



Relación entre cobertura forestal y la incidencia de vectores transmisores de arbovirus

Presentado por:

José David Palacios

5º Bachillerato

Gabriel Alejandro Palacios

3ro Básico

Rodrigo Morales

2do Básico

César Andrés Guzmán Pantaleón

6to Primaria

Madelin Armira

Pregrado

Jaqueline Palacios

Pregrado

César José Guzmán

Pregrado

GLOBE TEACHER

Dr. Magdalena Waleska Aldana Segura

USAC UG STEAM Program

GISN STEAM Specialist

Dr. Julián Félix Valdez

Universidad de Guanajuato

STEAM Invited Specialists

Ing. César Ariel Guzmán

Dra. Zully Morales

Ing. Miriam Pinillos

Nombre de la Escuela

STEAM Program Guatemala USAC Galileo UGTO

País

Guatemala

Fecha

Marzo 2025.

Contenido

Abstract	1
Introducción	2
Preguntas de Investigación e Hipótesis:	4
Objetivos	4
Revisión de Literatura	5
Cobertura Forestal	5
Arbovirus y mosquitos	7
Repelentes de mosquitos	9
Mecanismos de acción vegetal contra mosquitos	11
Plantas medicinales con acción repelente/insecticida de interés para esta investigación	11
Materiales y Métodos	13
Fuentes de información	13
Actividades a realizar con expertos	13
Protocolos GLOBE Utilizados	14
Ubicación de la investigación y Temporalidad	15
Cronograma	16
Tratamiento de datos	16
Alcances, Limitaciones y Obstáculos	16
Resultados	17
Repelentes	23
Materiales de Divulgación	24
Discusión de Resultados	25
Conclusiones:	28
Referencias	29
Descripción de Badges	32
I am a Student Researcher	32
I am a Data Scientist	32
I am a Problem Solver	32
I work with a STEM Professional	32

I make an impact _____	32
I am a Storyteller _____	32
Apéndice _____	33
Datos originales de GLOBE OBSERVER _____	33
Datos originales de MyNASADData _____	34
Datos originales de MSPAS _____	37
Datos originales de INAB-IARNA _____	38
Datos originales de Google Forms _____	39

Lista de Ilustraciones

<i>Ilustración 1</i> Relación altitudinal y latitudinal entre clima y tipos de vegetación, según Hansen _____	5
<i>Ilustración 2</i> Esquema de distribución de los grandes climas y formaciones boscosas, según Holdridge _____	5
<i>Ilustración 3</i> Zonas de vida de acuerdo con la clasificación de Holdrige _____	6
<i>Ilustración 4</i> Pérdida de cobertura forestal de 1950 a 2016 Guatemala (Iarna, 2016). _____	7
<i>Ilustración 5</i> Ciclo de vida del mosquito _____	8
<i>Ilustración 6</i> Mosquito <i>Aedes Albopictus</i> y <i>Aedes Aegypti</i> _____	9
<i>Ilustración 7</i> Número de Casos de Dengue para los años 2015-2016, 2023-2024 por departamento _____	9
<i>Ilustración 8</i> Fotografías de las conferencias con expertos a la fecha, Dra. Flor Castillo MSc en Salud Pública y Dr. Armando Cáceres experto en plantas nativas, Biólogo _____	14
<i>Ilustración 9</i> Estudiantes utilizando los protocolos GLOBE de Mosquito hábitat mapper y de árboles _____	14
<i>Ilustración 10</i> Puntos de investigación _____	15
<i>Ilustración 11</i> Fotografía de Satélite sobre cobertura forestal en Guatemala año 2016 y año 2024 Nasa Worldview _____	17
<i>Ilustración 12</i> localización de las mediciones de GLOBE Observer vía GLOBE Visualization System _____	17
<i>Ilustración 13</i> % de pérdida de cobertura forestal 2016-2020 y Casos totales de Dengue _____	18
<i>Ilustración 14</i> % de pérdida de cobertura forestal vs Casos totales de Dengue 2016-2020 por departamento en Guatemala _____	18
<i>Ilustración 15</i> Datos de precipitación mensual, temperatura del aire e índice de vegetación 2000-2024 _____	19
<i>Ilustración 16</i> Casos de Dengue, Zika y Chikunguya y años de ENSO Niño o Niña _____	19
<i>Ilustración 17</i> Captura de pantalla de Advanced Data Access Tool de Globe Observer _____	20
<i>Ilustración 18</i> Identificación de larvas vía GLOBE Observer _____	20
<i>Ilustración 19</i> Lugares donde se encuentran las larvas de <i>Aedes</i> _____	21
<i>Ilustración 20</i> Larvas de <i>Anopheles</i> encontradas por tipo de contenedor _____	21
<i>Ilustración 21</i> Larvas de <i>Culex</i> encontradas por tipo de contenedor _____	22
<i>Ilustración 22</i> Estudiantes utilizando GLOBE Observer y el protocolo de Mosquito Mapper para la identificación de larvas de mosquitos _____	22
<i>Ilustración 23</i> José David Palacios durante la elaboración del primer repelente casero propuesto _____	23
<i>Ilustración 24</i> Resultados de la encuesta utilizada por los participantes del proyecto _____	24
<i>Ilustración 25</i> Escena del video "La voz del bosque" elaborado por J.D. Palacios y G. Palacios utilizando inteligencia artificial disponible en https://youtu.be/ikfWmwPq7GA _____	24
<i>Ilustración 26</i> captura de pantalla de la ARCGIS Story disponible en _____	25
<i>Ilustración 27</i> sobreposición de los mapas de casos totales de Dengue y Pérdida de cobertura forestal _____	25
<i>Ilustración 28</i> Captura de pantalla de los datos originales de GLOBE Observer para Guatemala sobre el protocolo de árboles _____	33

