prevention of dengue and other arbovirolosis, by improving the timely response to outbreaks and the targeting, towards areas of high risk of viral transmission, of vector control measures, as well as preventive measures for dengue.

Keywords: Arboviruses, medical entomology, entomological surveillance, vectors.

1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) las enfermedades transmitidas por vectores representan un 17% de las enfermedades infecciosas a nivel mundial, y causan cada año más de 700.000 muertes (1). Los arbovirus, virus transmitidos por artrópodos, constituyen uno de los mayores problemas de salud pública en zonas tropicales y subtropicales del planeta; históricamente las arbovirosis han afectado a las poblaciones humanas, por la circulación e infección principalmente de virus de los géneros *Flavivirus* y *Alfavirus*, como Dengue (DENV), Fiebre Amarilla (YFV), Oeste del Nilo (WNV), y recientemente por los virus Zika (ZIKV) y Chikungunya (CHIKV).

El dengue es una enfermedad arboviral que tiene gran relevancia por sus efectos en términos de morbilidad, mortalidad y alto impacto económico. La enfermedad del dengue es causada por DENV, el cual es transmitido por mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, con transmisión dominante en zonas urbanas (2, 3). El dengue en Colombia representa un problema prioritario en salud pública debido a la reemergencia e intensa transmisión con tendencia creciente, la aparición de ciclos epidémicos cada dos o tres años, presentándose la última epidemia en el 2019 con un mayor número de casos a los reportados en la epidemia del 2015 (4), y además por la presencia del vector en todos los departamentos y en altitudes antes no registradas para el país (2302 msnm) (5).

Debido a la falta de vacunas, los métodos de prevención del dengue, van dirigidos hacia el vector *A. aegypti*, dichos métodos son planificados y ejecutados

por las entidades territoriales en salud, sin embargo, a pesar de la implementación de los programas y las estrategias para la vigilancia y el control vectorial, se sigue presentando un aumento en el número de casos, lo que ha conllevado a un incremento en la carga de la enfermedad, un mayor gasto económico y alta presión al sistema de salud. Los graves problemas causados por dengue a la salud humana, ha conllevado a la priorización en investigación y vigilancia de este tipo de agentes infecciosos, por lo cual la Organización Panamericana de Salud (OPS) ha promovido la implementación de nuevas herramientas, que permitan una prevención prepatogénica de la enfermedad (6).

Las trampas para la captura de mosquitos adultos surgen como alternativas a los métodos de vigilancia tradicionalmente utilizados como la ovitrampa y levantamiento de índices larvarios, este último se centra en la fase inmadura del vector, insuficiente para medir el riesgo de transmisión viral. El uso y evaluación de trampas contra adultos como nuevas herramientas para la vigilancia vectorial, permitirá medir su factibilidad, estimar verdaderos riesgos de transmisibilidad viral, así como mejorar el direccionamiento de medidas de control (fumigación, eliminación de criaderos, etc.), brindándole mayor eficacia a las estrategias y decisiones de prevención, vigilancia y control del dengue.

El presente trabajo realiza una contribución a la política pública en la línea priorizada “Desarrollo de biovigilancia y control de patologías tropicales en el departamento de Sucre”, enmarcada en el foco Salud del Plan y Acuerdo Estratégico Departamental en CTel – PAED, que tiene como objetivo el

fortalecimiento de los programas de vigilancia de arbovirus en salud pública en el departamento de Sucre; a la dimensión de vida saludable y enfermedades transmisibles del Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021, en la gestión integral para la promoción de la salud, prevención y control de las Enfermedades Transmitidas por Vectores y reducción de la carga de la enfermedad; al tercer objetivo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”; y a la Estrategia de Gestión Integrada de Enfermedades Transmitidas por Vectores (EGI-ETV) del Ministerio de Salud y Protección Social, en las actividades de vigilancia entomológica.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Arbovirus de importancia médica

Arbovirus por sus siglas en inglés (Arthropod-Borne Viruses), son virus con transmisión entre animales vertebrados por la picadura de artrópodos hematófagos como mosquitos y garrapatas. Este grupo está representado por 537 especies virales, de los cuales aproximadamente 150 son transmitidos a humanos y animales, principalmente de las familias Togaviridae, Flaviviridae, Bunyaviridae y Reoviridae (7).

Los arbovirus presentan un ciclo de transmisión enzoótico con un amplio número de reservorios y vectores, los humanos son hospederos accidentales al momento de ser infectados en áreas selváticas (8), sin embargo, algunos arbovirus tienen gran importancia para la salud pública, los cuales ocasionan brotes como el virus del Nilo Occidental (WNV; Flaviviridae), el virus Chikungunya (CHIKV; Togaviridae) y el virus Zika (ZIKV; Flaviviridae), mientras que otros presentan una alta incidencia anual por infecciones como el virus Dengue (DENV; Flaviviridae), el virus de la Fiebre Amarilla (YFV; Flaviviridae), y el virus de la Encefalitis Japonesa (JEV; Flaviviridae) (9).

2.1.2 Virus Dengue

El virus Dengue (DENV) pertenece al género *Flavivirus* y a la familia Flaviviridae, y posee cuatro serotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4) que son antigénicamente y filogenéticamente distintos entre sí, cada uno agrupado en

genotipos. DENV es un virus envuelto de simetría icosaédrica que posee un genoma viral de ARN de cadena sencilla de sentido positivo (+ssRNA), que tiene un coeficiente de sedimentación de 42S y un peso molecular de 4,2 Kd; el virus tiene un tamaño de 50 nanómetros aproximadamente. El genoma viral de 11 Kilobases (Kb), codifica para un polipéptido único, que se divide en tres proteínas estructurales cápside (C), envoltura (E) y precursora de membrana (PrM) y siete proteínas no estructurales (NS1, NS2A, NS2B, NS3 NS4A, NS4B y NS5) (10) (Figura 1).

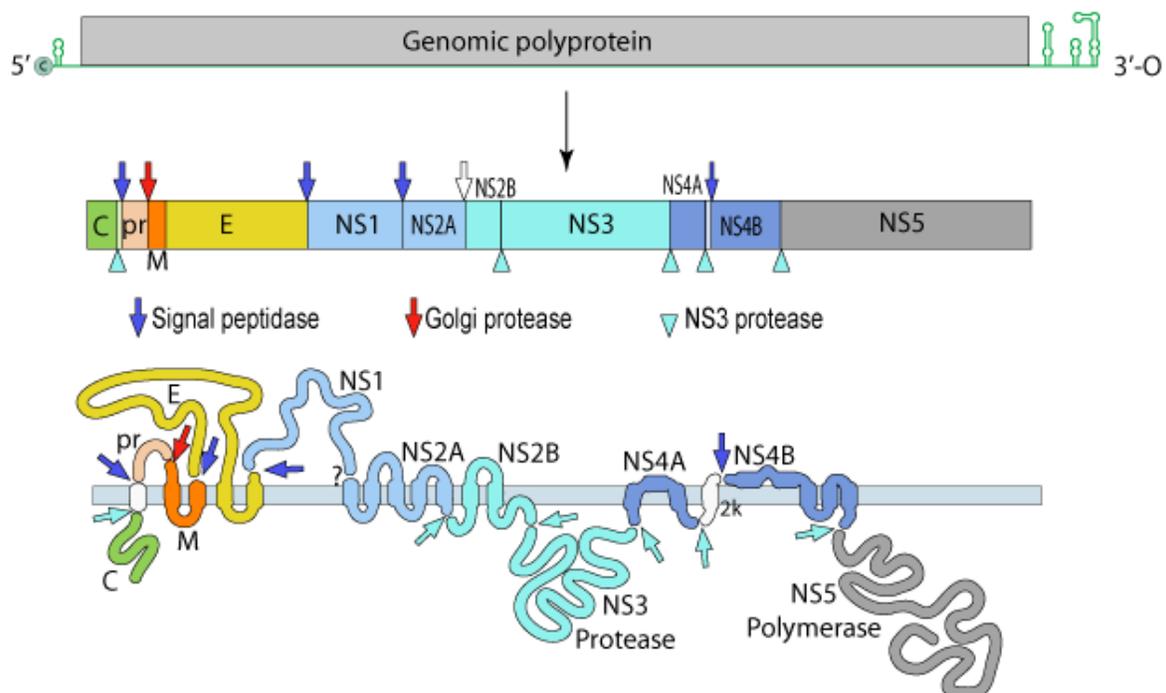


Figura 1. Esquema de la organización del genoma y proteínas virales de Dengue.

Tomado de: <https://viralzone.expasy.org/43>

Cada virus se encuentra constituido por una membrana lipídica (obtenida de las células del hospedero), en la cual se insertan las proteínas integrales de

membrana, envoltura (E) y precursora de membrana (prM). La proteína E se une a los receptores celulares y favorece la fusión de las membranas virales y celulares durante la entrada viral en las células hospederas, siendo el objetivo principal de anticuerpos neutralizantes (10). El interior del virus contiene el complejo riboproteico conformado por la proteína de la cápside (C) y el genoma viral; las proteínas no estructurales están involucradas en el procesamiento de la poliproteína, ensamblaje y replicación del genoma viral de ARN (11) (Figura 2).

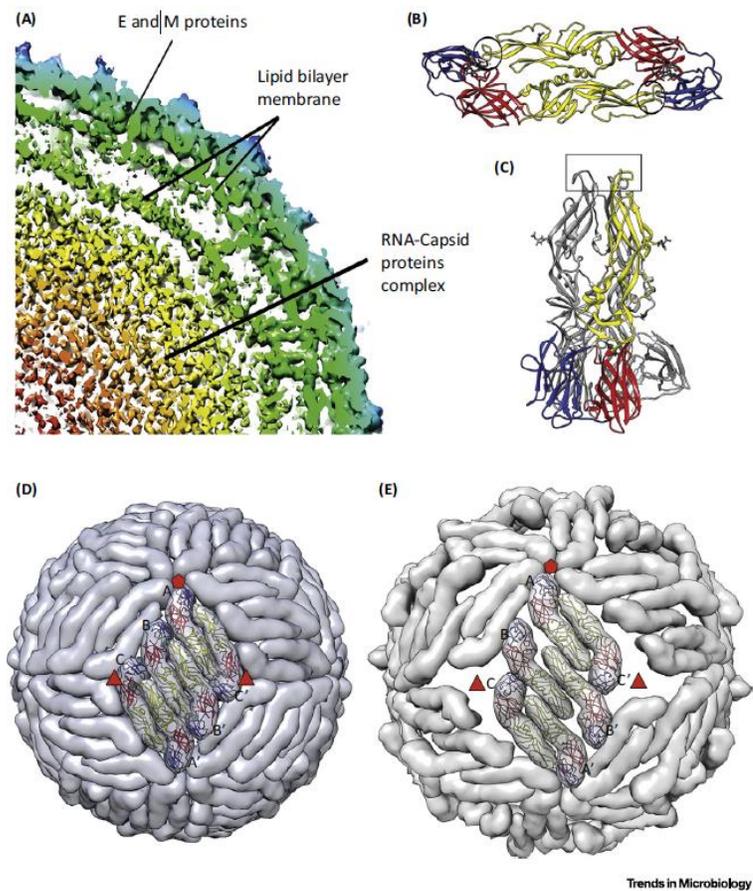


Figura 2. Estructura del virus Dengue. (A). Una cuarta parte de la sección transversal central de un mapa de microscopía crioelectrónica de DENV. (B).

Estructura de la proteína E dimérica de prefusión. (C). Estructura cristalina de las proteínas E triméricas post-fusión. (D). Organización de las proteínas E en el DENV maduro a 28°C. (E). Microscopía crioelectrónica de la estructura de DENV 2 clase III a 37°C. Tomado de: Lock (12).

2.1.3 Mosquito *Aedes aegypti*

El DENV se transmite en humanos por mosquitos hembra del género *Aedes*, particularmente del subgénero *Stegomyia*. *Aedes aegypti* es el vector más importante en las regiones tropicales y subtropicales del mundo (13), otras especies como *A. albopictus* y *A. polynesiensis* se comportan como vectores secundarios (14). *A. aegypti* es un vector eficiente para la transmisión de DENV, debido a que es antropofílico y vive en la proximidad del hábitat humano. El mosquito habita y se reproduce cerca de fuentes de alimentación sanguínea en las zonas urbanas y sus etapas inmaduras se desarrollan principalmente en contenedores domésticos como tanques bajos, albercas, llantas y diversos elementos albergadores de aguas limpias (15).

El mosquito *A. aegypti* es un insecto con metamorfosis completa (holometábolo), es decir, que durante su desarrollo ontogénico cursa por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto (Figura 3). Los huevos miden aproximadamente 1 mm de longitud, su fecundación ocurre durante la postura y el desarrollo embrionario se completa las 48 horas a condiciones óptimas de humedad y temperatura. Eclosionan en un lapso de 2 a 3 días, sin embargo, pueden resistir

a largos periodos de desecación y temperaturas extremas de hasta 7 meses a 1 año, siendo este un principal obstáculo para el control del mosquito (16).

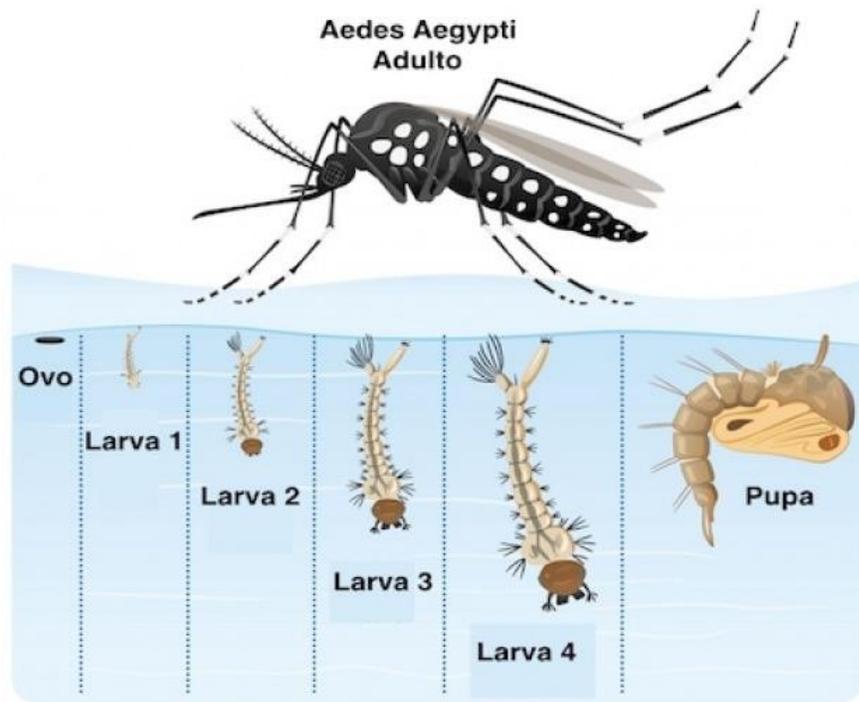


Figura 3. Ciclo de vida de *Aedes aegypti*. Tomado de:

<https://presencia.unah.edu.hn/noticias/nuevo-articulo-239/>

Las larvas que emergen inician un ciclo de cuatro instar larvales, exclusivamente acuáticas, periodo de mayor alimentación y crecimiento. Se alimentan de material orgánico sumergido o acumulado en las paredes, utilizando sus cerdas bucales. Morfológicamente poseen una cabeza y tórax ovoides y el abdomen dividido en 9 segmentos, en el segmento posterior (anal) del abdomen tiene 4 branquias lobuladas para la regulación osmótica y un sifón corto, para la respiración en la superficie del agua. La posición de las larvas en reposo es casi

vertical, son fotosensibles y el tiempo de desarrollo en condiciones óptimas va de 7 a 14 días (16).

Las pupas morfológicamente se caracterizan por presentar un externo anterior globuloso formado por el cefalotórax en el que se encuentran un par de tubos respiratorios, seguido del abdomen segmentado y curvo, en el cual posee un par de remos o aletas natatorias. En esta etapa las pupas no se alimentan, presentan un estado de reposo donde se producen importantes cambios anatómicos y fisiológicos para la etapa adulto, y tiene un periodo de duración de 1 a 3 días en condiciones favorables (16).

Culminada la etapa de pupa se produce la eclosión del estadio adulto del mosquito, donde luego de emerger permanece en un estado de reposo permitiendo el endurecimiento del exoesqueleto y alas. Morfológicamente el adulto se caracteriza por presentar un color oscuro cuyos tarsos posteriores tienen franjas claras y la franja basal pálida. Presenta en el mesonoto un patrón de escamas formando una lira, además un anillado característico a nivel de tarso, tibia y fémures (Figura 4); la diferenciación del sexo se da debido a que el macho se distingue de la hembra por presentar antenas plumosas y palpos más largos. Luego de las 24 horas, inicia la etapa reproductiva, en donde machos y hembras se aparean, una sola copula es suficiente para fecundar todos los huevos que puede colocar una hembra en toda su vida (16).

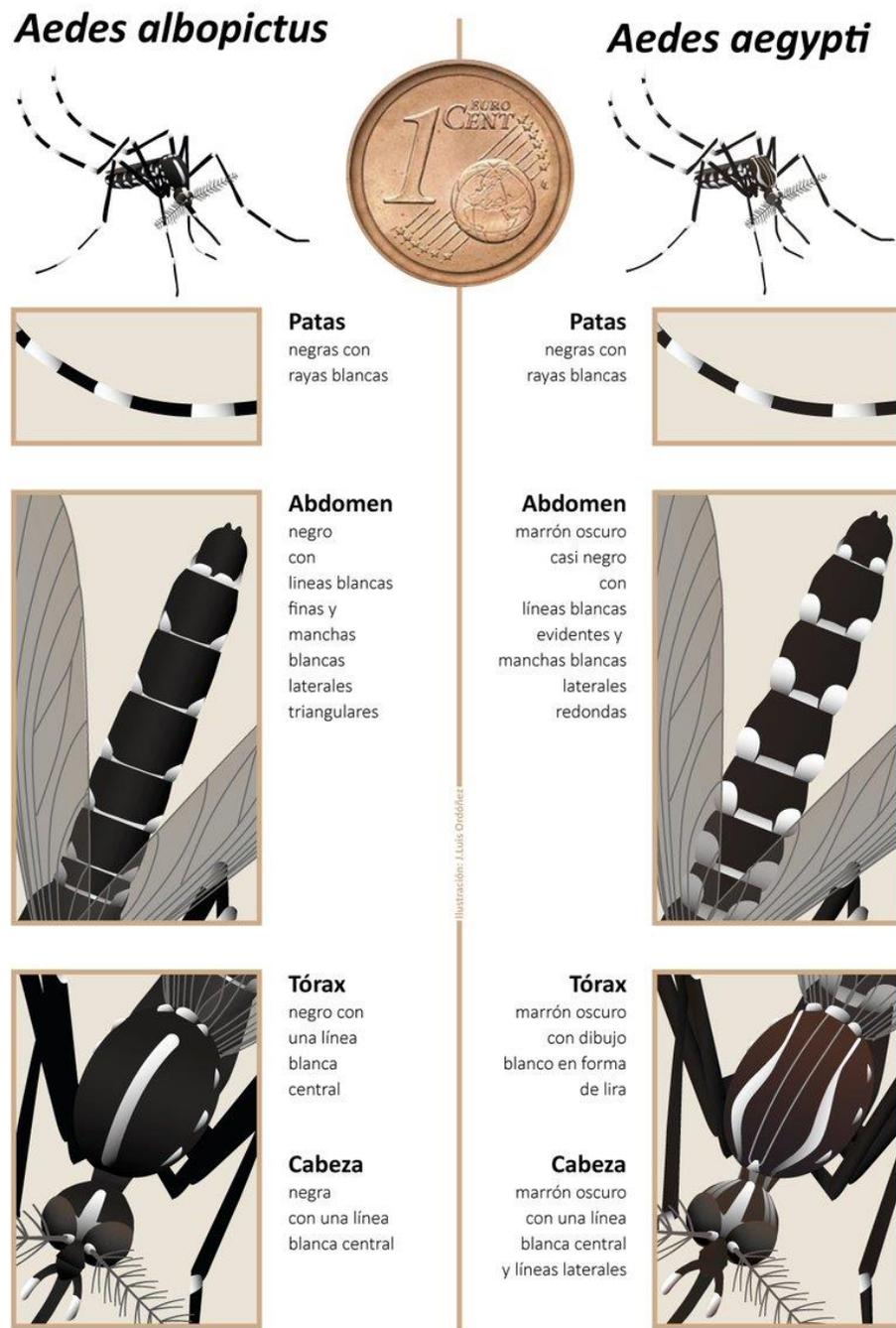


Figura 4. Diferencias morfológicas entre *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*. Tomado de: <http://www.mosquitoalert.com/>

Los mosquitos hembras son los únicos que succionan sangre, vuelan siguiendo los olores y gases emitidos por el hospedero, cuando se acercan utilizan estímulos visuales de para la localización del hospedero, y luego sus receptores táctiles y térmicos para ubicar su sitio de alimentación. Al completar su alimentación (2 o 3 mg de sangre), la hembra desarrollará y pondrá aproximadamente 200 huevos dispersos en varios lugares, ocurriendo generalmente la oviposición al final de la tarde. La posición de los huevos se da en los recipientes a pocos milímetros del agua para que estos maduren y puedan eclosionar. Para la alimentación u oviposición la hembra tiene un rango de vuelo que no sobrepasa los 50 metros, y a menudo permanece en la misma casa o lugar donde emergió siempre y cuando se encuentren fuentes de alimentación, sitios de reposo y sitios de postura adecuados (16).