Lista de Tablas

<i>Tabla 1 Plantas y su actividad sobre mosquitos Aedes, Anopheles y Culex, compuesto químico principal y estructura orgánica del compuesto</i>	12
<i>Tabla 2 Localidades de investigación</i>	15
<i>Tabla 3 Datos originales de MyNASAData</i>	34

Lista de Siglas

ENSO	El Niño Southern oscillation
GLOBE	Global Observations for the Benefit of the Environment
IARNA	Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología
INAB	Instituto Nacional de Bosques
LIPRONAT	Laboratorio de Investigación de Productos Naturales
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
UG	Universidad Galileo
UGTO	Universidad de Guanajuato
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala

Abstract

Guatemala ha perdido más del 60% de la cobertura forestal que presentaba al año 1950 según datos oficiales del Instituto Nacional de Bosques -INAB-. En los últimos 20 años, se ha incrementado el número de casos de Dengue, Zika y Chikunguya en el país, donde estas últimas dos enfermedades han aparecido recientemente. Ante estas consideraciones y la variabilidad climática que se presenta no solo por la Oscilación denominada El Niño Southern Oscillation, ENSO, el aumento de temperatura ambiental y los cambios medioambientales y de comportamiento de los mosquitos, nos planteamos una investigación donde podemos utilizar estos datos para la toma de decisiones. Diseñar un repelente de bajo costo, efectivo contra el mosquito *Aedes Aegypti* y *Aedes Albopictus* primordialmente, siendo los causantes de las tres enfermedades mencionadas (Arbovirus) que actualmente se constituyen en una emergencia nacional por el repunte de casos de estas enfermedades a nivel nacional.

Preliminarmente se encuentra en esta investigación en proceso, una relación entre la pérdida de cobertura forestal y la incidencia de casos de arbovirus por departamento en Guatemala. Además, utilizando datos de MyNASAData y GLOBE Observer de los últimos 20 años hemos investigado estas relaciones con la altura de los árboles mapeados en la aplicación, temperatura ambiental y precipitación. Hemos encontrado evidencia de la relación entre la pérdida de cobertura forestal, aumento de precipitaciones en zonas cálidas, cambio en las zonas de vida y cambio en la temperatura ambiental, que contribuye a generar hábitats propicios para estos vectores a diversas alturas sobre el nivel del mar, hecho que no ocurría anteriormente.

Además, derivado de estas observaciones se diseñó un repelente en base a plantas nativas y no nativas, donde se evalúa su efectividad por diversos métodos con apoyo del grupo de STEM especialistas del proyecto y del Laboratorio de Investigación de Plantas Nativas de la Universidad de San Carlos.

Introducción

Guatemala se encuentra en Centro América, es un país con amplia vocación forestal, siendo el 4to. País más vulnerable a los efectos del cambio climático siendo además un sistema bioceánico contando con costa en el Océano Atlántico y Océano Pacífico. (Oglesby & Rowe, n.d.)