2.1.4 Ciclo de transmisión del DENV

El DENV tiene un ciclo endémico-epidémico que involucra a humanos y mosquitos en centros urbanos. El ciclo de transmisión del DENV inicia cuando mosquitos hembra del género *Aedes*, con hábitos hematófagos necesarios para la oviposición, se alimentan de sangre de un hospedero virémico. El periodo de incubación extrínseco, se da durante el proceso de digestión sanguínea en el vector, cuando el virus infecta y entra en un periodo de replicación en el intestino medio, pasando a la hemolinfa y propagándose a otros órganos, hasta llegar a las glándulas salivales, donde desarrolla una infección activa, este proceso tarda entre 5 a 12 días

(17); en una posterior ingesta de sangre los virus son liberados junto con la saliva (18).

El periodo de incubación intrínseco, en el hospedero, el virus puede infectar numerosas células, como células dendríticas, monocitos, macrófagos, linfocitos B, linfocitos T, células endoteliales y hepatocitos. Su entrada es mediada por la interacción del dominio III de la proteína E con proteínas o proteoglicanos de la membrana celular, como el receptor para laminina LAMR1, la proteína de adhesión celular ICAM-3 o DC-SIGN o el heparán sulfato, lo que conlleva a una endocitosis del virus promovida por clatrina o por balsas lipídicas (10). Este periodo puede tardar entre 4 a 7 días, en los que se pueden infectar otros mosquitos del género *Aedes*, y continuar el ciclo de transmisión, siendo las personas infectadas sintomáticas o asintomáticas los portadores y multiplicadores principales en las zonas urbanizadas (18).

2.1.5 Clasificación y manifestaciones clínicas de la enfermedad

Posterior a la fase de incubación, la enfermedad sigue su curso en tres fases: (i) Fase febril: fase aguda que persiste entre 2 a 7 días, con una serie de características clínicas como fiebre alta, mialgia, artralgia, cefalea y rash; (ii) Fase crítica: con un periodo de 3 a 7 días, en la que puede ocurrir fuga de plasma clínicamente significativo, leucopenia progresiva seguido de disminución rápida en el recuento de plaquetas, y es acompañado de señales alarma; y finalmente (iii) Fase de recuperación en el que se mejora el bienestar general y el estado hemodinámico se estabiliza (19) (Figura 5).

La enfermedad del dengue se clasifica clínicamente como dengue con o sin signos de alarma y dengue grave. En la clasificación de dengue sin signo de alarma, la persona infectada manifiesta principalmente un síndrome febril indiferenciado, acompañado de cefalea, dolor corporal generalizado, dolor retro-ocular, mialgia, artralgia y erupción o rash. Dengue con signos de alarma, la persona puede presentar dolor abdominal intenso y continuo, vómito persistente, acumulación de líquidos, sangrado de mucosas, alteración del estado de conciencia, hepatomegalia y aumento progresivo del hematocrito. La forma de dengue grave es la forma clínica más complicada y potencialmente mortal, que provoca choque por extravasación del plasma, acumulación de líquido con dificultad respiratoria, o ambas, el sangrado profuso y compromiso grave de órganos (20).

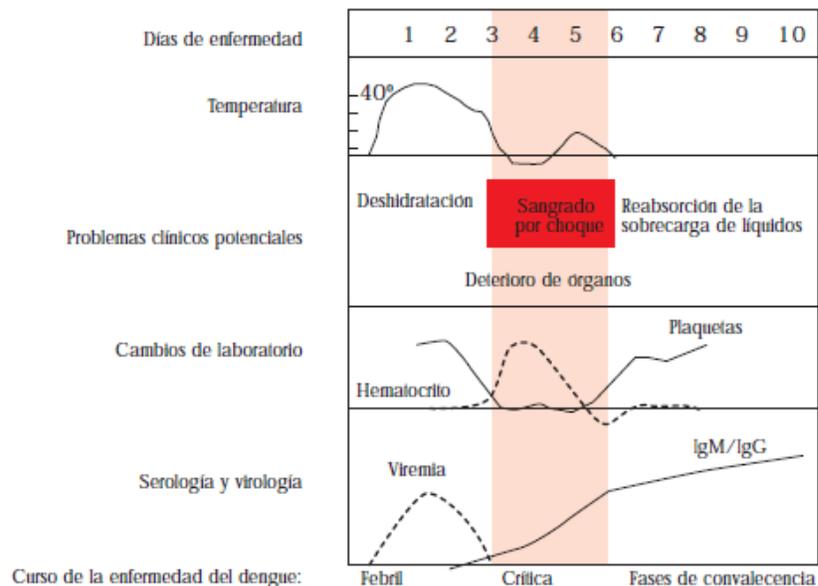


Figura 5. Evolución clínica por enfermedad del dengue. Tomado de: World Health Organization 2009.

2.1.6 Pruebas de diagnóstico para dengue

La confirmación del diagnóstico molecular y serológico de infección por DENV es necesario, debido a que muchas veces su sintomatología tiene similitud con otras arbovirosis, además por su carácter de notificación obligatoria. El diagnóstico puede ser realizado por métodos directos e indirectos. La prueba estándar de oro para la detección viral es la Reacción en Cadena de la Polimerasa con Transcripción Inversa (RT-PCR), método directo que permite detectar material genético y realizar la tipificación viral con cebadores específicos (21). Otro tipo de diagnóstico se basa en pruebas serológicas, en este método indirecto se detectan anticuerpo IgM e IgG anti DENV, y es la prueba más utilizada en la práctica clínica, existen estuches comerciales para la detección de los anticuerpos mediante el ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) y formatos de prueba rápida que son menos sensibles (21).

2.1.7 Epidemiología del virus Dengue

En los últimos años a nivel mundial, los casos reportados de dengue han aumentado su incidencia de manera significativa, debido a factores como la alta densidad de la población y la susceptibilidad al virus, la urbanización no planificada, precariedad en los sistemas básicos de aseo y suministro de agua y la globalización, lo que favorece a la proliferación de mosquitos y la propagación de infecciones (22).

Según estimaciones cada año se producen 390 millones de infecciones, de los cuales 96 millones de personas desarrollan la enfermedad (23), y se calcula

para Latinoamérica y el Caribe un gasto económico de 3 millones de dólares anuales (24). Así mismo, en estudios fundamentados en prevalencia de dengue estiman que 3.900 millones de personas de 128 países de África, América, el Mediterráneo Oriental, Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental, están en riesgo de infección por virus dengue (25). En la región de las Américas desde el 2010 se ha observado un incremento de la enfermedad, siendo el 2019 el año con mayor número de casos registrados (3.139.335 reportes) en la historia del continente americano, un 30% más casos que los reportados en el 2015 (4).

La transmisión de esta enfermedad en Colombia es predominante en zonas urbanas, aunque se han registrado infestaciones del vector y casos en áreas rurales. En Colombia en el año epidémico 2019 se reportaron 127.553 casos de dengue (26), para el año 2020 a pesar del confinamiento por la pandemia de COVID-19, se presentó un total de 78.979 casos, siendo el 78,7% (62.175 casos) aportado por las entidades territoriales de Valle del Cauca, Cali, Huila, Tolima, Cundinamarca, Santander, Meta, Cesar, Antioquia, Caquetá, Sucre y Córdoba (27); para el 2021 hasta la semana epidemiológica 42 se han reportado 34.478 casos (28). El departamento de Sucre presenta un panorama crítico en la transmisión del DENV, para el 2019 registró 6.549 casos de dengue y 121 de dengue grave, para el 2020 se reportaron más de 1.620 casos de dengue y 50 de dengue grave, y hasta la semana epidemiológica 42 de 2021 se han reportado 885 casos de dengue y 34 de dengue grave, en todos los años más del 50% de los casos son registrados en Sincelejo, su capital (26-28).

2.1.8 Métodos de vigilancia y control de *Aedes aegypti*

El control de vectores sigue siendo el único método eficaz actualmente disponible para prevenir la transmisión del DENV. Las medidas de control vectorial utilizadas son el control químico con el uso de adulticidas como organofosforados, piretroides, carbamatos y organoclorados que matan a mosquitos adultos al contacto, y larvicidas que matan a las larvas de mosquitos antes de convertirse en adulto actuando por ingestión o contacto, actualmente se describen tres tipos, los larvicidas bacterianos, reguladores del crecimiento de insectos y aceites y películas, este último es el único método efectivo para matar las pupas. Otro método de control es el control físico, en los que se busca evitar sitios de cría de los mosquitos, con la eliminación de recipientes inservibles y lavado de depósitos de agua, con el fin de controlar las densidades del vector y por ende la transmisión de los virus; y el control biológico, con el uso por ejemplo de bacterias simbióticas que limitan la transmisión viral (29).

La vigilancia entomológica es un conjunto de actividades organizadas, proyectadas y destinadas a recopilar y registrar sistemáticamente información sobre poblaciones de insectos (30). Los sistemas de vigilancia entomológica permiten realizar predicciones, movilizar recursos, diseñar estrategias y establecer prioridades en las áreas de investigación (31). Actualmente existen distintas herramientas de vigilancia de mosquitos transmisores de arbovirus, que involucran la detección del vector en las distintas etapas de su ciclo de vida, las cuales se

utilizan dependiendo su necesidad de aplicación, como los niveles de infestación y los conocimientos prácticos que se dispongan para su desarrollo.

Entre los métodos de vigilancia entomológica para *A. aegypti* encontramos las ovitrampas, generalmente contenedores con agua y sustrato que son utilizados para detectar la presencia de hembras grávidas; encuestas de estados inmaduros (larva y pupas) en contenedores de agua, y trampas para mosquitos adultos (32). Los datos obtenidos durante la vigilancia entomológica en los que se calcula la abundancia del vector, son utilizados para realizar estimaciones y determinar niveles de riesgo. Los indicadores se pueden dividir en cuatro grupos, índices entomológicos en etapas inmaduras (larvas y pupas), huevos por ovitrampas por semana, mosquitos hembras capturadas en trampas por semana y tasas de infección en adultos (32).

2.1.8.1 Ovitrapas

Son utilizadas para estimar el número de hembras grávidas en un área a través del número de huevos puestos en las trampas. Estos dispositivos consisten en envases pequeños que pueden ser de metal, plástico o vidrio, habitualmente de color negro, en el que se les adiciona agua y atrayentes y un sustrato para la oviposición (paleta de madera, tela, papel de germinación) (Figura 6.A). Una vez instaladas las trampas, se ubican en lugares sombreados y protegidos de la lluvia, así mismo se revisan de manera semanal, para evitar la eclosión de los huevos antes de ser colectados (32). Los datos que se derivan de este método son el índice de huevos (densidad de huevos) e índice de positividad de las trampas, el

porcentaje de trampas positivas (al menos un huevo por trampa), los cuales indican el alcance y la intensidad de la prevalencia del vector (32).

Las ovitrampas son consideradas un método de vigilancia sensible, seguro, de bajo costo y eficiente para detectar y monitorear poblaciones de *Aedes* cuando presenta densidades bajas, además no requiere de productos químicos dañinos para el ambiente (33). La implementación de las ovitrampas ha demostrado buenos resultados como un método alternativo para la vigilancia y el control de *A. aegypti*, pues con ellas se detecta la presencia del vector en menor tiempo que con los índices tradicionales (34).

2.1.8.2 Índices larvales

En este método de vigilancia se realiza una inspección periódica de contenedores que sirvan como sitios de cría de *A. aegypti* situados dentro de las viviendas. La unidad de análisis es el inmueble en los que se revisan depósitos o recipientes que contengan agua y presentan larvas de mosquitos. La presencia o ausencia de larvas se mide utilizando tres índices principales: índice larval de viviendas (HI: casas infestadas con larvas/casas inspeccionadas por 100); Índice larval de Breteau (BI: el número de contenedores positivos por cada 100 casas); índice larval de depósitos (CI: el porcentaje de contenedores que contienen agua infestados con larvas/depósitos inspeccionados por 100) (35).

Las encuestas larvales son consideradas un método que proporciona índices de manera práctica, rápida y oportuna, además son útiles para evaluar el éxito de

una estrategia de intervención para el control vectorial de *A. aegypti* (36). Sin embargo, no proporcionan una información suficiente para medir el riesgo de transmisión viral o el riesgo de exposición humana, dado que no se enfoca en la búsqueda del estadio adulto del mosquito, así mismo, no todas las larvas pasan a estadio de pupas y no todas las pupas eclosionan a adultos.

2.1.8.3 Índice pupal

Este método de vigilancia se basa en la búsqueda del estadio pupa del mosquito en recipientes de uso doméstico que contengan agua, así como en la baja probabilidad de mortalidad de este estadio, por lo que el número de pupas presente corresponde indirectamente al número de adultos que produce el recipiente. La presencia o ausencia de pupas se mide utilizando dos índices principales: índice pupal de depósito (depósitos positivos con pupas/depósitos inspeccionados por 100), índice pupal de Breteau (número de depósitos con pupas por cada 100 casas), y el índice de productividad de pupas por depósitos (número de pupas colectadas por factor de conversión) (35). Estos índices, pueden identificar las áreas con mayor riesgo potencial de transmisión del dengue, sin embargo, el muestreo de pupas presenta las mismas desventajas que el índice de larvas porque se basan en visitas regulares a hogares y sitios de reproducción, cambios en la ubicación visual, tiempo, trabajo y muestreo (36).

2.1.8.4 Trampas para mosquitos adultos

Las trampas contra los adultos surgen como alternativa a las ovitrampas y a los índices larvarios y pupales, y su funcionalidad es simular sitios de oviposición

para atraer hembras grávidas o que quieran alimentarse. Las trampas se clasifican en dos clases: pasiva y activa. Las trampas pasivas capturan principalmente hembras grávidas, son de bajo costo y no necesitan electricidad, requiriendo agua o infusión de heno para atraer a los mosquitos, entre las trampas encontramos las AGO-CDC, GAT, Adultrap, MosquiTRAP, entre otras. Por el contrario las trampas activas requieren de electricidad como por ejemplo la trampa BG-Sentinel que posee un ventilador para succionar a los mosquitos adultos (37) (Figura 6). Los índices de mosquitos adultos que se utilizan generalmente son el índice de densidad de viviendas (IDH: Casas infestadas con mosquitos / Casas inspeccionadas por 100), y la densidad de mosquitos en casas positivas (Número de mosquitos colectados / Número de casas positivas con mosquitos) (35).



Figura 6. Trampas de mosquitos utilizadas para la vigilancia entomológica. (A). Ovitrapa. (B). MosquiTRAP. (C). Trampas GAT (Aedes Gravid Traps). (D). Trampas AGO - Autocidal Gravid Ovitrap (CDC). (E). Trampa BG-Sentinel. Tomado de: Eiras, Resende, Acebal, & Paixão, 2018.

La trampa MosquiTRAP (Ecovec Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil) es una trampa diseñada y desarrollada en 2003 para la vigilancia de mosquitos *A. aegypti* con base en el comportamiento de hembras grávidas y su exploración de sitios de oviposición. Esta trampa pasiva de 27 centímetros de alto y 15 centímetros de ancho, está diseñada con una parte superior en forma de embudo (puerto de entrada) y una parte inferior en forma de recipiente en la que se le adiciona el agua, al ser un recipiente de color negro mate, aprovecha este estímulo visual, así como un atrayente sintético (AtrAedes), incorporado a una tarjeta adhesiva que se ubica dentro de la trampa, para captar mosquitos hembra y atraparlas en la tarjeta cuando éstas entren y se posen sobre las paredes, lo anterior permite la recolección e identificación taxonómica de especies *in situ* durante la inspección de la misma (38) (Figura 7).

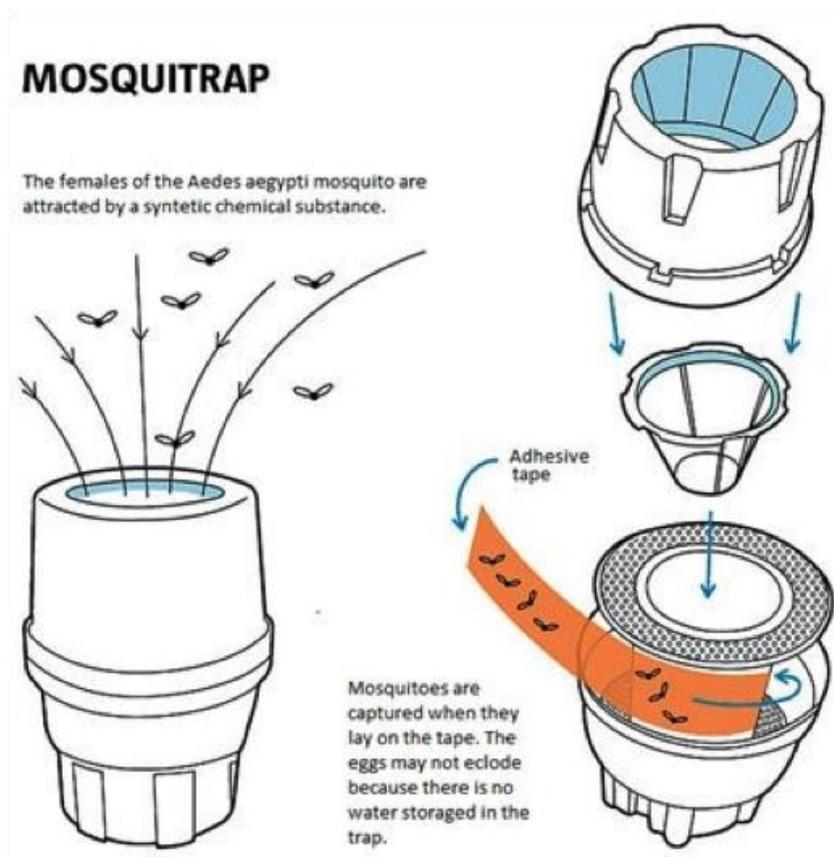


Figura 7. Funcionamiento de la trampa pegajosa MosquiTRAP (Ecovec). Tomado de: Negreiros et al. 2011.

2.2 ESTADO DEL ARTE

Entre los instrumentos disponibles actualmente con valor operativo y de medición para la vigilancia entomológica que permitan dirigir esfuerzos para el control de vectores, los cuales buscan sitios de reproducción, son los índices tradicionales de *Stegomyia* propuestos por Connor y Monroe (1923) y Breteau (1954), los cuales calculan el porcentaje de viviendas o contenedores positivos para el vector (39). Sin embargo, a pesar de ser ampliamente utilizados, su limitación radica en que son métodos de levantamiento de índices en estadios inmaduros (larvas y pupas), inadecuados para determinar el riesgo, puesto que el estadio adulto es el que finalmente tiene el potencial de transmisión viral. Como resultado de las anteriores limitaciones, se han desarrollado otro tipo de trampas y nuevas propuestas de índices entomológicos (40).

Actualmente existen diferentes tipos trampas para *A. aegypti* y su uso depende de la necesidad de captura de las etapas de vida del mosquito. La trampa clásica es la ovitrampa, utilizada desde 1965 para atraer y recolectar huevos de mosquitos hembras que buscan sitios de oviposición (41). Tres décadas después la ovitrampa se adaptó para que fuera letal, con la adición de tiras de oviposición impregnadas con insecticidas, esta trampa modificada con la función de “atraer” y “matar” se denominó ovitrampa letal (OL), utilizada para el control de vectores con resultados positivos (42, 43).

Las trampas contra los adultos surgen como alternativa a las ovitrampas y a los índices larvarios, como por ejemplo las trampas MosquiTRAP, AGO o Adultrap

que se encuentran diseñadas para la captura en su mayoría de hembras grávidas (44-46), así como la trampa BioGent-Sentinel para hembras que busquen alimentarse (47). La trampa MosquiTRAP (Ecovec Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil) es una trampa diseñada y desarrollada en 2003 para la vigilancia de mosquitos *A. aegypti* con base en el comportamiento de hembras grávidas y su exploración de sitios de oviposición. Esta trampa no requiere electricidad y está diseñada como un recipiente negro mate, aprovecha este estímulo visual, así como un atrayente sintético (AtrAedes) para captar mosquitos hembra y atraparlas en una tarjeta pegajosa cuando éstas entran en la trampa y se posan sobre las paredes (38).

La mayoría de las hembras capturadas por la trampa MosquiTRAP según el desarrollo ovárico son hembras grávidas, seguido de hembras no nulíparas (48). La sensibilidad de la MosquiTRAP para detectar hembras se ha evidenciado que es menor que las ovitrampas, sin embargo, los índices entomológicos proporcionados por la captura de individuos adultos presenta mejores resultados asociados al riesgo de transmisión del dengue tanto geográfico, es decir, la ubicación probable de casos, como temporal, periodos de tiempo estimativos (49).