En los últimos 70 años Guatemala ha perdido más del 60% de cobertura forestal, (URL y IARNA, 2009) lo que ha contribuido a cambios significativos de temperatura ambiental y precipitaciones, con variaciones climáticas relacionadas también al la Oscilación conocida como El Niño Southern Oscillation ENSO o Fenómeno del Niño y Niña, relacionado a la elevación de temperaturas de superficie de mar y fenómenos climáticos extremos de lluvia y sequía. (C. Wang, 2018) En ese sentido, utilizar los datos de bases de datos nacionales y los datos de ciencia ciudadana recopilados a través del uso de protocolos GLOBE (Hayden et al., 2019) permite hacer comparaciones y estimaciones de largo plazo para contribuir a la efectiva toma de decisiones y mejorar las condiciones de vida de los habitantes por medio de relaciones virtuosas con el medio ambiente.

En el año 2023, en Guatemala se presentó un brote de Dengue que rebasó los límites históricos de la incidencia de esta enfermedad. (Ponciano et al., 2019). En ese sentido es de interés estudiar las relaciones entre la cobertura forestal y la incidencia de mosquitos por medio del uso de los protocolos GLOBE que permitan identificar relaciones entre estas variables y contribuir a soluciones efectivas en el país. En Guatemala se han detectado coinfecciones de Dengue, Zika y Chikunguya en pacientes que han sufrido 2 o 3 de estas enfermedades simultáneamente, al ser picados por varios mosquitos en el mismo período de tiempo. (Edwards et al., 2016) Guatemala presenta un problema de subregistro en el sistema de salud, atribuido a diversas causas, siendo un país de 16 millones de habitantes, (Tercero, 2023) un brote de más de 73,000 casos de Dengue es preocupante, por lo que el ministerio de salud ha declarado una emergencia sanitaria. (MSPAS, 2024).

El Dengue es parte de las enfermedades causadas por flavivirus denominados Arbovirus transmitidos por artrópodos en este caso los vectores de la enfermedad son los mosquitos siendo hematófagos, el método de transmisión es a través de la picadura de mosquito. (Huang et al., 2014) Por esta razón, dentro de los objetivos de la investigación se encuentra diseñar un repelente, efectivo, eficaz de bajo costo, que permita prevenir la picadura de mosquitos para así proteger la salud de los habitantes, al mismo tiempo que se pretende crear materiales de divulgación para concientizar sobre la necesidad de eliminar los hábitats de estos mosquitos.

Esto aunado a la Campaña de Observación de Árboles en América Latina GLOBE LAC Árboles en América Latina, nos permite conocer especies de árboles, sus características y por medio de la investigación identificar las zonas donde existen aún árboles que funcionan como repelentes naturales, que pueden ser utilizados para elaborar repelentes en base a plantas nativas y no nativas, en zonas donde las condiciones socioeconómicas o de acceso limitan el poder adquirir repelentes comerciales que causan daños al ambiente y salud de los humanos. En el International Virtual Science Symposium -IVSS- del año 2024, los jóvenes presentaron Repelente casero para prevenir enfermedades como Zika, Dengue y Chikunguya, con una formulación anterior. Este repelente lo presentaron en la Feria del Medio Ambiente en junio 2024 al Sr. Embajador de Estados Unidos Tobin Bradley y el equipo de la Sección de Asuntos Públicos de la Embajada de Estados Unidos en Guatemala. Además, presentaron su trabajo en las Jornadas Académicas de la Didáctica de las Ciencias JADC 2024 en el Instituto Politécnico Nacional de

México, fortaleciendo sus capacidades blandas de comunicación y sus competencias de investigación.

Durante esta investigación, los participantes conformaron un equipo diverso, con estudiantes de 12 años a 28 años, desde 6to año de primaria hasta pregrado de licenciatura, de manera que el equipo conformado además está disperso en el país, siendo de varias escuelas, dándole a este proyecto un valor adicional, de la colaboración entre escuelas y regiones para combatir el problema y encontrar juntos una solución.

Este equipo cuenta con un GLOBE Teacher (Magdalena Waleska Aldana Segura) y un GISN Scientist (Julián Félix) que han invitado a un grupo de expertos y especialistas para asesorar a los jóvenes participantes, de esa manera se sumaron como STEM Especialistas una Ingeniera Química (Miriam Pinillos), un Ingeniero Agrónomo (César Guzmán), una Química Bióloga (Zully Morales) y como expertos invitados para consultas y dar conferencias a los jóvenes sobre los temas específicos de plantas nativas y compuestos a partir de extractos naturales, efectividad de los repelentes un Biólogo (Armando Cáceres) y una Médico con Maestría en Salud Pública y experiencia en epidemiología (Flor de María Castillo). De esta manera fortalecen al equipo de jóvenes un equipo multidisciplinario.

De esta investigación se ha evidenciado la necesidad de contar con campañas de educación ambiental, derivado que en los resultados se ha encontrado que los hábitats de los mosquitos en cuestión son mayoritariamente contenedores de basura expuestos a la intemperie, basura, desechos mal manejados primordialmente, por lo que campañas de sensibilización ayudarían en el combate a esta problemática.

De los resultados también han encontrado una relación entre la pérdida de cobertura forestal, por diversas razones, como tala inmoderada, incendios forestales, expansión de la frontera agrícola, uso de leña en los hogares, y otros (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2018) y la incidencia de mosquitos en zonas boscosas superiores a los 1,800 msnm. Esta relación también se evidencia en los cambios de temperatura y precipitación relacionados a la pérdida de cobertura forestal, confirmando la hipótesis de trabajo inicial, donde se plantearon, ***La disminución de la cobertura forestal afecta las variables climáticas como temperatura y precipitación, de manera que crea ambientes propicios para la proliferación de vectores transmisores de arbovirus, en particular Dengue, Zika y Chikunguya.***

Además, este informe constituye un informe preliminar, donde se encuentra en proceso de evaluación la efectividad del repelente, donde en la formulación original se basa en laurel, clavo, vinagre y té de limón, considerando que todas son plantas naturales y que no presentan toxicidad para los humanos o los animales. Este proceso se terminará en noviembre del año 2024 previo a la presentación de esta investigación ante el IVSS.

Queremos agradecer a los expertos que nos han acompañado en el proceso Julián Félix, Miriam Pinillos, César Guzmán, Zully Morales y como invitados Armando Cáceres y Flor de María Castillo y por el apoyo recibido desde la Coordinación de GLOBE LAC a través de Mariana Savino y Andrea Ventoso, quienes permitieron que los jóvenes participaran de los talleres de capacitación en Protocolos GLOBE y en la Campaña de Árboles en América Latina. Además, agradecemos a Russane Low por compartir con nosotros el taller de entrenamiento del protocolo Mosquito hábitat Mapper y valiosos datos y consultas que hemos efectuado de manera personal. Agradecemos el apoyo recibido de la Embajada de Estados Unidos en Guatemala por el apoyo al programa STEAM y a la Embajada de Estados Unidos en Costa Rica por los materiales para el protocolo de Mosquito Hábitat Mapper.

Preguntas de Investigación e Hipótesis:

Desde el año 2022, el equipo de investigación conformado por estudiantes que participan del STEAM Program se ha interesado en la incidencia de vectores transmisores de arbovirus. Éstos son el conjunto de virus transmitidos por artrópodos hematófagos como mosquitos y garrapatas y el equipo realiza la investigación con especial interés en enfermedades como Dengue, Zika y Chikunguya derivado de la emergencia sanitaria en Guatemala y la región mesoamericana. El equipo participa de la Campaña regional de Observación de Árboles en América Latina promovida por GLOBE (Global Observations for the Benefit of the Environment) y derivado de esto su interés en la presente investigación ha surgido planteándose las siguientes preguntas de investigación

- a. ¿A partir de la información de GLOBE Data Tool, MyNASADData, las fuentes oficiales de Salud y bosques es posible identificar las zonas con pérdidas de cobertura forestal y cómo esto incide en la temperatura ambiental y por ende en la proliferación de mosquitos?
- b. ¿A partir de la experiencia, datos de GLOBE Observer y otras bases, es posible diseñar un mejor repelente de mosquitos, de bajo costo, que utilice plantas nativas y no nativas que no perjudiquen el ambiente ni a los humanos?
- c. ¿Es posible elaborar materiales de divulgación con base a la información obtenida que puedan sensibilizar a la población y contribuir a la erradicación de los hábitats de mosquitos transmisores de estas enfermedades?