El uso de trampas MosquiTRAP se han aplicado a grandes escalas municipales en su mayoría de Brasil para determinar la dinámica poblacional de *A. aegypti* en sitios con alta, media y baja abundancia (50, 51), igualmente estudios de marcaje, liberación y recaptura (52). Estudios multicéntricos con el uso de las MosquiTRAP evidenciaron ventajas con respecto a las ovitrampas y el levantamiento larvario. Las trampas MosquiTRAP demostraron que el tiempo

empleado por los trabajadores de salud en la inspección entomológica es de 8 minutos por trampa, menor que el tiempo utilizado en el levantamiento de índices larvarios, así como ventajas en la identificación *in situ* del vector, lo que ha llevado a una reducción de costos y rápida recopilación de datos (53).

Así mismo, las trampas MosquiTRAP junto a programas de Sistema de Información Geográfica (SIG), con el análisis espacial de clústeres espacio temporales, han permitido la detección temprana de la ocurrencia de casos de dengue en Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasil), demostrando su utilidad no solo en la vigilancia entomológica, sino también en la toma de decisiones definiendo áreas prioritarias para la implementación de las actividades de control de vectores y su evaluación en los factores de riesgo de estas enfermedades infecciosas (54).

En Colombia, se ha avanzado poco en la evaluación de nuevas herramientas de vigilancia vectorial. En el oriente colombiano se evaluó la eficiencia de la trampa AGO para la vigilancia y control de *A. aegypti* con resultados positivos (45), mientras que en el norte del país hasta la fecha solo se ha realizado un estudio en el que se determinó la dinámica poblacional y búsqueda de infección natural del DENV en poblaciones de *A. aegypti* con el uso de trampas MosquiTRAP (55).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- ✓ Determinar la utilidad de trampas pegajosas para la vigilancia de *Aedes aegypti* como potencial herramienta de prevención temprana del dengue en Sincelejo, Colombia.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Establecer el índice de positividad de las trampas, densidad media de mosquitos adultos y dinámica poblacional de *Aedes aegypti* en los barrios intervenidos.
- ✓ Determinar la frecuencia de infección por virus Dengue en los mosquitos capturados de la especie *Aedes aegypti*.
- ✓ Estimar el grado de aceptabilidad y el porcentaje de adherencia de las trampas por parte de la comunidad.

4. METODOLOGÍA

4.1 Tipo y área de estudio

Este estudio de tipo descriptivo de cohorte transversal, se realizó en Sincelejo, departamento de Sucre, ubicado al noreste de Colombia (9°17'58"N 75°23'45"O). El municipio se encuentra a una altitud media de 213 m.s.n.m., con una temperatura anual aproximada de 27°C, y una humedad relativa del 60% (56), con una extensión de 284,4 km² y una población para el 2021 de 298.062 habitantes; el área urbana de Sincelejo está organizada en 9 comunas y 224 barrios (56, 57).

Para los sitios de muestreo se seleccionaron dos barrios con reporte histórico de casos de dengue. Se seleccionó el barrio La Selva (9°17'58.2"N 75°24'42.4"O) ubicado al este de la ciudad, en la comuna 1, con una extensión aproximada de 182.960 m², elevación media de 203 m.s.n.m. (195 m.s.n.m. – 211 m.s.n.m.) y conformado por 47 manzanas y 1084 viviendas. Así mismo, se escogió el barrio El Cortijo (9°16'59.6"N 75°24'26.9"O), ubicado al sureste de Sincelejo, en la comuna 3, con una extensión de aproximada de 352.462 m², elevación media de 201 m.s.n.m. (189 m.s.n.m. – 211 m.s.n.m.), y conformado por 63 manzanas y 1027 viviendas; barrios que desde el 2015 reportan número de casos de dengue y mantienen focos activos de infección (Datos no publicados).

4.2 Instalación e inspección de trampas MosquiTRAP

Para la instalación de las trampas MosquiTRAP versión 2.0 (Ecovec Ltd., Belo Horizonte, Brasil), se realizó inicialmente la delimitación de los barrios y

posterior a ello una ubicación geoespacial de puntos cada 100 metros equidistantes con la ayuda del programa QGIS v.3.16.3. Luego se visitaron los puntos y se seleccionaron las viviendas más cercanas a ellos, y previa aceptación y firma del consentimiento informado por el jefe del hogar, se procedió a la georreferenciación e instalación de las trampas en el extradomicilio, en áreas sombreadas y cubiertas para protegerlas de la lluvia. A la parte inferior de la trampa se le adicionó 300 mL de agua, 10% de infusión de heno e insecticida en polvo DIMILIN, este último se agregó para evitar que la trampa se convirtiera en un criadero de mosquitos.

La inspección de las trampas se efectuó cada quince días durante cinco meses (mayo, junio, julio, agosto y septiembre de 2021); para las viviendas que se encontraran cerradas, se programó una nueva visita máximo en las 24 horas siguientes. En microtubos de 1.5 mL rotulados, se clasificaron los mosquitos capturados por sexo y número de trampas para formar grupos de 1 a 13 individuos, que fueron preservados en frío y trasladados al Laboratorio Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Sucre para su procesamiento; el material entomológico se identificó inicialmente en campo y se realizó una posterior validación en laboratorio con la clave taxonómica propuesta por Lane, 1953 y Rueda, 2004 (58, 59). Las tarjetas pegajosas de las trampas se cambiaron cada 30 días y el atrayente (AtrAedes) cada 45 días, mientras que el cambio del agua, infusión de heno y el larvicida en la trampa se realizó quincenal.

4.3 Detección molecular de DENV

A cada uno de los grupos de mosquitos se les adicionó 600 μ l de medio de cultivo MEM suplementado con una mezcla de antibióticos: gentamicina, penicilina y estreptomina a 10X; luego se procesaron por maceración mecánica en el equipo TissueLyser II (QIAGEN) ajustado a 27 rpm durante 60 segundos, y posteriormente se centrifugaron a 12.000 g durante 1 minuto; el sobrenadante de cada muestra se alícuotó y se almacenó a -80°C hasta su uso.

La extracción de Ácidos Ribonucleicos (ARN) se realizó con el reactivo TRIsure™ (Bioline) siguiendo las recomendaciones del fabricante. Brevemente, se adicionaron 800 μ L de TRIsure a cada alícuota de macerado y se incubó durante 5 minutos a temperatura ambiente, posteriormente se adicionó 200 μ L de cloroformo, agitándose vigorosamente por 15 segundos, e incubándose por 3 minutos a temperatura ambiente. Se centrifugaron las muestras a 12.000 g por 15 minutos a 4°C , transfiriéndose la fase acuosa cuidadosamente a otro vial, adicionándose 500 μ L de isopropanol frío, incubándose por 10 minutos a temperatura ambiente, y luego centrifugándose a 12.000 g por 10 minutos a 4°C . Se removió el sobrenadante y se realizó un lavado con etanol al 75%, realizando vortex y centrifugando a 7.500 g por 5 minutos a 4°C . Por último, se descartó el etanol y se colocó a secar el pellet obtenido a temperatura ambiente, adicionando 40 μ L de agua ultrapura y almacenándose a -80°C .

Se realizaron pools de ARN para la detección del DENV mediante una Reacción en Cadena de la Polimerasa en Tiempo Real (qRT-PCR) dúplex con el

estuche Luna® Universal One-Step RT-qPCR (New England Biolabs), como control interno se detectó la presencia del gen Actina de *A. aegypti*, con los componentes por reacción descritos en la Tabla 1. De igual manera, se realizó una qRT-PCR singleplex para la detección molecular en los pools de los virus Zika (ZIKV) y Chikungunya (CHIKV) (Tabla 2).

Tabla 1. Componentes de reacción para la detección molecular de DENV y el gen Actina en los mosquitos capturados. Elaboración propia.

Componentes qRT-PCR dúplex	Cantidad
Luna Universal One-Step Reaction Mix (2X)	10 µl
Luna WarmStart® RT Enzyme Mix (20X)	1 µl
Cebador sentido DENV, 10 µM	0,8 µl
Cebador antisentido DENV, 10 µM	0,8 µl
Sonda DENV	0,4 µl
Cebador sentido Actina <i>A. aegypti</i> , 10 µM	0,3 µl
Cebador sentido Actina <i>A. aegypti</i> , 10 µM	0,3 µl
Sonda Actina <i>A. aegypti</i>	0,4 µl
ARN	5 µl
H ₂ O libre de nucleasas	1 µl

Tabla 2. Componentes de reacción para la detección molecular de ZIKV y CHIKV en los mosquitos capturados. Elaboración propia.

Componentes qRT-PCR singleplex	Cantidad
Luna Universal One-Step Reaction Mix (2X)	10 µl
Luna WarmStart® RT Enzyme Mix (20X)	1 µl
Cebador sentido, 10 µM	0,8 µl
Cebador antisentido, 10 µM	0,8 µl
Sonda	0,4 µl
ARN	5 µl
H ₂ O libre de nucleasas	2 µl

La reacción RT-qPCR se realizó en el equipo QuantStudio 5 Real-Time PCR System (Thermo Fisher Scientific). Para la amplificación de los genes de interés, se incubó la reacción en tres etapas, la primera con un ciclo para la reacción de transcripción inversa a 50°C por 10 min; la segunda etapa con un ciclo de activación de la polimerasa y desnaturalización del ADN a 95°C por 1 minutos y una última etapa de amplificación con 40 ciclos de desnaturalización a 95°C por 10 segundos y una hibridación/extensión y lectura del plato a 58°C por 30 segundos. A continuación, se describen las características de los cebadores utilizados y sondas Taqman utilizados para la detección molecular de los virus DENV (60), ZIKV (61) y CHIKV (62), así como para la detección del gen Actina de *A. aegypti* (63) (Tabla 3).

Tabla 3. Cebadores y sondas Taqman utilizados para la detección de genes de interés. Elaboración propia.

Cebadores	5' - 3'	Sensibilidad. No. Copias	Ubicación genoma
DEN-10578	AAG GAC TAG AGG TTA GAG GAG ACC C		
CDEN-10687	GGC GTT CTG TGC CTG GAA TGA TG	-	3'UTR
D24-10616P – Sonda	FAM - AAC AGC ATA TTG ACG CTG GGA AAG ACC -NFQ		
Ae. Actin – F	GAA CAC CCA GTC CTG CTG ACA		
Ae. Actin – R	TGC GTC ATC TTC TCA CGG TTA G	-	-
Ae. Actin - Sonda	JOE - AGG CCC CGC TCA ACC CGA AG – BHQ1		
ZIKV-1086-F	CCG CTG CCC AAC ACA AG		
ZIKV-1162c-R	CCA CTA ACG TTC TTT TGC AGA CAT	25	E
ZIKV-1107-Sonda	FAM-AGC CTA CCT TGA CAA GCA ATC AGA CAC TCA A- BHQ1		
CHIKV-ZCD-F	CAT CTG CAC YCA AGT GTA CCA		
CHIKV-ZCD-R	GCG CAT TTT GCC TTC GTA ATG	15	NSP2
CHIKV - Sonda	JOE-GCG GTG TAC ACT GCC TGT GAC YGC-BHQ1		

4.4 Encuesta de aceptabilidad y porcentaje de adherencia a la trampa

MosquiTRAP

La aceptabilidad de las trampas MosquiTRAP, se calculó mediante encuestas realizadas en las viviendas donde instalaron las trampas (Anexo 1). La aceptabilidad se midió de una escala del 1 al 5, donde 1 significará completamente insatisfecho y 5 completamente satisfecho, en preguntas sobre cuan satisfechos

ellos y su familia se sintieron con el uso de las trampas, así mismo se preguntó sobre el diseño, compactibilidad de la trampa, emisión de olor, confiabilidad, entre otros. La adherencia se midió en el porcentaje de aprobación o desaprobación a la instalación y la inspección de las trampas, así como la proporción de las viviendas que no deseen completar la intervención.

4.5 Análisis de datos

El procesamiento de los datos se realizó mediante la organización de los mismos en bases de datos y se analizó a través de estadística descriptiva. La positividad de las trampas, la densidad media de adultos, la dinámica poblacional, así como las tasas de infección viral, se tabularon y graficaron por revisión quincenal y barrios intervenidos. Se establecieron parámetros de vigilancia entomológica propuestos por Resende y colaboradores (64). La positividad de las trampas se definió como la capacidad de detectar la presencia de *A. aegypti*, calculada de la siguiente forma:

$$\text{Positividad de las trampas} = \frac{\text{Número de trampas positivas para } A. aegypti}{\text{Número de trampas MosquiTRAP instaladas}} \times 100$$

La densidad media de adultos se calculó como:

$$\text{Densidad media de adultos} = \frac{\text{Número de hembras de } A. aegypti \text{ capturadas}}{\text{Número de trampas MosquiTRAP instaladas}}$$

Se calculó el Índice de Campo Pendiente (IPC) que es el porcentaje de trampas MosquiTRAP que no fueron inspeccionadas quincenalmente en cada barrio por rechazo de residentes o viviendas cerradas (53).

$$IPC = \frac{(1 - \text{Número de trampas MosquiTRAP visitadas}) \times 100}{\text{Número de trampas MosquiTRAP instaladas}}$$

La dinámica poblacional y los mapas de riesgo se determinaron utilizando niveles de infestación graficados en el programa QGIS v.3.16.3, en estos últimos teniendo en cuenta un rango de vuelo del mosquito de aproximadamente 60 m. La infestación se midió con los parámetros establecidos por Ritchie (2004) con modificaciones, considerando zonas sin infestación (0 individuos), infestación baja (1-4 individuos), infestación media (5-8 individuos) y alta (> 9 individuos). Para la determinación de los puntos críticos en los mapas de riesgo se determinaron como aquellas trampas en donde se capturaron más de cinco individuos en dos o más revisiones.

5. RESULTADOS

Se instalaron 49 trampas MosquiTRAP en los barrios intervenidos, 21 trampas en el barrio La Selva y 28 trampas en el barrio El Cortijo (Anexo 2 y 3). Durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre se realizaron un total de 490 inspecciones, con Índice de Campo Pendiente de 0%, y se capturó un total de 1.170 mosquitos en los dos barrios intervenidos, de los cuales 1.157 individuos (98,9%) fueron identificados taxonómicamente como la especie *Aedes aegypti*, 12 individuos (1,02%) como *Culex* sp. y 1 individuo (0,08%) como *Haemagogus* sp. De los mosquitos *A. aegypti* capturados 1.147 (99,1%) correspondieron a hembras y 10 (0,9%) a machos, de las hembras capturadas 315 (27,5%) al momento de las inspecciones se encontraban contaminadas con hongos. Con respecto a la abundancia total de hembras por revisión en los barrios intervenidos, hubo una tendencia a la disminución. En la revisión 1 se capturó el mayor número de mosquitos, 172 individuos, mientras que el menor número se capturó en la revisión 7 con 77 individuos; en la revisión 10 se capturaron 93 individuos (Figura 8).

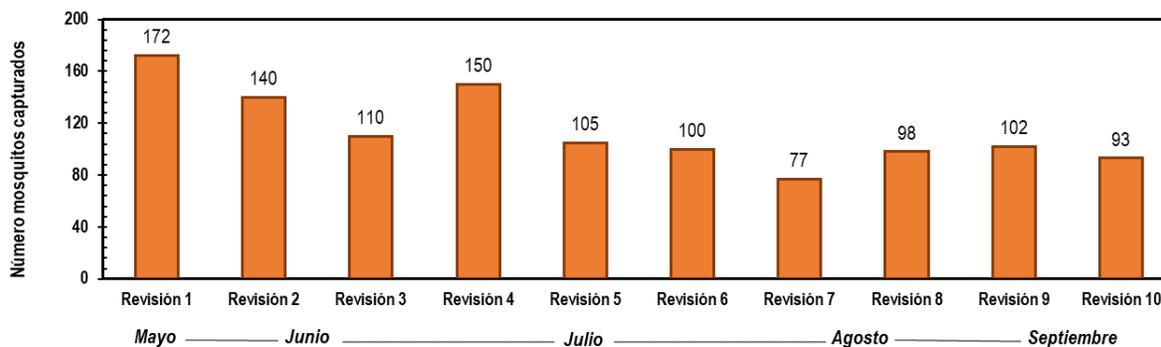


Figura 8. Individuos hembra de *Aedes aegypti* capturados por revisión en el estudio.

Elaboración propia.

En el barrio El Cortijo se capturó la mayor cantidad de mosquitos, un total de 749 individuos manteniendo un promedio de captura de 75 mosquitos por revisión. En la revisión 4 se obtuvo el mayor número de capturas con 95 individuos, mientras que en la revisión 7 se capturó el menor, 48 individuos (Figura 9). En el barrio La Selva se capturó un total de 398 mosquitos, con un máximo de 84 individuos en la revisión 1 y mínimo de 23 individuos para la revisión 3, considerándose más fluctuante la abundancia de los individuos capturados (Figura 10).

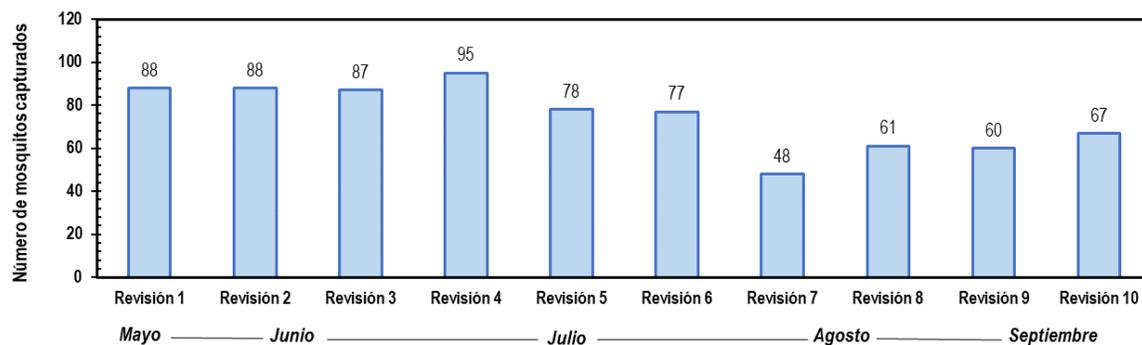


Figura 9. Individuos hembra de *Aedes aegypti* capturados por revisión en el barrio El Cortijo. Elaboración propia.

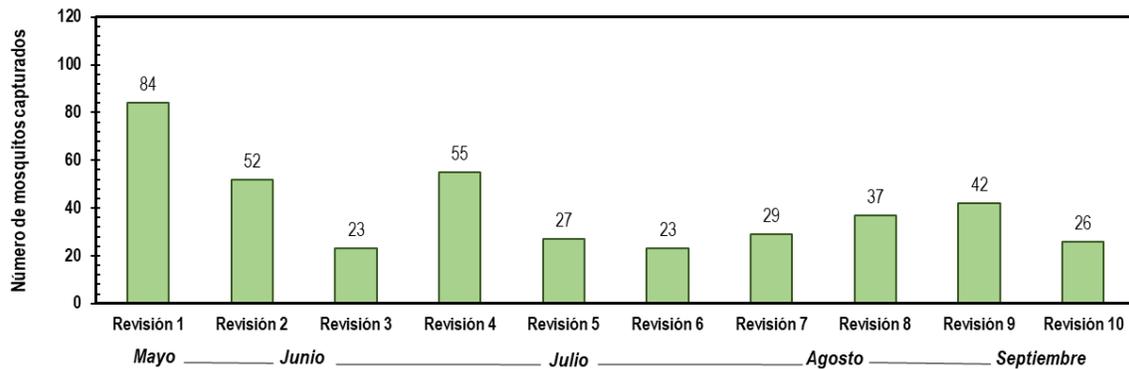


Figura 10. Individuos hembra de *Aedes aegypti* capturados por revisión en el barrio La Selva. Elaboración propia.

La positividad de las trampas MosquiTRAP, es decir, el porcentaje de trampas que capturaron al menos un individuo de *A. aegypti* osciló entre el 85,7% y el 42,9% por revisión, presentándose mayor porcentaje de positividad en el barrio El Cortijo y menor en el barrio La Selva (Figura 11). No obstante, los mosquitos fueron capturados en el 100% de las trampas instaladas (49/49) en al menos una inspección en cada uno de los barrios, con la captura de un máximo de 19 mosquitos por trampa en La Selva (Revisión 1) y 18 mosquitos por trampa en El Cortijo (Revisión 4).

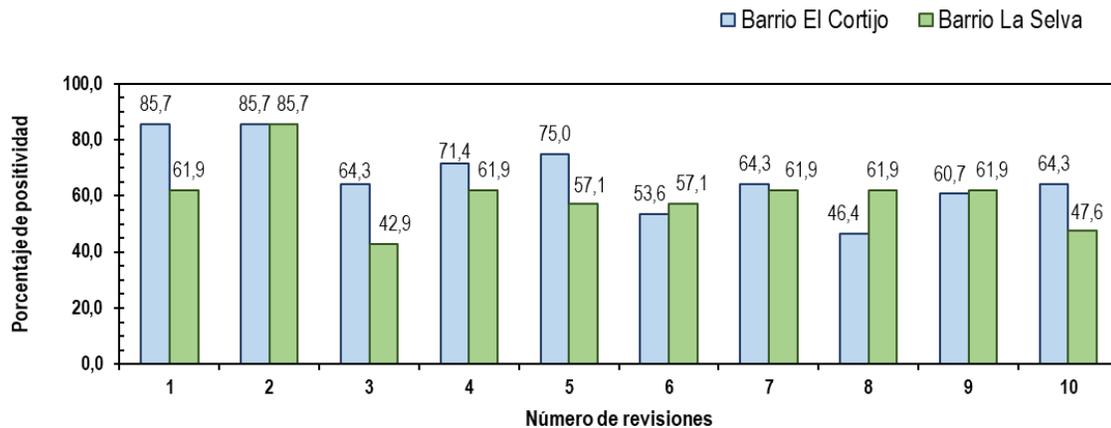


Figura 11. Positividad de las trampas MosquiTRAP en los barrios La Selva y El Cortijo. Elaboración propia.