Con estas consideraciones, se plantea la hipótesis de trabajo para la presente investigación

La disminución de la cobertura forestal afecta las variables climáticas como temperatura y precipitación, de manera que crea ambientes propicios para la proliferación de vectores transmisores de arbovirus, en particular Dengue, Zika y Chikunguya.

Objetivos

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se plantean los siguientes objetivos de investigación

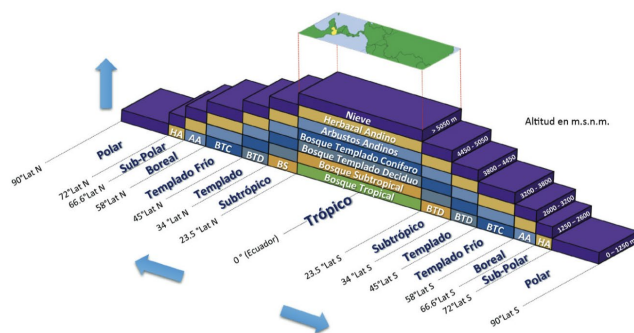
- a. Realizar una investigación documental y de las bases de datos para establecer relaciones de pérdida de cobertura forestal y el aumento de la incidencia de vectores transmisores de arbovirus como Dengue, Zika y Chikunguya para comprender el fenómeno del brote que ha causado una emergencia nacional.
- b. Analizar los datos obtenidos de las bases de datos oficiales, MyNASADData y GLOBE Observer para diseñar un repelente de mosquitos de bajo costo, utilizando plantas nativas y no nativas, sin perjudicar el medio ambiente ni a los humanos con alta efectividad contra los vectores transmisores de Dengue, Zika y Chikunguya.
- c. Elaborar materiales de divulgación que puedan acompañar la distribución gratuita del repelente para contribuir a la erradicación de los hábitats de los mosquitos transmisores de estas enfermedades.

Revisión de Literatura

Cobertura Forestal

De esta manera, dadas las particularidades del país, según el modelo de Holdridge de acuerdo con la altitud y latitud se establecen zonas de vida, de manera que la clasificación para Guatemala queda de acuerdo con este modelo según la Ilustración 1. Guatemala se presenta como uno de los países megadiversos a nivel mundial, por lo que la protección de su cobertura forestal, suelos y cuerpos de agua constituye una prioridad nacional.

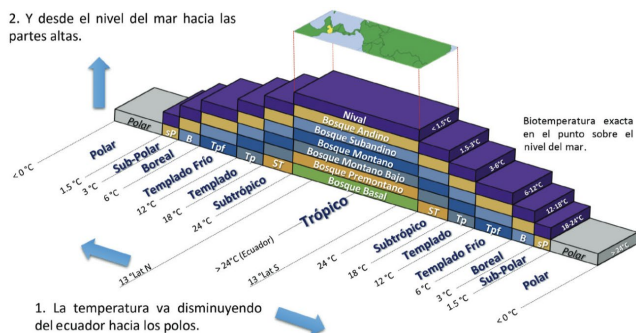
Ilustración 1 Relación altitudinal y latitudinal entre clima y tipos de vegetación, según Hansen



Fuente: (Pérez Irungray et al., 2018)

Sin embargo, esta distribución también afecta a las formaciones boscosas según el modelo de Holdridge

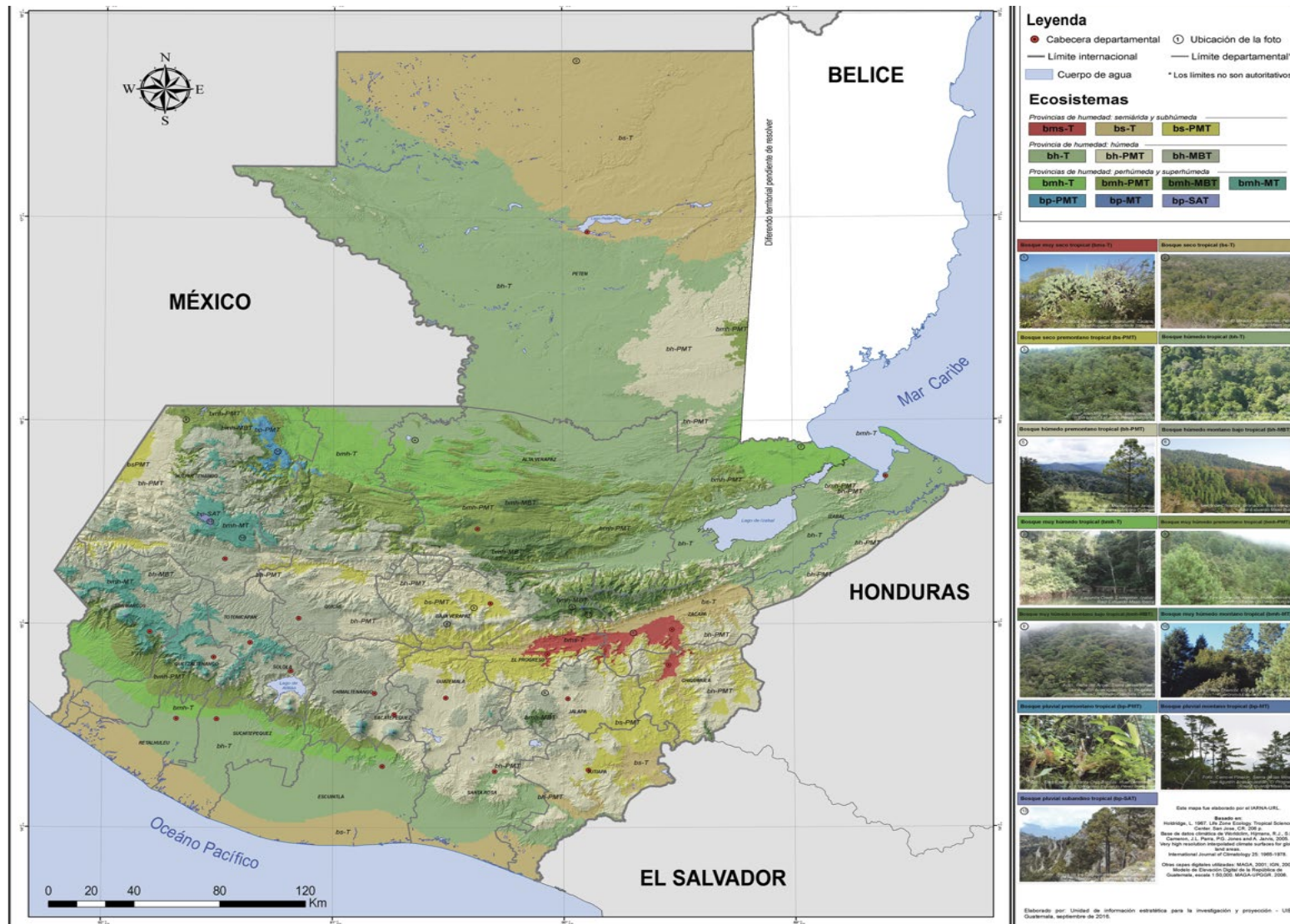
Ilustración 2 Esquema de distribución de los grandes climas y formaciones boscosas, según Holdridge



Fuente (Pérez Irungray et al., 2018)

La estimación de la biotemperatura en Guatemala se establece de acuerdo con los modelos propuestos por Lugo (Murphy & Lugo, 2010) sin embargo derivado que la temperatura promedio en Guatemala no se registra menor a 0°C ni superior a 30°C la biotemperatura se estima igual a la temperatura promedio. De esta manera, es posible clasificar las zonas de vida de acuerdo con el Modelo de Holdridge para Guatemala de acuerdo con estas características del terreno.