La densidad media de adultos para el barrio El Cortijo se mantuvo con un valor de tres hasta la sexta revisión y descendió a dos en las últimas cuatro revisiones, es decir, hasta la sexta revisión en cada una de las viviendas se pudo encontrar un promedio de tres mosquitos, mientras que para las revisiones 7 a la 10 una media de dos mosquitos por vivienda. Por su parte, en el barrio La Selva la densidad media presentó un valor de cuatro en la primera revisión y disminuyó gradualmente hacia las últimas revisiones hasta tomar un valor de uno, por ejemplo, en la revisión 10 se encontró un promedio de un mosquito por vivienda (Figura 12).

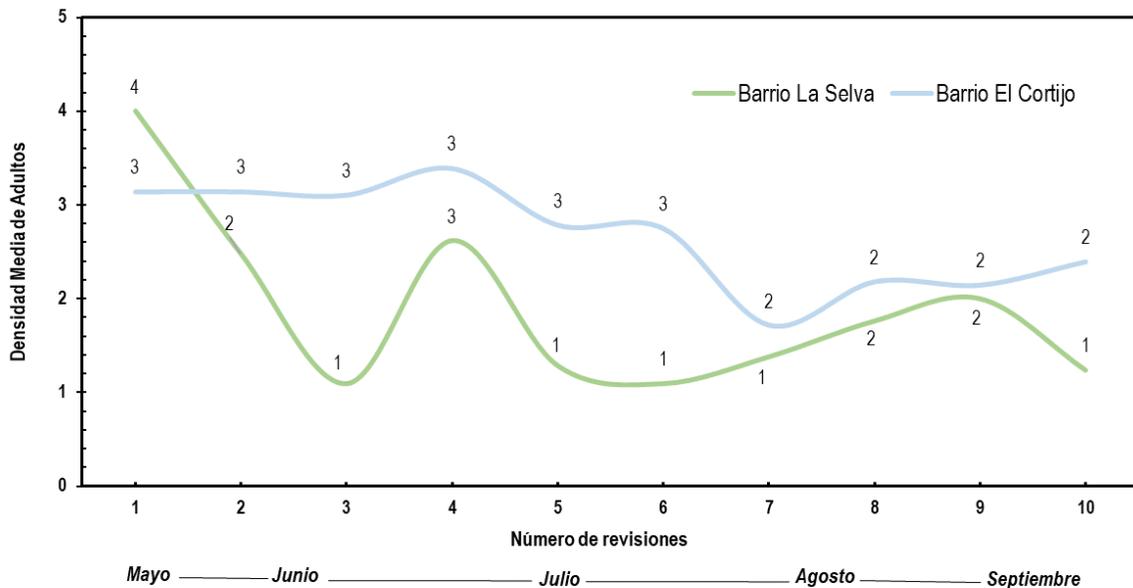


Figura 12. Densidad media de adultos de *Aedes aegypti* en los barrios La Selva y El Cortijo. Elaboración propia.

La dinámica poblacional se analizó con los niveles de infestación por barrio en cada una de las revisiones. En general en los barrios se evidenció una infestación baja, es decir, en la mayoría de las trampas inspeccionadas se encontraban entre cero y cuatro mosquitos; sin embargo, se pudieron identificar puntos en los que los niveles de infestación eran medio o alto con la captura de cinco o más individuos por trampa.

Para el barrio La Selva, en 9 de 10 revisiones se identificaron entre uno a seis puntos con media y alta infestación, excepto en la revisión 3, donde se presentó una infestación baja y puntos sin infestación. En las revisiones 1 y 2 la mayoría de los puntos presentaron una baja o nula infestación, 15 puntos en la revisión 1 y 17

puntos en la revisión 2, encontrándose en la revisión 1 el mayor número de puntos con infestación media (3 de 21) y alta (3 de 21) de todas las revisiones realizadas (Figura 13). En la revisión 3 se encontró el mayor número de puntos sin infestación (12 de 21) de todas las inspecciones del barrio, y no se encontraron puntos con infestaciones medias o altas, sin embargo, en la revisión 4, se presentaron cinco puntos con infestación media (Figura 14). Las revisiones 5 y 6 presentaron igual número de puntos sin infestación (9 de 21), infestación baja (10 de 21), infestación media (2 de 21), y (0 de 21) puntos sin infestación (Figura 15). En la revisión 7 se mantuvieron los valores de puntos con infestación media (2 de 21), sin embargo, en la revisión 8 se presentó un punto de infestación alta (Figura 16). Finalmente, para la revisión 9, se presentaron igual número de puntos sin infestación y con infestación baja (8 de 21), cuatro puntos con infestación media y un punto con infestación alta; los niveles de infestaciones disminuyeron en la revisión 10, en el que se encontró 11 puntos sin infestación, nueve puntos con infestación baja y un punto con infestación media (Figura 17).

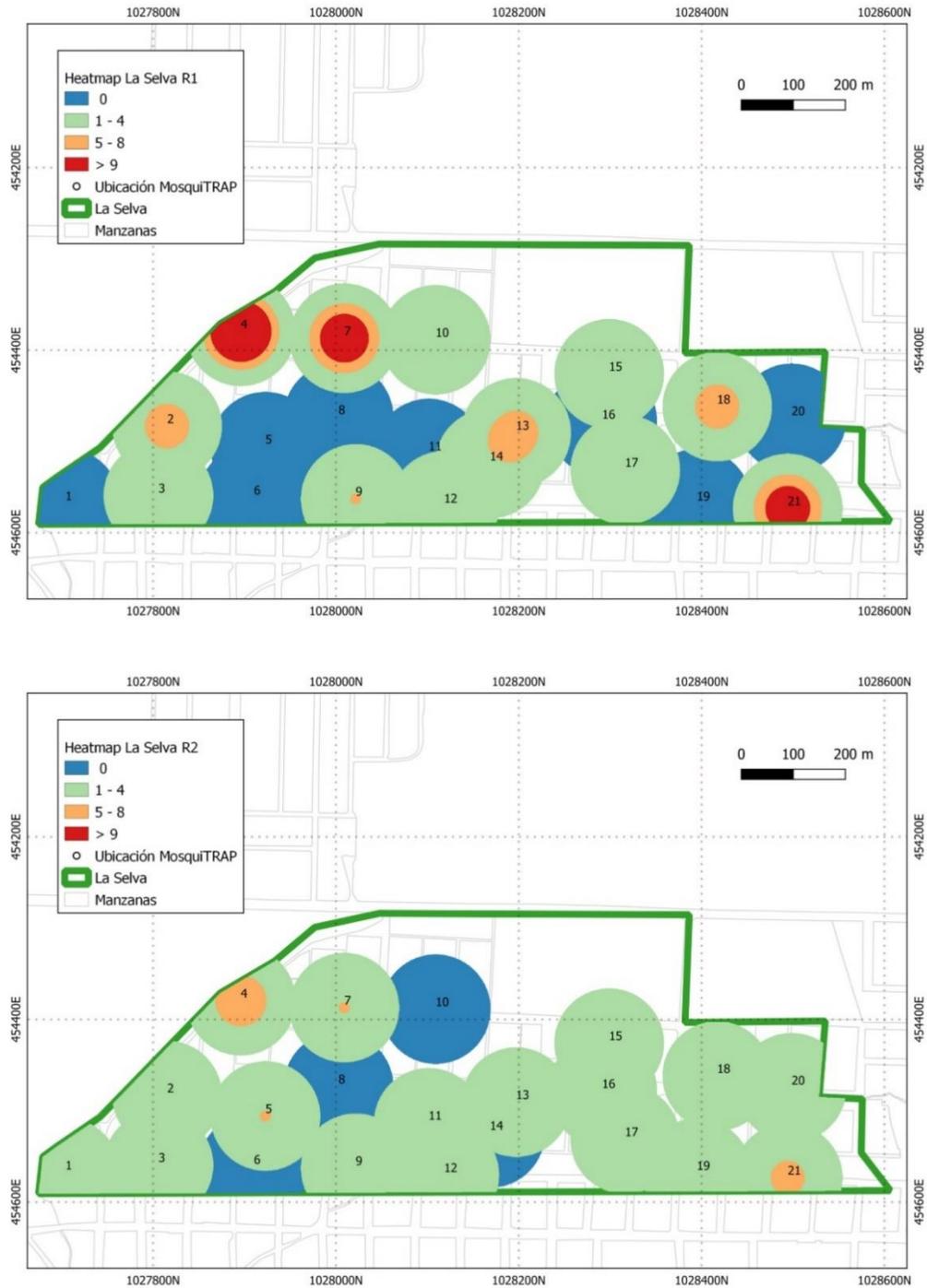


Figura 13. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 1 y 2, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.

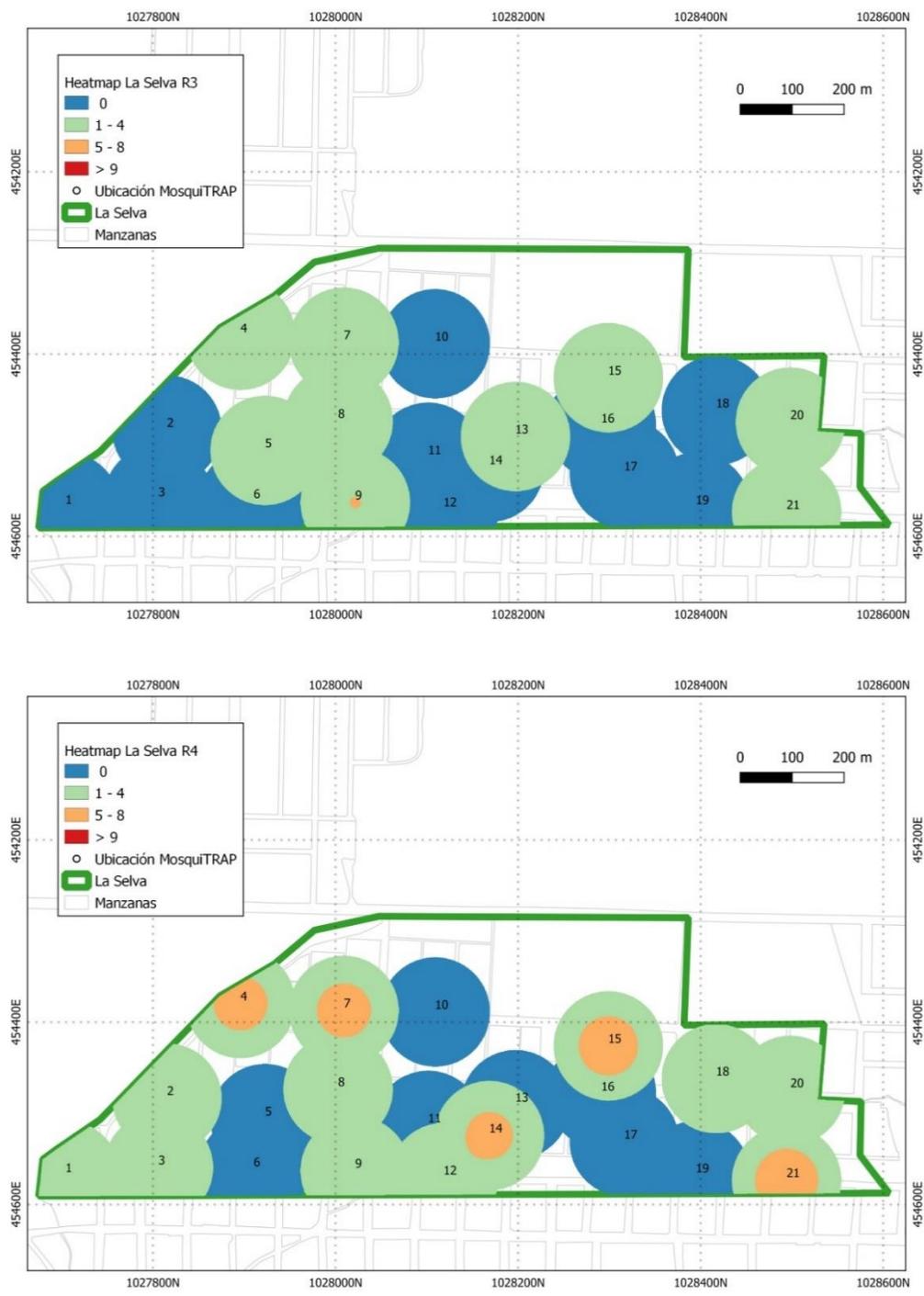


Figura 14. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 3 y 4, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.

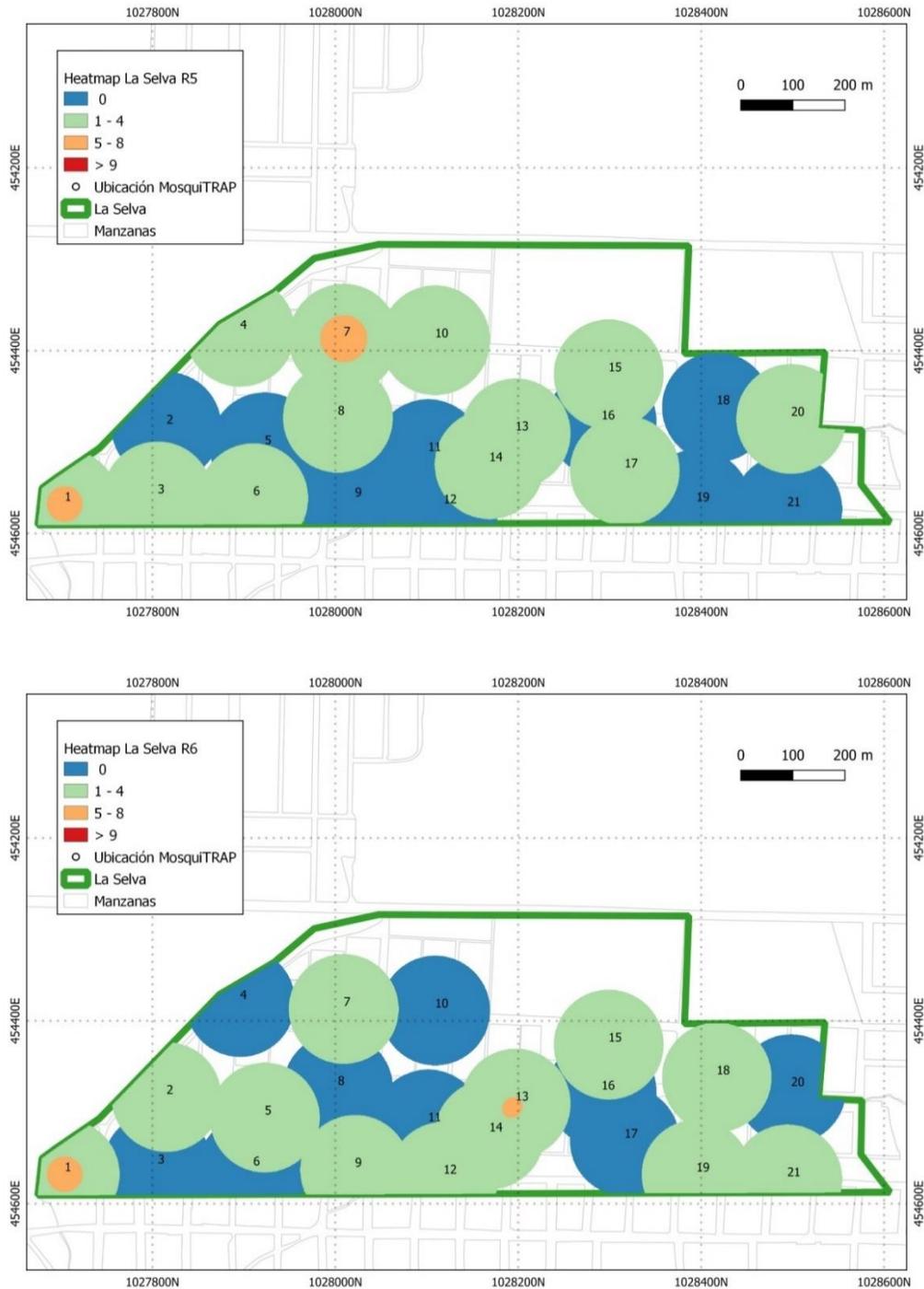


Figura 15. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 5 y 6, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.

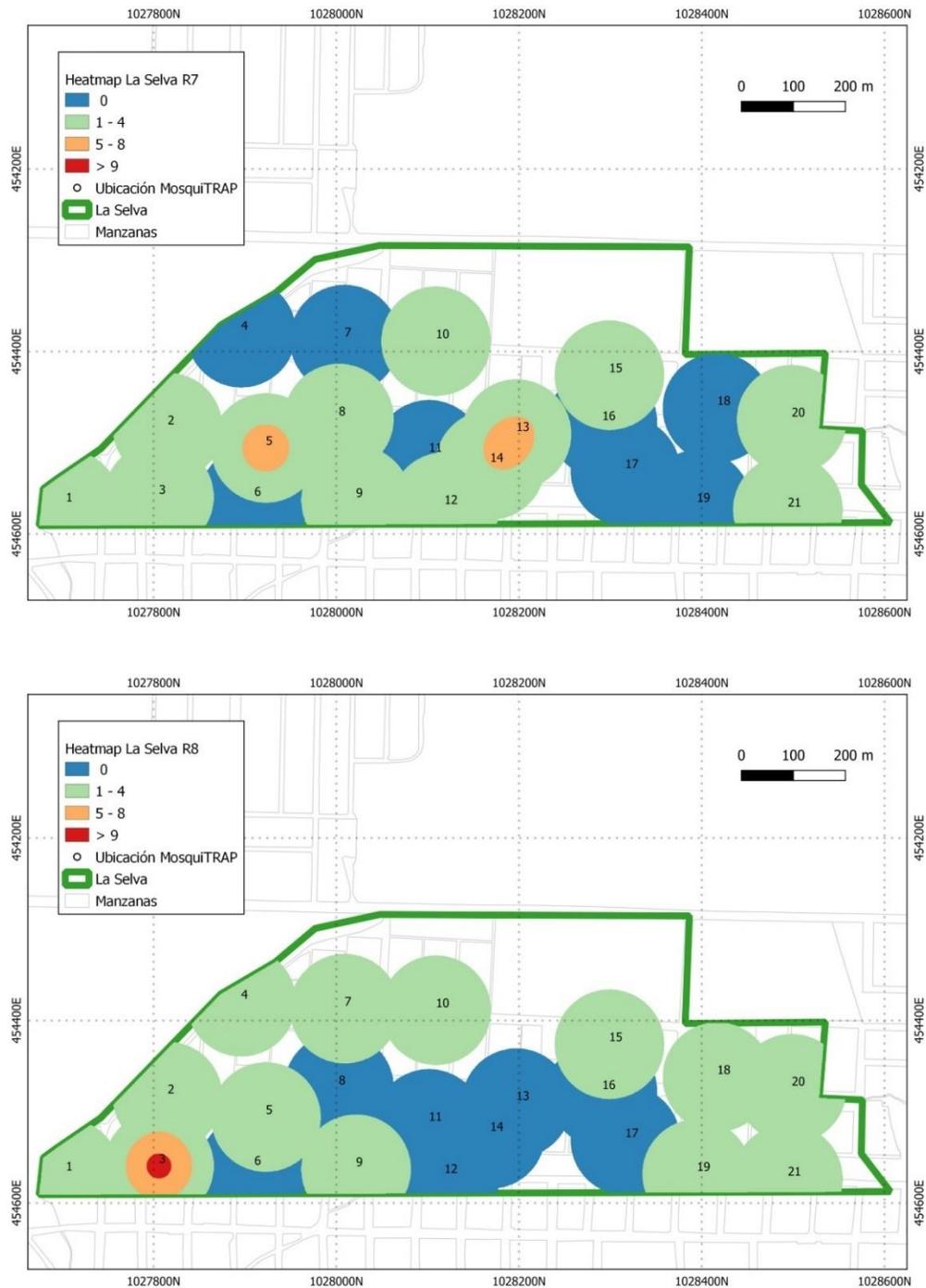


Figura 16. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 7 y 8, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.



Figura 17. Mapas de riesgo del barrio La Selva en las revisiones 9 y 10, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.

En el barrio El Cortijo en todas las revisiones se presentaron entre 1 a 7 puntos con media y alta infestación. En las revisiones 1 y 2 igual que en el barrio La Selva, la mayoría de los puntos presentaron una baja o nula infestación, 23 puntos en la revisión 1 y 22 puntos en la revisión 2, encontrándose en la revisión 1 tres puntos con infestación media y dos puntos con infestación alta, mientras que en la revisión 2 se encontraron seis puntos con infestación media (Figura 18). En la revisión 3 aumentó el número de puntos con infestaciones medias (5 de 28) y altas (2 de 28) con respecto a la revisión anterior, manteniéndose este comportamiento en la revisión 4 con cuatro puntos con infestación media y tres con infestación alta (Figura 19).

En la revisión 5 se mantuvo en cero el número de puntos con infestaciones altas y aumentó a seis el número de puntos con infestación media; mientras que en la revisión 6 se presentaron cinco puntos con infestaciones medias y dos con infestación alta (Figura 20). En la revisión 7 se encontraron 10 puntos sin infestación, 17 puntos con infestación media y un punto con infestación alta. En la revisión 8 se presentó el mayor número de puntos sin infestación (15 de 28) (Figura 21). Finalmente, para la revisión 9, se presentaron seis puntos con infestación media y uno con infestación alta, mientras que los niveles de infestaciones disminuyeron en la revisión 10, en el que se encontró 10 puntos sin infestación, 14 puntos con infestación baja, un punto con infestación media y tres puntos con infestación alta (Figura 22).

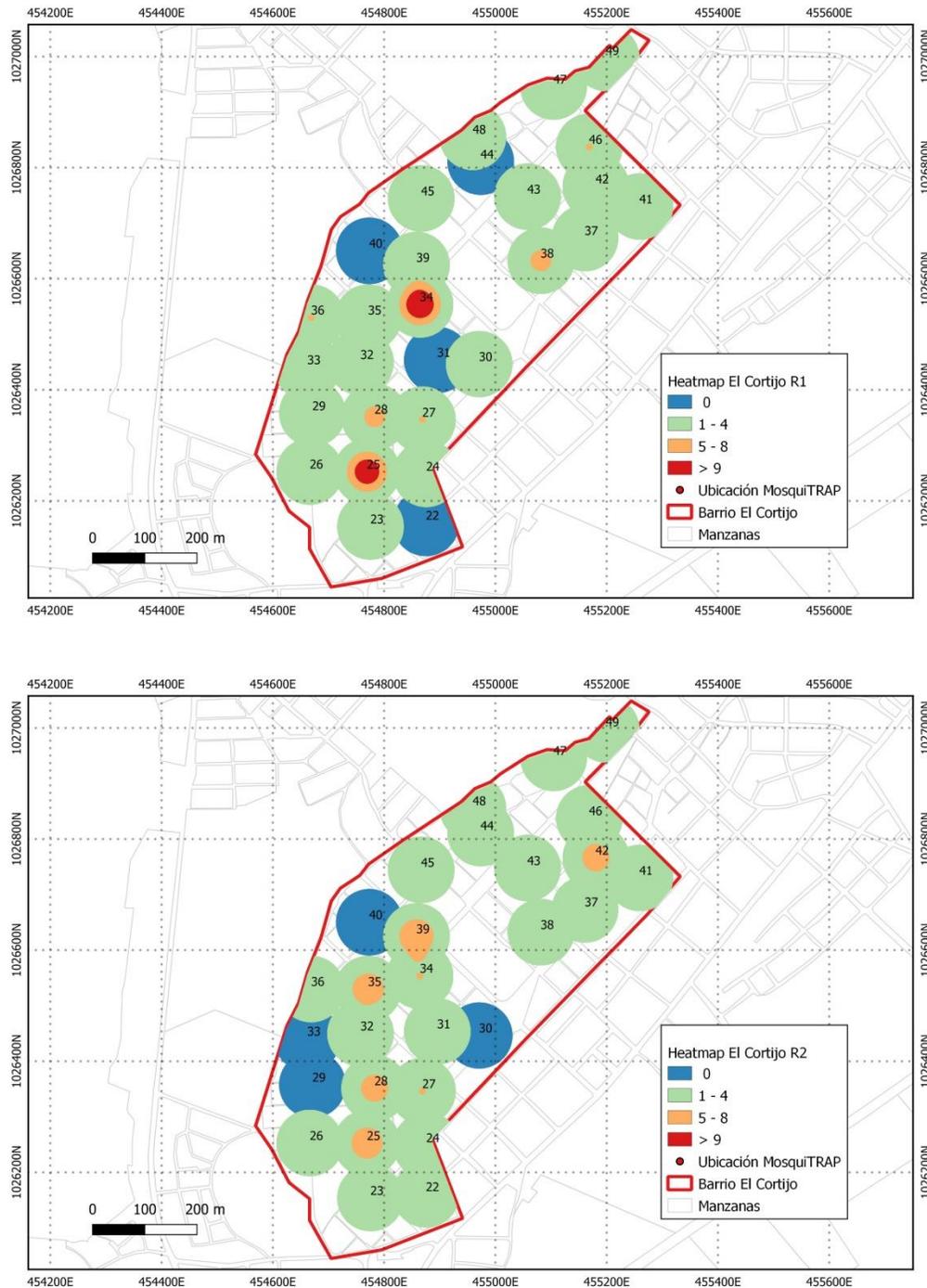


Figura 18. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 1 y 2, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.

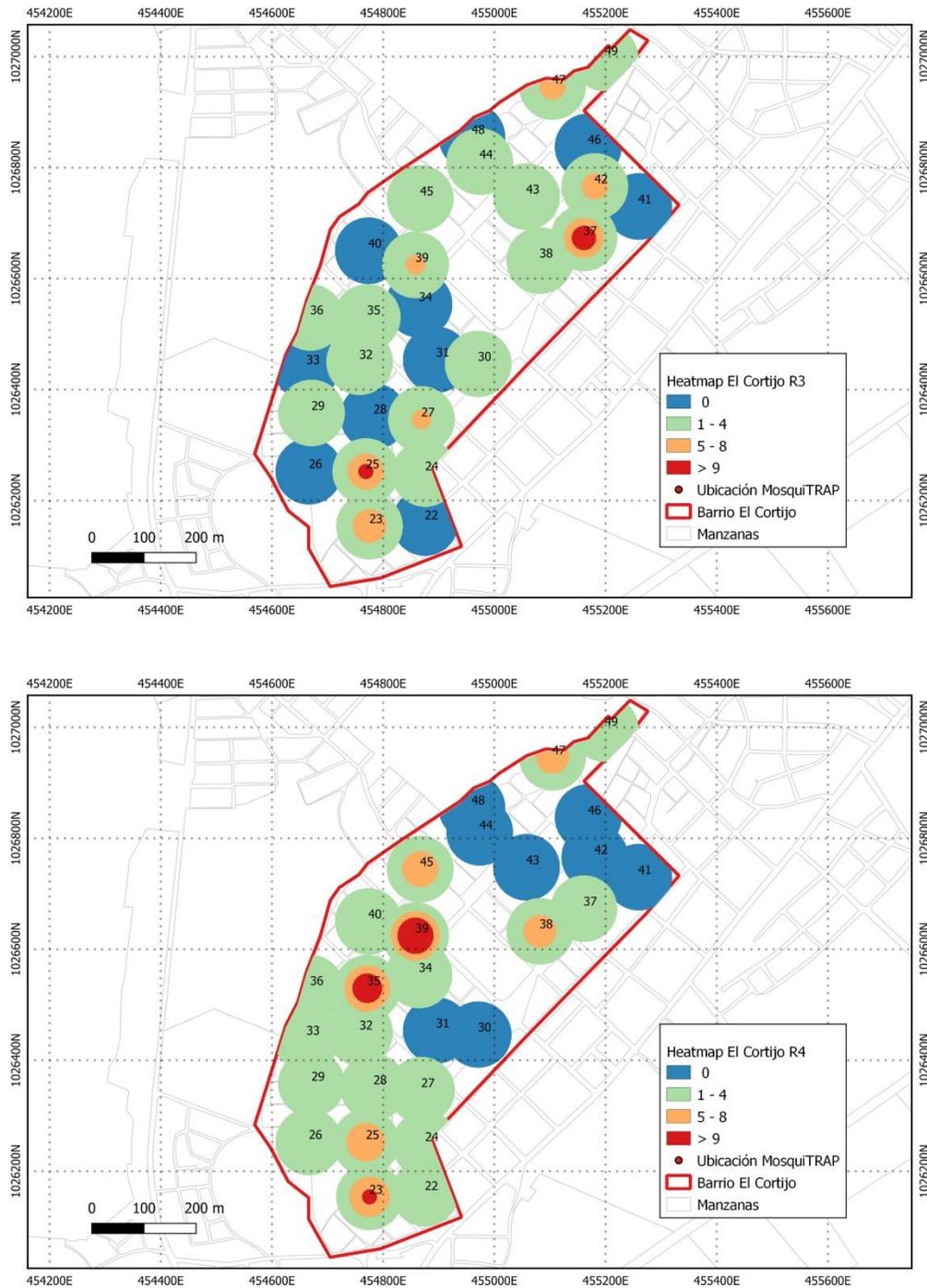


Figura 19. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 3 y 4, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.

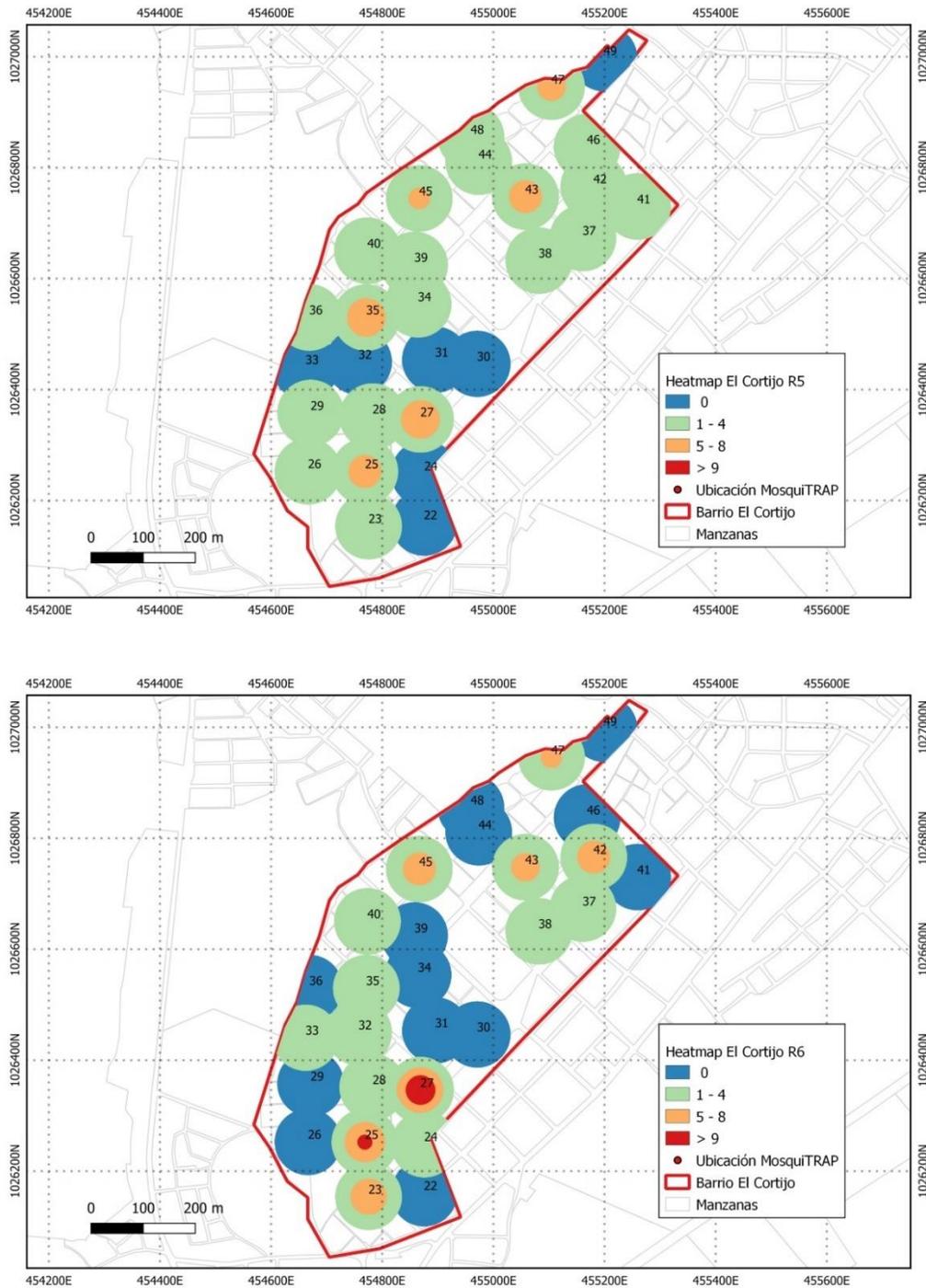


Figura 20. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 5 y 6, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.

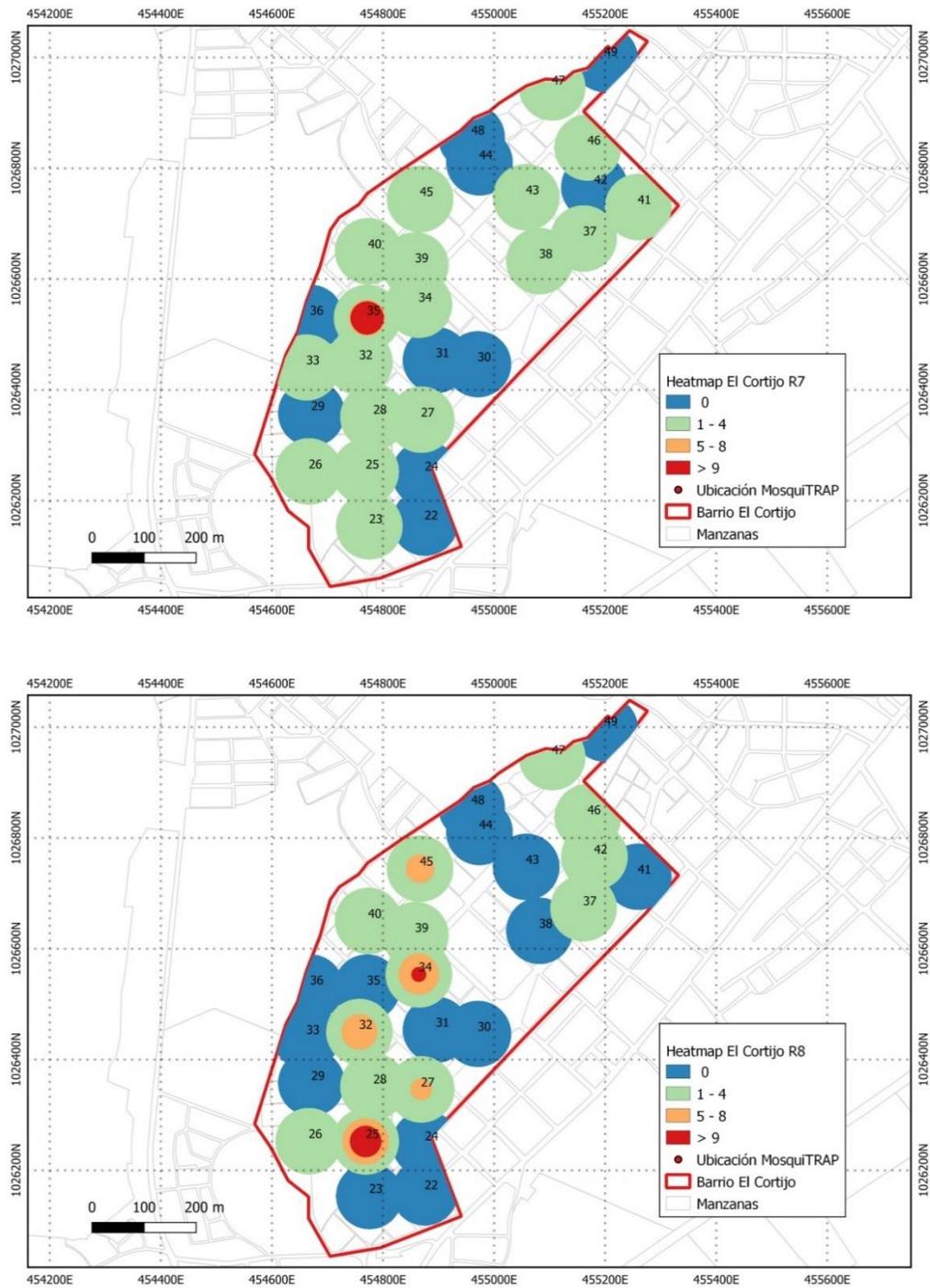


Figura 21. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 7 y 8, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.

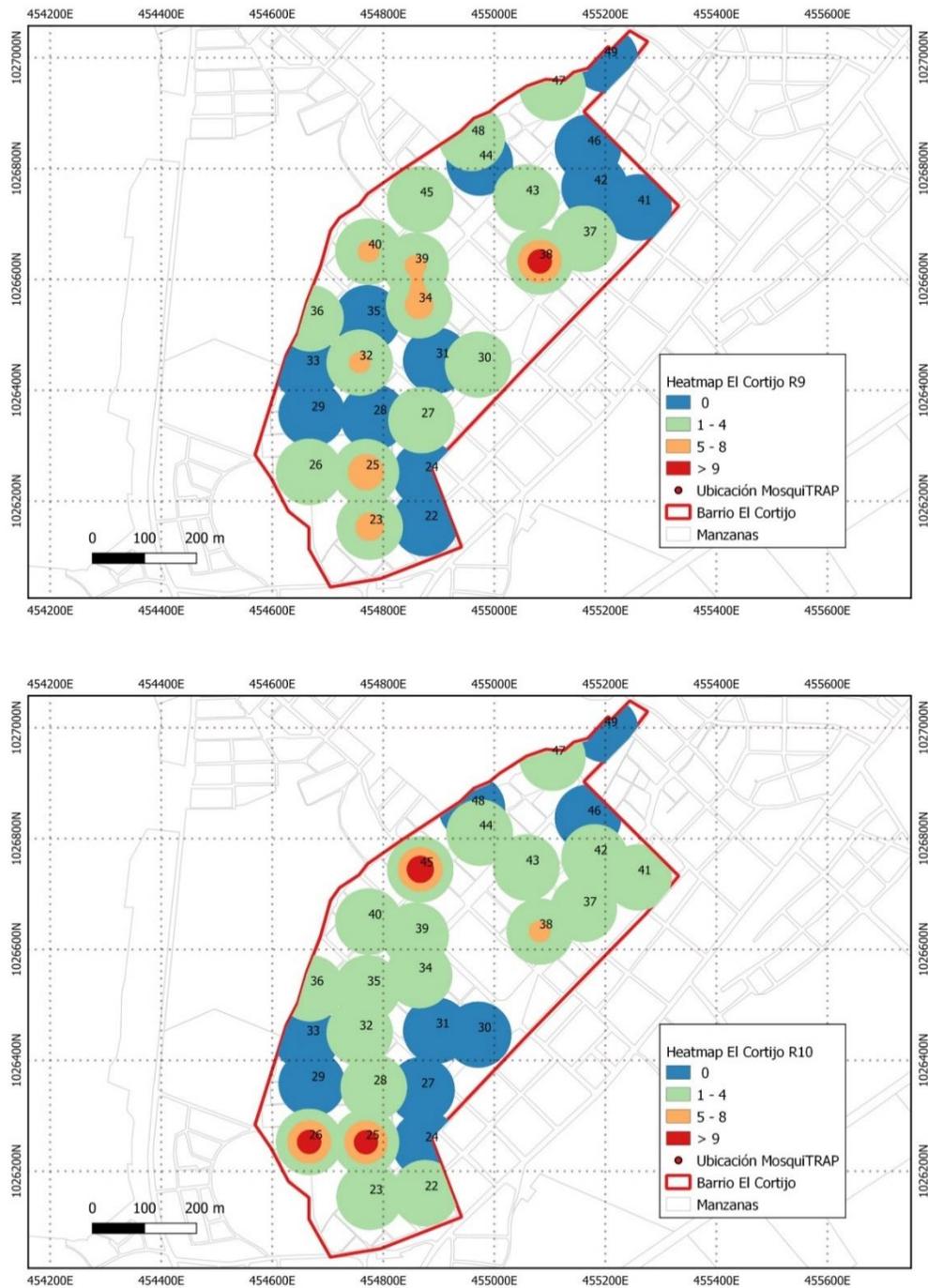


Figura 22. Mapas de riesgo del barrio El Cortijo en las revisiones 9 y 10, elaborado a partir de niveles de infestación. Elaboración propia.

Para el barrio La Selva entre las revisiones 1 a la 5, se encontraron tres puntos críticos, trampas que en al menos dos inspecciones presentaron una abundancia mayor a cinco individuos, ellos fueron los puntos 4, 7 y 21. Para las revisiones 6 a la 10 se presentaron nuevamente tres puntos críticos, manteniéndose el punto 4 y convirtiéndose como nuevo punto crítico las trampas 3 y 13 (Anexo 4). En total se identificaron cinco puntos críticos durante todas las revisiones realizadas (Figura 23).

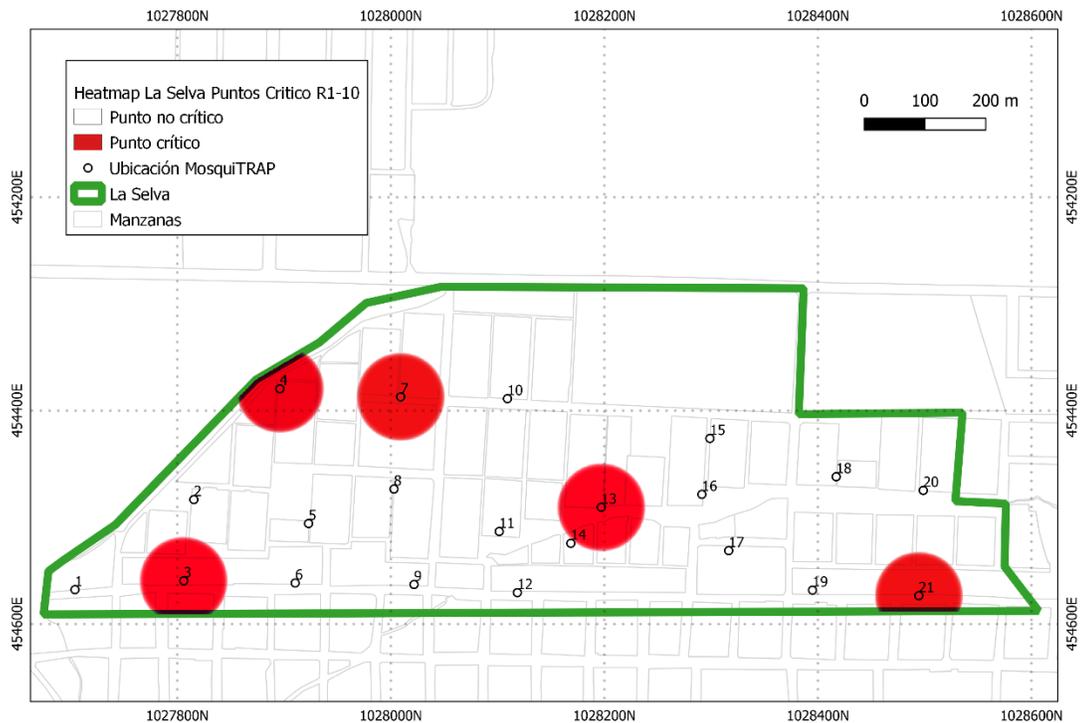


Figura 23. Puntos críticos con alta infestación de mosquitos *Aedes aegypti* identificados en el barrio La Selva, Sincelejo. Elaboración propia.

Por su parte en el barrio El Cortijo en las revisiones 1 a la 5, se presentaron 10 puntos críticos, los cuales fueron las trampas 23, 25, 28, 27, 34, 38, 39, 42, 45 y 47. Para las revisiones 6 a la 10, disminuyeron los puntos críticos a siete, manteniéndose con niveles de infestación alto las trampas 23, 25, 27, 34, 38 y 45 y convirtiéndose como nuevo punto crítico la trampa 32 (Anexo 5). En total se identificaron 11 puntos críticos durante todas las revisiones realizadas (Figura 24).

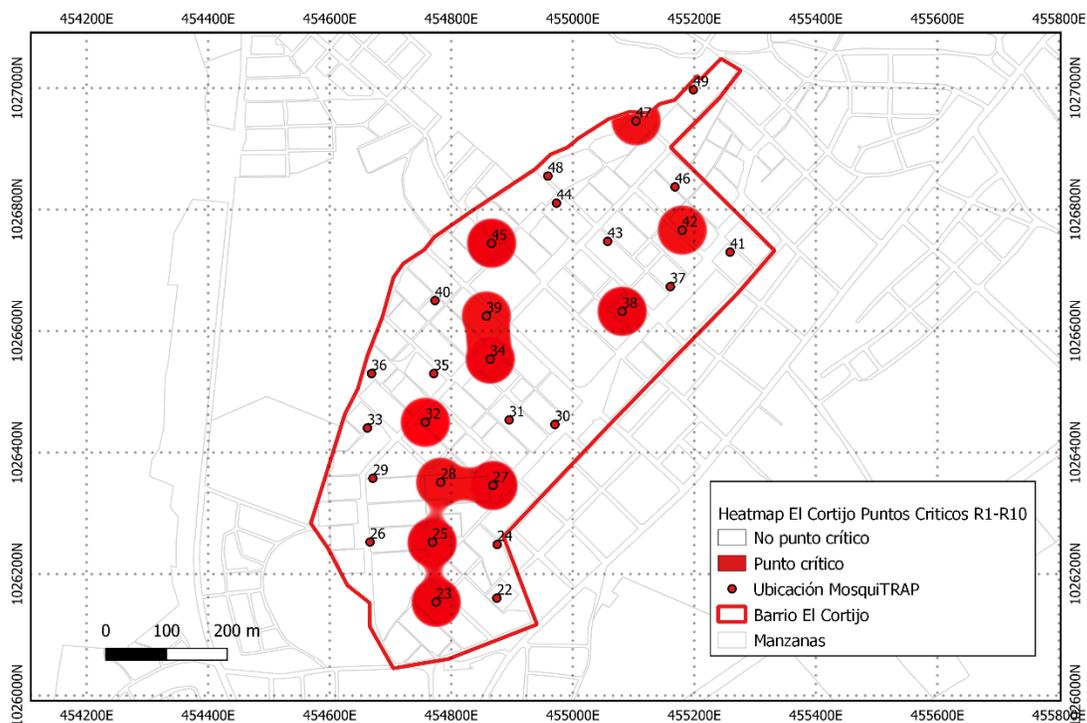


Figura 24. Puntos críticos con alta infestación de mosquitos *Aedes aegypti* identificados en el barrio El Cortijo, Sincelejo. Elaboración propia.

Para la detección molecular de los virus DENV, ZIKV y CHIKV, se procesaron en total 832 mosquitos hembras en 92 pools o grupos de ARN. El mayor procesamiento se realizó en el barrio El Cortijo con 575 mosquitos, con un máximo

de 89 mosquitos para la revisión 4 y un mínimo de 38 para la revisión 7 (Tabla 4). Para el barrio La Selva se realizó un procesamiento de 257 mosquitos, con un máximo de 75 mosquitos en la revisión 1, y 12 en la revisión 6 (Tabla 5). La frecuencia de infección en los mosquitos para DENV fue de cero, al igual que para ZIKV y CHIKV, dado que en ninguna de las muestras se detectó material genético viral, pero si hubo amplificación del control interno utilizado, gen Actina de *A. aegypti* y controles positivos (Anexo 6-8).

Tabla 4. Número de mosquitos procesados para detección viral de DENV, ZIKV y CHIKV en el barrio El Cortijo. Elaboración propia.

Revisión	Mosquitos	Pooles	DENV	ZIKV	CHIKV
1	74	8	NEG	NEG	NEG
2	48	6	NEG	NEG	NEG
3	59	7	NEG	NEG	NEG
4	89	9	NEG	NEG	NEG
5	60	6	NEG	NEG	NEG
6	60	5	NEG	NEG	NEG
7	38	4	NEG	NEG	NEG
8	47	4	NEG	NEG	NEG
9	51	6	NEG	NEG	NEG
10	49	5	NEG	NEG	NEG
TOTAL	575	60			

Tabla 5. Número de mosquitos procesados para detección viral de DENV, ZIKV y CHIKV en el barrio La Selva. Elaboración propia.

Revisión	Mosquitos	Pooles	DENV	ZIKV	CHIKV
1	75	9	NEG	NEG	NEG
2	31	4	NEG	NEG	NEG
3	16	2	NEG	NEG	NEG
4	39	4	NEG	NEG	NEG
5	16	2	NEG	NEG	NEG
6	12	2	NEG	NEG	NEG
7	14	2	NEG	NEG	NEG

8	22	3	NEG	NEG	NEG
9	18	2	NEG	NEG	NEG
10	14	2	NEG	NEG	NEG
11	23	3	NEG	NEG	NEG
12	8	1	NEG	NEG	NEG
TOTAL	288	36			

Con respecto al nivel de satisfacción de los 49 hogares participantes en el estudio, quienes estuvieron en su mayoría en el inicio, desarrollo y finalización de la investigación, al preguntar sobre como fue el proceso de instalación de las trampas MosquiTRAP en su vivienda, es decir, el armado de la trampa y el tiempo tomado para la instalación, el 95,9% manifestó estar satisfecho y muy satisfecho. En relación con la información proporcionada por los investigadores para el manejo y cuidado correcto de las trampas MosquiTRAP, el 93,3% expreso estar satisfecho y muy satisfecho. En relación al diseño característico de las trampas MosquiTRAP (tamaño, color, forma), un 6,1% manifestó que fue aceptable, un 77,6% estuvo satisfecho, y el 16,3% muy satisfecho. De acuerdo a la ubicación específica de las trampas MosquiTRAP, la cual se instaló en la parte exterior de la vivienda, solo el 2,0% manifestó estar insatisfecho (n=1). En cuanto a la emisión de olores provenientes de las trampas MosquiTRAP, ninguno los participantes manifestaron sentirse insatisfecho o muy insatisfecho por la producción de malos olores. De acuerdo a la efectividad de las trampas MosquiTRAP para la captura de mosquitos, 8,2% expresó fue aceptable, el 57,1% estuvo satisfecho, y el 34,7% muy satisfecho.

Dada la inspección cada 15 días de las trampas, más el periodo de tiempo (5 meses) de la instalación de las mismas en las viviendas, se indagó sobre la

percepción que tuvieron hacia la revisión periódica utilizada y sobre el tiempo que las trampas duraron instaladas, el 100% y el 93,9% de los encuestados manifestaron sentirse satisfechos y muy satisfechos, para cada una de las preguntas, respectivamente. En cuanto a el trato y la confianza dada por los encargados de la investigación durante el proceso de instalación y recolecta del material entomológico, un 6,1% manifestó que fue aceptable, un 44,9% estuvo satisfecho, y el 49,0% muy satisfecho. Finalmente, de acuerdo a su nivel de participación y compromiso en el mantenimiento de las trampas MosquiTRAP, un 2,0% manifestó que fue aceptable, un 63,3% estuvo satisfecho, y el 34,7% estuvo muy satisfecho (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados de la encuesta de aceptación de las trampas MosquiTRAP a la comunidad de los barrios El Cortijo y La Selva, Sincelejo. Elaboración propia.

Usted se siente con respecto a:	El Cortijo		La Selva		Total	
	Frecuencia n (28)	Porcentaje (%)	Frecuencia n (21)	Porcentaje (%)	Frecuencia n (49)	Porcentaje (%)
1. El proceso de instalación de las trampas MosquiTRAP en su vivienda						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Aceptable	0	0	2	9,5	2	4,1
Satisfecho	13	46,4	13	62,0	26	53,1
Muy satisfecho	15	53,6	6	28,5	21	42,8
2. La información proporcionada por los investigadores para el manejo y cuidado correcto de las trampas MosquiTRAP.						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Aceptable	2	7,2	1	4,8	3	6,1
Satisfecho	12	42,8	15	71,4	27	55,1
Muy satisfecho	14	50	5	23,8	19	38,8
3. Al diseño característico de las trampas MosquiTRAP (Tamaño, color, forma).						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Aceptable	2	7,1	1	4,8	3	6,1

Satisfecho	21	75	17	81,0	38	77,6
Muy satisfecho	5	17,9	3	14,2	8	16,3
4. La ubicación específica de las trampas MosquiTRAP en su vivienda.						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Insatisfecho	1	3,6	0	0	1	2,0
Aceptable	2	7,1	3	14,3	5	10,2
Satisfecho	22	78,6	16	76,2	38	77,6
Muy satisfecho	3	10,7	2	9,5	5	10,2
5. La emisión de olores de las trampas MosquiTRAP en su vivienda.						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Aceptable	1	3,6	1	4,8	2	4,1
Satisfecho	15	53,6	19	90,4	34	69,4
Muy satisfecho	12	42,8	1	4,8	13	26,5
6. La efectividad de las trampas MosquiTRAP para la captura de mosquitos.						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Aceptable	2	7,1	2	9,5	4	8,2
Satisfecho	14	50	14	66,7	28	57,1
Muy satisfecho	12	42,9	5	23,8	17	34,7
7. La revisión periódica de las trampas MosquiTRAP por los investigadores encargados.						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Aceptable	0	0	0	0	0	0
Satisfecho	17	60,7	19	90,5	36	73,5
Muy satisfecho	11	39,3	2	9,5	13	26,5
8. El tiempo que duraron instaladas las trampas MosquiTRAP en su vivienda.						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Aceptable	3	10,7	0	0	3	6,1
Satisfecho	17	60,7	19	90,5	36	73,5
Muy satisfecho	8	28,6	2	9,5	10	20,4
9. El trato y la confianza dada por los encargados de la investigación durante el proceso de instalación y recolecta del material entomológico.						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Aceptable	2	7,1	1	4,8	3	6,1
Satisfecho	10	35,7	12	57,1	22	44,9
Muy satisfecho	16	57,2	8	38,1	24	49,0
10. Su nivel de participación y compromiso en el mantenimiento de las trampas MosquiTRAP.						
Muy insatisfecho	0	0	0	0	0	0

Insatisfecho	0	0	0	0	0	0
Aceptable	1	3,6	0	0	1	2,0
Satisfecho	17	60,7	14	66,6	31	63,3
Muy satisfecho	10	35,7	7	33,4	17	34,7

Finalmente, con respecto a la aprobación de la instalación de las trampas en las viviendas, tuvo una aceptación del 96%, solo dos jefes de hogar se negaron a su instalación manifestando problemas de seguridad y la negación a la constante entrada a la vivienda en el contexto de la pandemia por COVID-19. En cuanto a la adherencia, el 94% de las viviendas que inicialmente permitieron la instalación de las trampas completaron la intervención, tres viviendas, una de ellas en el barrio La Selva y dos en el barrio el Cortijo, pidieron el retiro de las trampas por mudanza. Dos de las trampas fueron nuevamente instaladas hacia la revisión 2 y una en la revisión 8; las trampas se instalaron en la vivienda más cercana a la que inicialmente se encontraba, con una adherencia a la intervención en éstas del 100%.

6. DISCUSIÓN

La vigilancia de *A. aegypti* en Colombia se basa principalmente en el levantamiento de índices aélicos, que son utilizados para determinar la abundancia del mosquito y el grado de infestación, sin embargo, estos indicadores realizados por las entidades territoriales en salud requieren de un alto número de personal para su desarrollo y la frecuencia con que debe ser elaborada. Los índices dependen en gran medida del esfuerzo de la persona que lo ejecute y la disponibilidad de los propietarios; la medición se realiza muchas veces de forma cualitativa (presencia/ausencia) y cuando se hace de forma cuantitativa no hay un número total exacto (65). Además, todas las larvas no llegan a estadio de pupa, ni todas las pupas eclosionan a fase adulta, y durante el levantamiento no se tiene en cuenta los criaderos crípticos. Debido a que los niveles de infestación larvaria no siempre se relacionan con la transmisión y presentación de casos de dengue, se requieren de nuevos y eficientes métodos de vigilancia e indicadores de riesgo más reales.

En este estudio se comprobó la alta especificidad que tiene la trampa MosquiTRAP para la captura de hembras de *A. aegypti*, con un 98,9% del total de especies de mosquitos capturados, y un índice de positividad entre el 42,9% y el 85,7%, rango similar e incluso mayor a los determinados en otros estudios (48, 64). Se han demostrado el potencial de la trampa MosquiTRAP para la vigilancia de *A. aegypti* comparándola con otros métodos de muestro como ovitrampas y aspiradores manuales (38, 66). Así mismo, se ha evidenciado que la vigilancia entomológica de *A. aegypti* con las trampas MosquiTRAP presenta ventajas sobre

el levantamiento de índices larvarios, con una reducción en el tiempo de inspección, lo que significa una disminución en el tiempo de trabajo, reducción en costos y en el número de recursos humanos necesarios, además de la posibilidad de revisión por operador de un mayor número de viviendas (53), en el presente estudio el tiempo promedio de revisión por trampa incluyendo desplazamiento fue de siete minutos. La alta especificidad de la trampa MosquiTRAP en todos los estudios indica su utilidad global para la vigilancia entomológica de *Aedes aegypti* dado al diseño apropiadamente pensado de la trampa para la captura de mosquitos.

En este trabajo la revisión se realizó de forma quincenal debido a factores operativos y logísticos, como, por ejemplo, el poco personal disponible para las revisiones. Aunque las trampas MosquiTRAP fueron diseñadas para una inspección semanal, algunos estudios siguieron que no hay evidencia que este periodo de tiempo de revisión sea el ideal (40, 48). Periodos de tiempo muy cortos de inspección pueden disminuir la sensibilidad de las trampas, mientras que periodos extensos pueden aumentar la detección, pero así mismo la varianza de los datos (64). La distancia de instalación entre las trampas fue la mitad de la recomendada por el fabricante (40), esta decisión se tomó para aumentar la probabilidad de captura de mosquitos y tener una aproximación más detallada sobre la dinámica poblacional del vector en las zonas de estudio.

La trampa MosquiTRAP además de su diseño para ser visiblemente atractiva para los mosquitos, también utiliza un atrayente olfativo de oviposición (Atraedes) que consiste en una mezcla de nonanal, decanal y 3-metilfenol, en un tubo sellado

que se libera durante aproximadamente 45 días de forma constante (40), en este estudio se le adicionó infusión de heno, considerado como el mayor atractivo medio de oviposición (67), esto con el fin para aumentar la probabilidad de captura de los mosquitos, lo que pudo influir directamente en la captura específica de *A. aegypti* en un 99% en este estudio.

Con respecto a la dinámica poblacional de *A. aegypti* se pudo evidenciar en cada uno de los barrios, que hubo una variación de la abundancia con la constante presencia o ausencia del vector en algunas áreas, casos donde se presentaba ausencia y luego infestación vector o viceversa, mientras que hubo sitios que mantuvieron alta abundancia, denominados puntos críticos. Lo anterior se da debido a que las poblaciones del mosquito no se distribuyen homogéneamente en un área y la fluctuación de las poblaciones (68), es decir, la presencia o ausencia va a depender de la disponibilidad de fuentes de alimentación, sitios de oviposición y condiciones ambientales.

Se evidenció una alta infestación de mosquitos en el barrio El Cortijo, quien mantiene reportando anualmente casos de dengue según registros suministrados por la Secretaría de Salud Municipal (Datos no publicados). Investigaciones realizadas en la comuna 3, donde está ubicado el barrio, encontró que el 98% de las casas inspeccionadas presentaron condiciones apropiadas para el mantenimiento de criaderos de mosquitos, como depósitos de almacenamiento de agua y presencia de inservibles con agua estancada; en el estudio también se determinó que el número de criaderos se encuentra relacionado significativamente

con el número de larvas de mosquitos y mosquitos hembras adultas (69). Esta infestación puede ser explicado por el alto número de albercas, tanques y otros depósitos (Datos no publicados) que los residentes tienen en sus casas, en los cuales almacenan agua, por problemas en el suministro continuo del agua, sin embargo, en su mayoría de veces el almacenamiento se realizada de manera inadecuada, favoreciendo criaderos de mosquitos altamente productivos.

En la ciudad de Sincelejo en el 2014 se determinó la dinámica poblacional de *A. aegypti* con las trampas MosquiTRAP, en el que con respecto al sexo se capturó un menor porcentaje de hembras (76%) que en el presente estudio (99%), sin embargo, se evidenció un menor porcentaje de mosquitos contaminados con hongos (6,7%) en comparación a esta investigación (27,5%) (55). El alto porcentaje de hembras puede ser explicado dado que en presente estudio se utilizó una menor distancia entre las trampas, lo que pudo aumentar la sensibilidad en la captura; no obstante, la alta contaminación con hongo, pudo deberse a la variación de las condiciones climáticas como la humedad, así como a la adición de la fusión de heno en este estudio, que pudieron favorecer la descomposición y crecimiento de microorganismos. En el estudio de 2014, con respecto a los meses del año al igual que en esta investigación se presentó una tendencia al aumento de la abundancia en el mes de julio y una menor en agosto, y el barrio El Cortijo tuvo la mayor abundancia de mosquitos de los barrios intervenidos, mientras que la comuna 1, donde se encuentra el barrio La Selva, fue una de las comunas que presentó el menor número de hembras capturadas (55).

El porcentaje del IPC obtenido fue bajo en comparación a otros estudios (53), esto pudo darse a la estrategia utilizada y el apoyo de la comunidad, en el que una vez visitada la vivienda y ésta se encontrara cerrada, con la base de datos disponible, se contactara al jefe del hogar para la coordinación de una nueva visita en menos de 24 horas, así mismo a la revisión de las trampas en horas de la tarde (3:00 p.m. a 6:00 p.m.), horario en el que se evidenció mayor disponibilidad de la comunidad para la inspección de las mismas.

Una persona según la encuesta de aceptación no estuvo de acuerdo con la ubicación de la trampa, dado que percibía un mayor número de mosquito dentro de la vivienda, sin embargo, se ha demostrado que el mejor lugar para la instalación de las trampas es en el peridomicilio, donde hay una probabilidad de captura hasta cinco veces mayor que cuando se ubican en el interior (48), además, generalmente las hembras tienden a alimentarse dentro de las casas, y buscan sitios de reposo u oviposición en el exterior (52). En este estudio las trampas se instalaron en los patios de las casas específicamente debajo de techos con sitios sombreados, como también debajo de los lavaderos hechos de concreto y mesas ubicadas en la parte exterior de la vivienda.

Con respecto a la identificación taxonómica, la captura de los mosquitos en las cartas adhesivas, permite una identificación del mosquito en campo, en su mayoría de veces sin necesidad de un procesamiento adicional en laboratorio; por lo que el conteo de mosquitos, los índices de adultos, así como los puntos con alta abundancia vectorial pueden ser calculados casi que, en tiempo real, permitiendo la

toma de decisiones inmediatas, a diferencia de otros métodos de vigilancia como las ovitrampas en los que se requiere de un conteo de huevos, eclosión e identificación de las larvas obteniendo resultados de la vigilancia entomológica en una o dos semanas (70). Lo anterior representa sin duda una ventaja adicional de las trampas MosquiTRAP para la vigilancia entomológica en tiempo real de *A. aegypti*.

Las trampas MosquiTRAP no solo se ha utilizado para determinar la abundancia de *A. aegypti*, sino también para detectar la circulación de arbovirus como DENV, ZIKV y CHIKV en poblaciones de mosquitos (37, 71). En este estudio no hubo detección viral de DENV, ZIKV ni CHIKV en los mosquitos procesados, lo anterior se atribuye a que durante el periodo de estudio el canal endémico de la enfermedad del dengue en Sincelejo, estuvo en la zona de éxito, es decir, con una baja transmisión hasta la semana epidemiológica 40 correspondiente a inicios del mes de octubre, en el que se presentó un aumento de los casos, pasando a zona de alerta (72), por lo que la frecuencia de infección en los mosquitos pudo ser nula o baja durante el periodo muestreado. A pesar de los resultados anteriores, la información de la dinámica poblacional junto con la detección viral, es de vital importancia para controlar la propagación de enfermedades arbovirales en áreas críticas, sirviendo como un sistema de alerta temprana para epidemias, debido a que proporciona información en tiempo real que puede mejorar la respuesta a los brotes (37). La no detección viral de DENV, ZIKV o CHIKV en los mosquitos procesados, demuestra la necesidad de una vigilancia entomoviroológica continua.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta en salud pública que ha cobrado importancia en la última década, debido a su utilidad en la comprensión de la epidemiología, ecología y factores de riesgo de un agente infeccioso. El uso de SIG y la vigilancia de vectores ha permitido la realización de mapas de riesgo que ayudan a identificar, priorizar e intervenir un lugar o región de manera eficiente (73). En este trabajo los mapas de riesgo permitieron georreferenciar e identificar aquellos puntos críticos con alta abundancia de vectores, lo anterior en estudios futuros ayudará a priorizar estas áreas de alto riesgo para realizar intervenciones y medidas de control apropiadas y oportunas, así como la evaluación de factores de riesgo presentes en estas áreas. Con la implementación del SIG y la vigilancia de vectores, no será necesaria la intervención de un área o barrio completo, si no que se realizarán intervenciones direccionadas, mejorando la eficiencia de la intervención y los recursos económicos y humanos disponibles que muchas veces son limitados.

Aunque no se detectó la presencia de DENV en mosquitos, en el barrio El Cortijo durante la revisión 5, aproximadamente para el 15 de junio, se notificaron dos casos de dengue confirmados por laboratorio, una niña de 14 años y un niño de 16 años residentes en una misma vivienda, cerca al punto 42, quien desde la revisión 3 había sido considerado como punto crítico. Lo anterior demuestra la utilidad de las trampas no solo para la vigilancia entomológica, sino también para la detección temprana de casos de dengue, por la alta probabilidad de ocurrencia de los mismos dada la abundancia vectorial; esto también pudo ser evidenciado en el

uso de trampas MosquiTRAP junto a programas SIG con el análisis de clústeres espacio temporales en Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasil) (74).

Estudios en Brasil, Puerto Rico, Australia y Tailandia en el que se realizó la instalación en viviendas de trampas para la vigilancia y control vectorial de *A. aegypti* como ovitrampas letales y trampas AGO presentaron una participación entre el 71% y 100% por parte de la comunidad (75-78). En estudios en Colombia con trampas AGO la aceptación de la instalación de las trampas fue del 98%, mientras que la adherencia fue del 90% (45); en este estudio la participación correspondió a un 96% para la instalación y 94% para la adherencia, considerado alto. Tanto para la aceptación a la participación como para la adherencia fue indispensable el respaldo institucional de las Secretarías de Salud Municipal y Departamental, así como las Juntas de Acción Comunal.

El alto porcentaje de personas que permanecieron en el estudio indica que tanto la instalación como la revisión periódica de las trampas tuvo gran aceptación por parte de la comunidad, resultados evidenciados en la encuesta, factor fundamental para el uso de las trampas a gran escala. Además, la trampa permite la identificación y cuantificación de los mosquitos capturados, así mismo, no va a existir problemas con el desarrollo de resistencia a insecticidas contrario a lo que ocurre con las ovitrampas letales.

7. CONCLUSIONES

- ✓ Se estableció una positividad de las trampas MosquiTRAP entre un 42,9% y un 85,7%, con una densidad media de adultos para el barrio El Cortijo de tres mosquitos adultos por vivienda, mientras que para el barrio La Selva dos mosquitos por vivienda. Con respecto a la dinámica poblacional se evidenció una infestación baja de *Aedes aegypti* en los dos sitios de estudio, con mayor fluctuación de la abundancia de mosquitos en el barrio La Selva, mientras que el barrio El Cortijo se presentó un mayor número de puntos críticos, quien mantuvo una alta abundancia de mosquitos durante las inspecciones realizadas.
- ✓ La frecuencia de infección por DENV en los mosquitos capturados fue de cero, debido a que no se detectó la infección viral de DENV, por la técnica qRT-PCR en los mosquitos procesados, capturados en los barrios La Selva y El Cortijo, ni tampoco infección viral por ZIKV y CHIKV, lo anterior se atribuye a la baja transmisión del virus en los sitios de estudio.
- ✓ Se determinó la aceptación de las trampas MosquiTRAP por parte de la comunidad en más de un 90%. El porcentaje aprobación de la instalación fue de un 96%, y la adherencia del 94%, lo que indica su viabilidad para ser utilizada como método de vigilancia entomológica en las comunidades.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda incluir en futuros estudios a otros barrios y comunas para determinar la aceptación de la comunidad a las trampas MosquiTRAP, así como la inspección y adherencia a las mismas.
- ✓ Se recomienda investigar si en las viviendas donde se instalaron las trampas MosquiTRAP, específicamente en los puntos críticos, por la creencia que la trampa capturaría todos los mosquitos, pudieron relajar las medidas de prevención de criaderos.
- ✓ Se recomienda identificar los factores que pueden estar determinando la diferencia de la abundancia y dinámica poblacional de *Aedes aegypti* en los barrios La Selva y El Cortijo.
- ✓ Se recomienda crear y realizar estrategias de intervención eficientes de carácter especial en el barrio El Cortijo, quien desde estudios anteriores mantiene altos niveles de infestación del mosquito *Aedes aegypti*.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. About vector-borne diseases. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/campaigns/world-health-day/2014/vector-borne-diseases/en/>.
2. Lwande O, Obanda V, Lindström A, Ahlm C, Evander M, Näslund J, Bucht G. Globe-trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: risk factors for arbovirus pandemics. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. 2020;20(2):71-81.
3. Ferreira-de-Lima V, Lima-Camara, T. Natural vertical transmission of dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: a systematic review. *Parasites & vectors*. 2018;11(1):1-8.
4. Pan American Health Organization. Epidemiological Update Dengue. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.paho.org/en/documents/epidemiological-update-dengue-23-march-2020>.
5. Ruiz-López F, González-Mazo A, Vélez-Mira A, Gómez GF, Zuleta L, Uribe S, et al. Presence of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) and its natural infection with dengue virus at unrecorded heights in Colombia. *Biomédica*. 2016;36(2):303-308.
6. Pan American Health Organization. Métodos de vigilancia entomológica y control de los principales vectores en las Américas. [Internet]. [Consultado 6 Ene 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.37774/9789275323953>
7. Centers for Disease Control and Prevention. Arbovirus Catalog - Virus Selection. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <https://wwwn.cdc.gov/arbocat/VirusBrowser.aspx>.
8. Guth S, Hanley K, Althouse B, Boots M. Ecological processes underlying the emergence of novel enzootic cycles: Arboviruses in the neotropics as a case study. *PLoS neglected tropical diseases*. 2020;14(8):e0008338.

9. Weger-Lucarelli J, Auerswald H, Vignuzzi M, Dussart P, Karlsson EA. Taking a bite out of nutrition and arbovirus infection. *PLoS neglected tropical diseases*. 2018;12(3):e0006247.
10. Lescar J, So S, Lee LT, Vasudevan SG, Kang C, Lim SP. The dengue virus replication complex: from RNA replication to protein-protein interactions to evasion of innate immunity. *Dengue and Zika: Control and Antiviral Treatment Strategies*. 2018:115-129.
11. Diamond MS, Pierson TC. Molecular insight into dengue virus pathogenesis and its implications for disease control. *Cell*. 2015;162(3):488-492.
12. Lok S-M. The interplay of dengue virus morphological diversity and human antibodies. *Trends in microbiology*. 2016;24(4):284-293.
13. Ding F, Fu J, Jiang D, Hao M, Lin G. Mapping the spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Acta tropica*. 2018;178:155-162.
14. Del Carpio-Orantes L, González-Clemente M. Zika y sus vectores, más que *Aedes*. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2017;55(1):63-66.
15. Alcalá L, Quintero J, González-Uribe C, Brochero H. Productividad de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) en viviendas y espacios públicos en una ciudad endémica para dengue en Colombia. *Biomedica*. 2015;35(2):258-268.
16. Nelson M. *Aedes aegypti*: Biology and ecology Pan American Health Organization; 1986.
17. Guzman MG, Gubler DJ, Izquierdo A, Martinez E, Halstead SB. Dengue infection. *Nature reviews disease primers*. 2016;2(1):1-25.
18. Nedjadi T, El-Kafrawy S, Sohrab SS, Desprès P, Damanhour G, Azhar E. Tackling dengue fever: current status and challenges. *Virology journal*. 2015;12(1):1-11.
19. World Health Organization. Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44188/9789241547871_eng.pdf;jsessionid=F3AC7CF43ED6459F7923E7DCDABCF336?sequence=1.

20. Organización Panamericana de la Salud. Dengue - Fases de la enfermedad. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/dengue>
21. Salles TS, da Encarnação Sá-Guimarães T, de Alvarenga ESL, Guimarães-Ribeiro V, de Meneses MDF, de Castro-Salles PF, et al. History, epidemiology and diagnostics of dengue in the American and Brazilian contexts: a review. *Parasites vectors*. 2018;11(1):264.
22. Bandera Jiménez DdIC, Moreau P, Gonzáles Mustelier D, Romero García LI, Leyva Miranda T. Factores de riesgo relacionados con la positividad al mosquito *Aedes aegypti* en viviendas del área de salud del Policlínico Municipal. *MediSan*. 2017;21(8):969-977.
23. Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature*. 2013;496(7446):504-507.
24. Laserna A, Barahona-Correa J, Baquero L, Castañeda-Cardona C, Rosselli D. Economic impact of dengue fever in Latin America and the Caribbean: a systematic review. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 2018;42:e111.
25. Tamayo Escobar OE, García Olivera TM, Escobar Yéndez NV, González Rubio D, Castro Peraza O. La reemergencia del dengue: un gran desafío para el sistema sanitario latinoamericano y caribeño en pleno siglo XXI. *Medisan*. 2019;23(2):308-324.
26. Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal - Semana epidemiológica 52 de 2019. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2019 Boletin epidemiologico semana 52.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2019%20Boletin%20epidemiologico%20semana%2052.pdf).
27. Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal - Semana epidemiológica 53 de 2020. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador->

- [eventos/BoletinEpidemiologico/2020 Boletin epidemiologico semana 53.pdf](#).
28. Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal - Semana epidemiológica 42 de 2021. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2021 Boletin epidemiologico semana 42.pdf>.
29. Centers for Disease Control and Prevention. Surveillance and Control of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the United States. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/chikungunya/pdfs/surveillance-and-control-of-aedes-aegypti-and-aedes-albopictus-us.pdf>.
30. Instituto Nacional de Salud. Informe técnico entomológico enfermedad de Chagas, Colombia, 2019. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informacin%20de%20laboratorio/Informe-t%C3%A9cnico-entomol%C3%B3gico-enfermedad-de-Chagas-Colombia-2019.pdf>.
31. Organización Mundial de la Salud. Respuesta mundial para el control de vectores. 2017. [Internet]. [Consultado 17 Ene 2022]. Disponible en: https://www.who.int/malaria/areas/vector_control/Draft-WHO-GVCR-2017-2030-esp.pdf
32. Barrera R. Recommendations for the surveillance of *Aedes aegypti*. *Biomédica*. 2016;36(3):454-462.
33. Alarcón ÉP, Segura ÁM, Rúa-Urbe G, Parra-Henao G. Evaluación de ovitrampas para vigilancia y control de *Aedes aegypti* en dos centros urbanos del Urabá antioqueño. *Biomédica*. 2014;34(3):409-424.
34. Schultes OL, Morais MHF, Cunha MdCM, Sobral A, Caiiffa WT. Spatial analysis of dengue incidence and *Aedes aegypti* ovitrap surveillance in Belo Horizonte, Brazil. *Tropical Medicine International Health*. 2021;26(2):237-255.

35. Organización Panamericana de la Salud. Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión del dengue. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: https://www.paho.org/col/dmdocuments/Entomologia_DENGUE.pdf.
36. Focks D. A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vectors: World Health Organization.; 2004. 38 p.
37. Eiras AE, Resende MC, Acebal JL, Paixão KS. New cost-benefit of Brazilian technology for vector surveillance using trapping system. *Malaria: IntechOpen*; 2018:1-24.
38. Gama R, Silva I, Resende M, Eiras A. Evaluation of the sticky MosquiTRAP for monitoring *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the district of Itapoã, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *Neotrop Entomol.* 2007;36:294-302.
39. Adak S, Jana S. A study on stegomyia indices in dengue control: a fuzzy approach. *Soft Computing.* 2021;25(1):699-709.
40. Eiras ÁE, Resende MC. Preliminary evaluation of the " Dengue-MI" technology for *Aedes aegypti* monitoring and control. *Cadernos de Saúde Pública.* 2009;25:S45-S58.
41. Fay R, Eliason DA. A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. *Mosq news.* 1966;26(4):531-535.
42. Zeichner B, Perich M. Laboratory testing of a lethal ovitrap for *Aedes aegypti*. *Medical veterinary entomology* 1999;13(3):234-238.
43. Degener CM, Ázara T, Roque RA, Rösner S, Rocha E, Kroon EG, et al. Mass trapping with MosquiTRAPs does not reduce *Aedes aegypti* abundance. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.* 2015;110:517-527.
44. Ferreira NS, Carvalho GCd, Santos YGAd, Monte-Alegre AF. Increased capture of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) by removing one ADULTRAP component. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.* 2020;53:e20190043.
45. Montenegro D, Martinez L, Tay K, Hernandez T, Noriega D, Barbosa L, et al. Usefulness of autocidal gravid ovitraps for the surveillance and control of

- Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) in eastern Colombia. Medical veterinary entomology. 2020;34(4):379-384.
46. Silva CE, Limongi JE. Avaliação comparativa da eficiência de armadilhas para a captura e coleta de *Aedes aegypti* em condições de campo. Cadernos Saúde Coletiva. 2018;26(3):241-248.
47. Wilke AB, Carvajal A, Medina J, Anderson M, Nieves VJ, Ramirez M, et al. Assessment of the effectiveness of BG-Sentinel traps baited with CO₂ and BG-Lure for the surveillance of vector mosquitoes in Miami-Dade County, Florida. PloS one. 2019;14(2):e0212688.
48. Fávaro EA, Dibo MR, Mondini A, Ferreira AC, Barbosa AA, Eiras ÁE, et al. Physiological state of *Aedes (Stegomyia) aegypti* mosquitoes captured with MosquiTRAPs™ in Mirassol, São Paulo, Brazil. Journal of Vector Ecology. 2006;31(2):285-291.
49. Ritchie SA, Long S, Smith G, Pyke A, Knox TB. Entomological investigations in a focus of dengue transmission in Cairns, Queensland, Australia, by using the sticky ovitraps. Journal of Medical Entomology. 2004;41(1):1-4.
50. Codeço CT, Lima AW, Araújo SC, Lima JBP, Maciel-de-Freitas R, Honório NA, et al. Surveillance of *Aedes aegypti*: comparison of house index with four alternative traps. PLoS Negl Trop Dis. 2015;9(2):e0003475.
51. Honório NA, Codeço CT, Alves FdC, Magalhães MdA, Lourenço-De-Oliveira R. Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two types of traps. Journal of medical entomology. 2009;46(5):1001-1014.
52. Maciel-de-Freitas R, Eiras ÁE, Lourenço-de-Oliveira R. Calculating the survival rate and estimated population density of gravid *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) in Rio de Janeiro, Brazil. Cadernos de Saúde Pública. 2008;24:2747-54.
53. Resende MCd, Silva IM, Eiras ÁE. Avaliação da operacionalidade da armadilha MosquiTRAP no monitoramento de *Aedes aegypti*. Epidemiologia e Serviços de Saúde. 2010;19(4):329-338.

54. de Melo DPO, Scherrer LR, Eiras AE. Dengue fever occurrence and vector detection by larval survey, ovitrap and MosquiTRAP: a space-time clusters analysis. *PloS one*. 2012;7(7):e42125.
55. Manjarrez M, Martínez J. Dinámica poblacional y búsqueda de infección natural con virus dengue en poblaciones de *Aedes aegypti* en el municipio de Sincelejo: dos herramientas para la estimación del riesgo epidemiológico. Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia; 2015.
56. Aguilera-Díaz M. La economía del departamento de Sucre: ganadería y sector público. Cartagena, editor. Cartagena, Colombia: Banco de la República; 2005.
57. DANE. Proyecciones y retroproyecciones de población municipal para el periodo 1985-2017 y 2018-2035 con base en el CNPV 2018. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>.
58. Rueda LM. Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with dengue virus transmission. *Zootaxa*. 2004;589:1-60.
59. Lane J. Neotropical culioidae. Volumen I & II: Sao Paulo: University of São Paulo, Brazil; 1953. 1112 p.
60. Callahan JD, Wu S-JL, Dion-Schultz A, Mangold BE, Peruski LF, Watts DM, et al. Development and evaluation of serotype-and group-specific fluorogenic reverse transcriptase PCR (TaqMan) assays for dengue virus. *Journal of clinical microbiology*. 2001;39(11):4119-24.
61. Lanciotti RS, Kosoy OL, Laven JJ, Velez JO, Lambert AJ, Johnson AJ, et al. Genetic and serologic properties of Zika virus associated with an epidemic, Yap State, Micronesia, 2007. *Emerging infectious diseases*. 2008;14(8):1232-9.
62. Waggoner JJ, Ballesteros G, Gresh L, Mohamed-Hadley A, Tellez Y, Sahoo MK, et al. Clinical evaluation of a single-reaction real-time RT-PCR for pan-

- dengue and chikungunya virus detection. *Journal of Clinical Virology*. 2016;78:57-61.
63. Wu P, Sun P, Nie K, Zhu Y, Shi M, Xiao C, et al. A gut commensal bacterium promotes mosquito permissiveness to arboviruses. *Cell host microbe*. 2019;25(1):101-12. e5.
64. Resende MCd, Ázara TMFd, Costa IO, Heringer LC, Andrade MRd, Acebal JL, et al. Field optimisation of MosquiTRAP sampling for monitoring *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera: Culicidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 2012;107:294-302.
65. Sivagnaname N, Gunasekaran K. Need for an efficient adult trap for the surveillance of dengue vectors. *The Indian journal of medical research*. 2012;136(5):739.
66. Fávaro EA, Mondini A, Dibo MR, Barbosa AA, Eiras ÁE, Neto FC. Assessment of entomological indicators of *Aedes aegypti* (L.) from adult and egg collections in São Paulo, Brazil. *Journal of Vector Ecology*. 2008;33(1):8-16.
67. Quimbayo M, Rúa-Uribe G, Parra-Henao G, Torres C. Evaluation of lethal ovitraps as a strategy for *Aedes aegypti* control. *Biomedica*. 2014;34(3):473-482.
68. Lagrotta MTF, Silva WdC, Souza-Santos R. Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2008;24(1):70-80.
69. Cabarca S, Pérez C, Blanco-Tuirán P, Castellar A, Camacho-Burgos E. Infestación por *Aedes aegypti* en una localidad del municipio de Sincelejo, departamento de Sucre. *Revista de investigaciones en Medicina Tropical*. 2015;1:14-9.
70. Resende MCd, Silva IM, Ellis BR, Eiras ÁE. A comparison of larval, ovitrap and MosquiTRAP surveillance for *Aedes (Stegomyia) aegypti*. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2013;108:1024-30.

71. Dos Santos TP, Cruz OG, da Silva KAB, de Castro MG, de Brito AF, Maspero RC, et al. Dengue serotype circulation in natural populations of *Aedes aegypti*. *Acta tropica*. 2017;176:140-3.
72. Instituto Nacional de Salud. Estadísticas de Vigilancia Rutinaria. [Internet]. [Consultado 7 Nov 2021]. Disponible en: <http://portalsivigila.ins.gov.co/Paginas/Vigilancia-Rutinaria.aspx>.
73. Louis VR, Phalkey R, Horstick O, Ratanawong P, Wilder-Smith A, Tozan Y, et al. Modeling tools for dengue risk mapping-a systematic review. *International journal of health geographics*. 2014;13(1):50.
74. de Melo DPO, Scherrer LR, Eiras ÁE. Dengue fever occurrence and vector detection by larval survey, ovitrap and MosquiTRAP: a space-time clusters analysis. *PloS one*. 2012;7(7):e42125.
75. Perich M, Kardec A, Braga I, Portal I, Burge R, Zeichner B, et al. Field evaluation of a lethal ovitrap against dengue vectors in Brazil. *Medical veterinary entomology*. 2003;17(2):205-10.
76. Sithiprasasna R, Mahapibul P, Noigamol C, Perich MJ, Zeichner BC, Burge B, et al. Field evaluation of a lethal ovitrap for the control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand. *Journal of medical entomology*. 2003;40(4):455-462.
77. Rapley L, Johnson P, Williams CR, Silcock R, Larkman M, Long SA, et al. A lethal ovitrap-based mass trapping scheme for dengue control in Australia: II. Impact on populations of the mosquito *Aedes aegypti*. *Medical veterinary entomology*. 2009;23(4):303-316.
78. Barrera R, Amador M, Acevedo V, Caban B, Felix G, Mackay AJ. Use of the CDC autocidal gravid ovitrap to control and prevent outbreaks of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of medical entomology*. 2014;51(1):145-154.

10. ANEXOS

Anexos 1. Encuesta de aceptabilidad de la comunidad a las trampas MosquiTRAP.

Elaboración propia.

SISTEMA DE VIGILANCIA ECOEPIDEMIOLÓGICO DEL VIRUS DENGUE EN SINCELEJO, SUCRE

Encuesta para determinar el nivel de satisfacción de la comunidad con respecto a la instalación y el mantenimiento de las Trampas MosquiTrap en sus viviendas

Número de trampa: _____

Fecha:

--	--	--

Las siguientes preguntas han sido diseñadas para evaluar el nivel de satisfacción que posee usted con respecto a la instalación y el mantenimiento de las trampas MosquiTrap en su vivienda. Tenga en cuenta la siguiente información para contestar cada una de las preguntas del cuestionario: marque solo una respuesta por cada pregunta y asegúrese en la medida de ser lo más honesto posible.

Escala de satisfacción				
Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

Usted y su familia se sintieron con respecto a:

1. El proceso de instalación de las trampas MosquiTrap en su vivienda.

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho

2. La información proporcionada por los investigadores para el manejo y cuidado correcto de las trampas MosquiTrap.

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho

3. Al diseño característico de las trampas MosquiTrap (Tamaño, color, forma).

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho

4. La ubicación específica de las trampas MosquiTrap en su vivienda.

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho

5. La emisión de olores de las trampas MosquiTrap en su vivienda.

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho

6. La efectividad de las trampas MosquiTrap para la captura de mosquitos.

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho

7. La revisión periódica de las trampas MosquiTrap por los investigadores encargados.

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho

8. El tiempo que duraron instaladas las trampas MosquiTrap en su vivienda.

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho.

9. El trato y la confianza (seguridad) dada por los encargados de la investigación durante el proceso de instalación y recolecta del material entomológico en su vivienda.

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho

10. Su nivel de participación y compromiso en el mantenimiento de las trampas MosquiTrap.

Muy insatisfecho Insatisfecho Aceptable Satisfecho Muy satisfecho.

Observaciones:

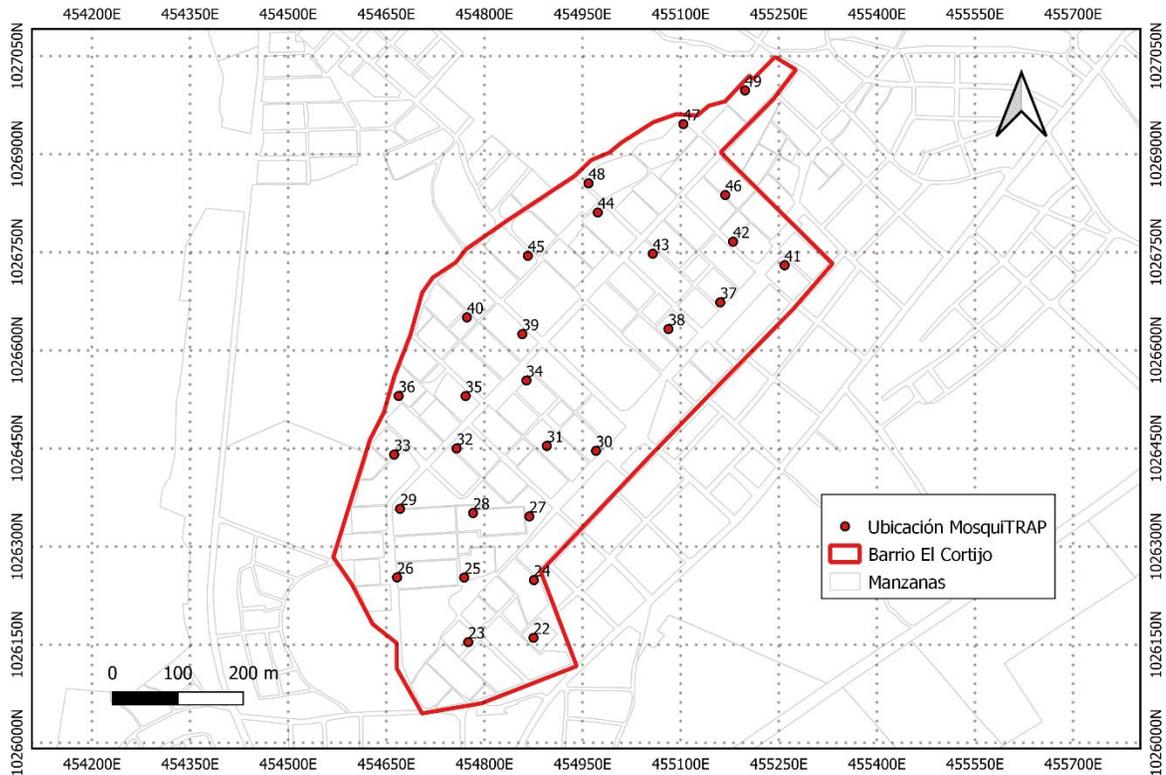
Anexos 2. Ubicación final de las trampas MosquiTRAP barrio La Selva.

Elaboración propia.

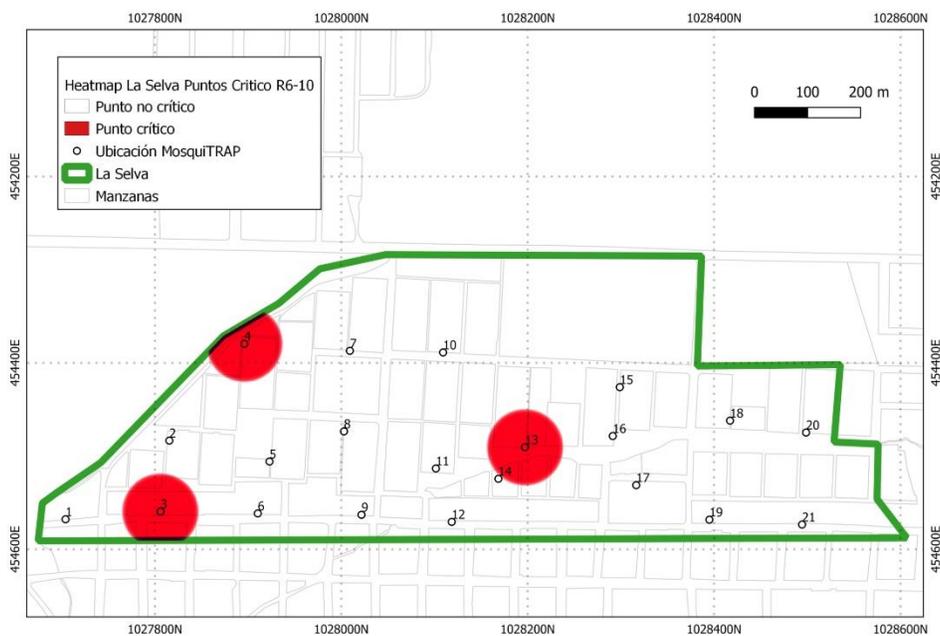
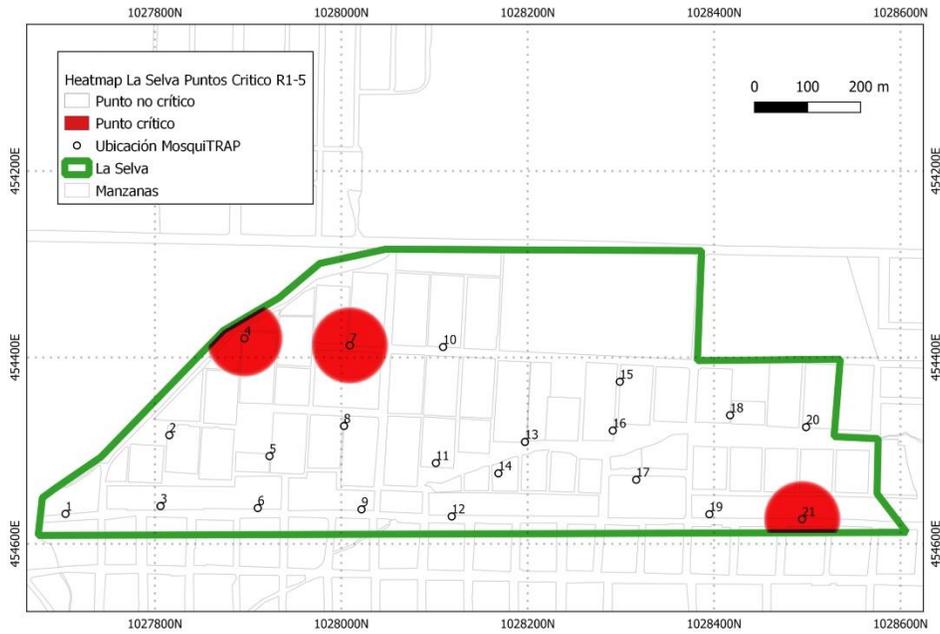


Anexos 3. Ubicación final de las trampas MosquiTRAP barrio El Cortijo.

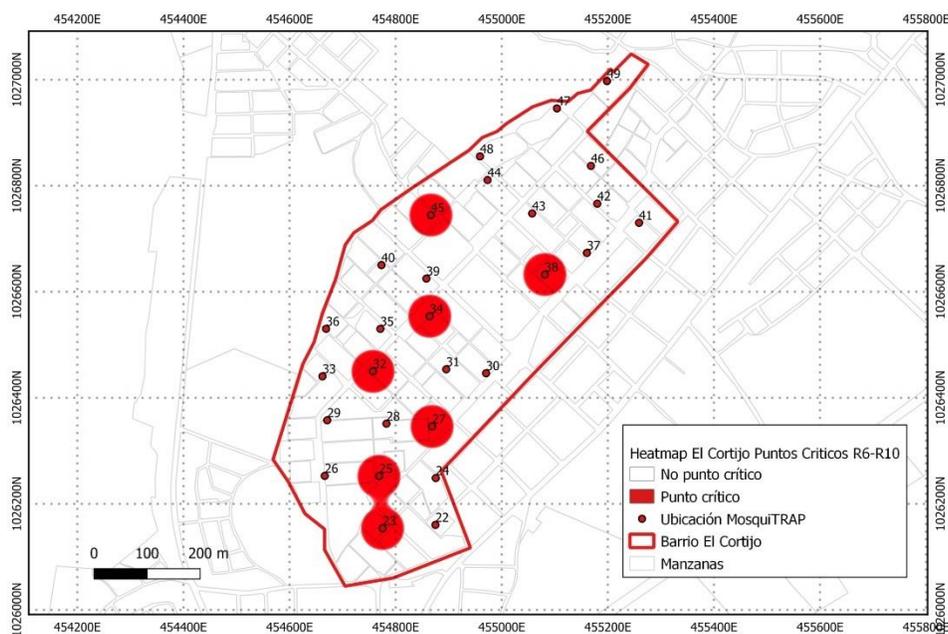
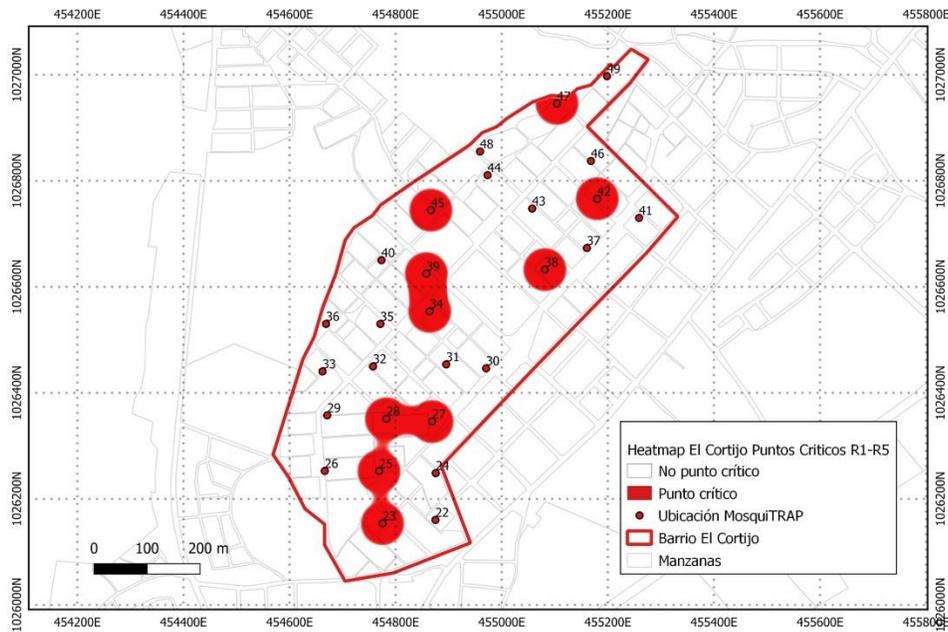
Elaboración propia.



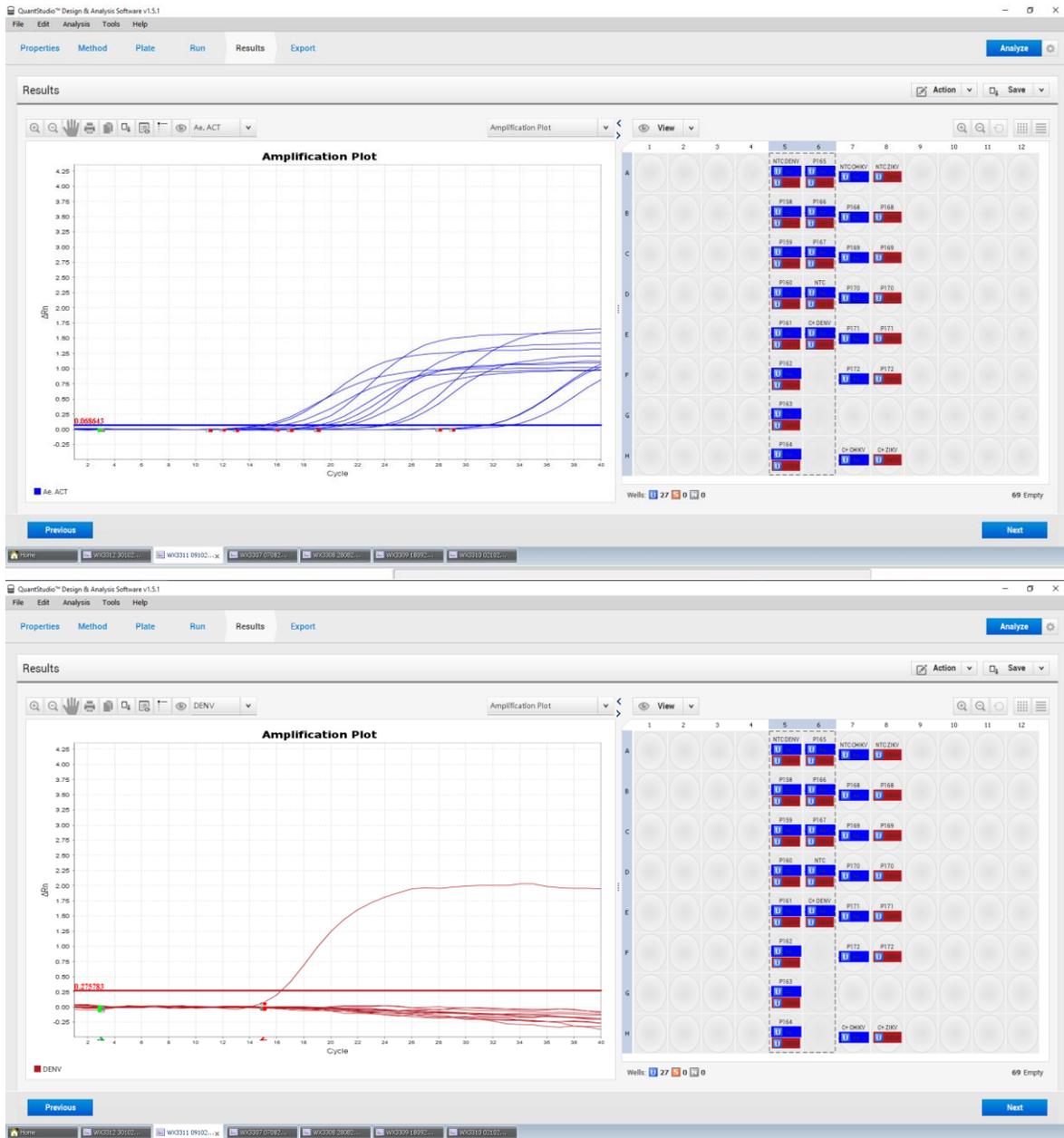
Anexos 4. Puntos críticos con alta infestación de mosquitos *Aedes aegypti* en las revisiones de la 1 a la 5 y de la 6 a la 10, identificados en el barrio La Selva, Sincelejo. Elaboración propia.



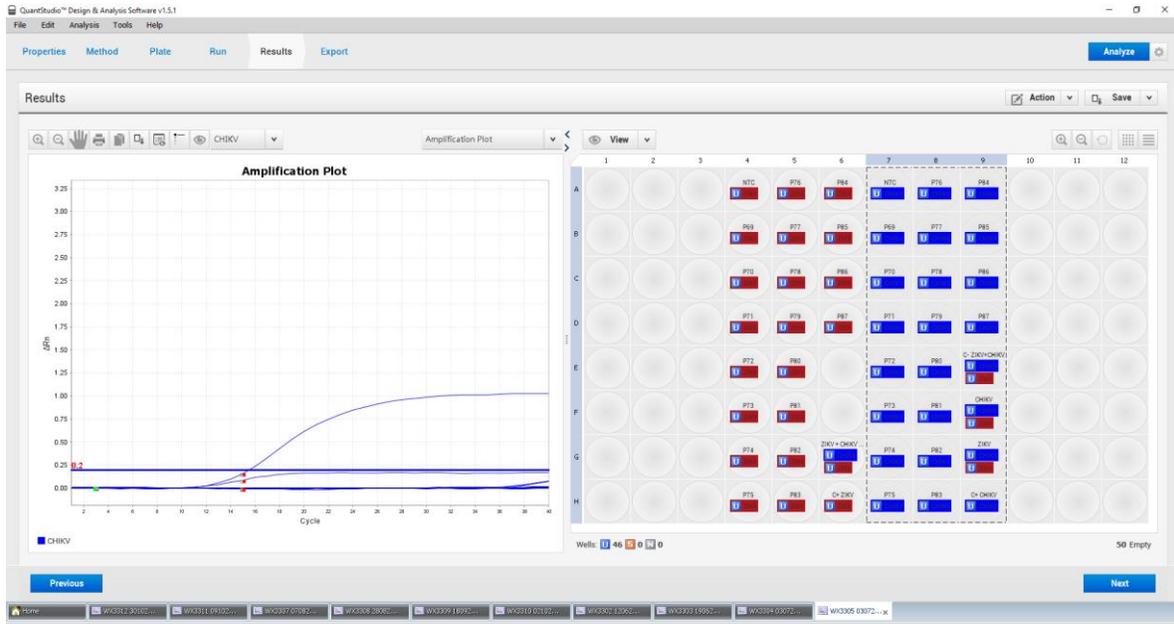
Anexos 5. Puntos críticos con alta infestación de mosquitos *Aedes aegypti* en las revisiones de la 1 a la 5 y de la 6 a la 10, identificados en el barrio El Cortijo, Sincelejo. Elaboración propia.



Anexos 6. Detección molecular del virus Dengue (DENV) y gen Actina en mosquitos capturados en el barrio La Selva y El Cortijo durante la revisión 11. Líneas de color azul corresponden a la amplificación del gen de Actina de *Aedes aegypti*, líneas de color rojo a la amplificación de DENV.



Anexos 7. Detección molecular del virus Chikungunya (CHIKV) en mosquitos capturados en el barrio La Selva y El Cortijo durante la revisión 5. Líneas de color azul corresponden a la amplificación de CHIKV.



Anexos 8. Detección molecular del virus Zika (ZIKV) en mosquitos capturados en el barrio La Selva y El Cortijo durante la revisión 6. Líneas de color rojo corresponden a la amplificación de ZIKV.