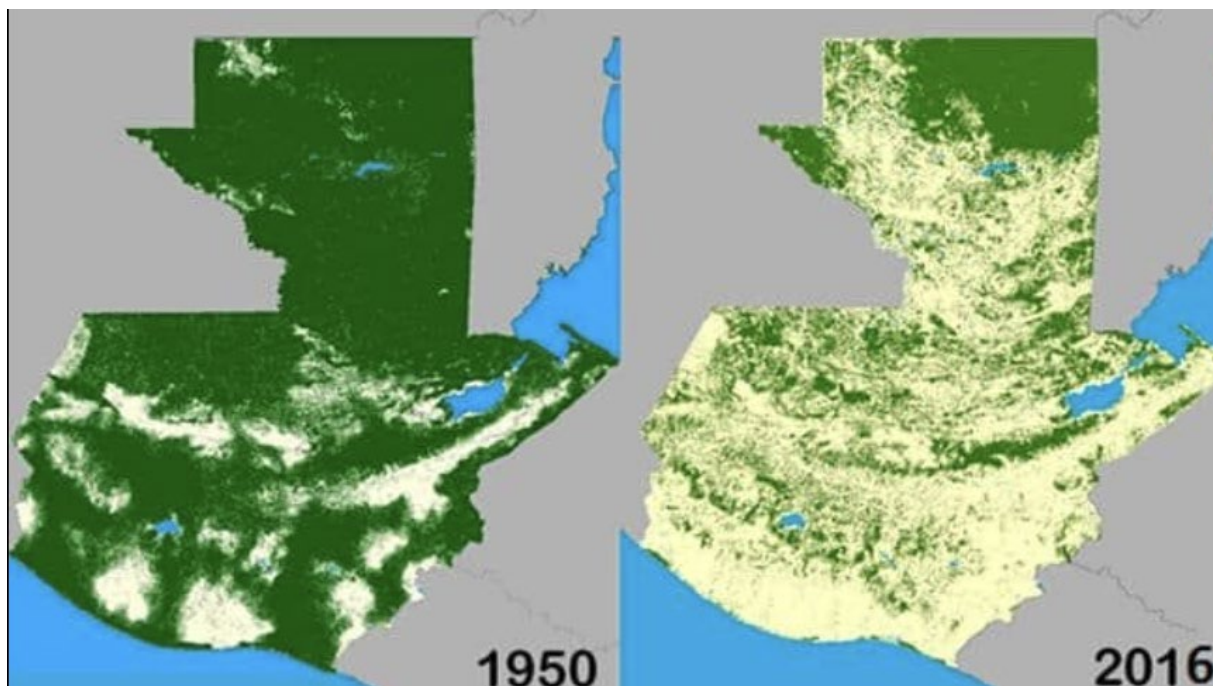
Ilustración 3 Zonas de vida de acuerdo con la clasificación de Holdrige



Fuente: IARNA

En ese sentido, la pérdida de cobertura forestal en Guatemala desde el año 1950 es monitoreada por el Instituto Nacional de Bosques, y el instituto de Investigaciones Ambientales de la Universidad Rafael Landívar IARNA- (IARNA-URL & Gálvez, 2012)

Ilustración 4 Pérdida de cobertura forestal de 1950 a 2016 Guatemala (IARNA, 2016).



Fuente: INAB

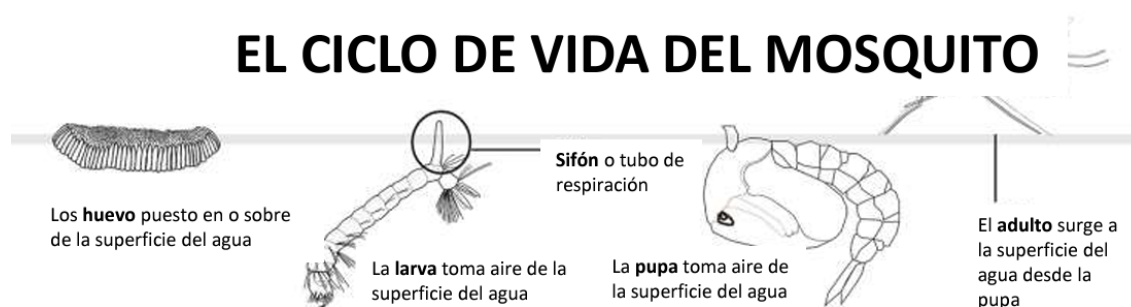
Sin embargo, esta dinámica ha respondido a las oscilaciones del Fenómeno del Niño (ENSO) a la variabilidad climática, la deforestación y la expansión de la frontera agrícola.

Arbovirus y mosquitos

Los arbovirus son el conjunto de enfermedades producidas por los artrópodos (mosquitos y garrapatas entre otros). Esta clasificación no es una clasificación oficial, el género es flavivirus, cuando son los virus asociados a las enfermedades hemorrágicas, sin embargo, para facilidad de comprensión continuaremos explicando sobre las características de los arbovirus transmitidos por artrópodos. (Huang et al., 2014) Éstos son transmitidos por los vectores (los artrópodos hematófagos). Las hembras de la especie son las que se alimentan de sangre de los humanos para poder alimentar a sus crías. Sin embargo, si están contaminadas por el parásito portador de la enfermedad (Ellwanger et al., 2021) transmiten la misma a un huésped humano.

Los mosquitos constituyen la mayor amenaza sobre los humanos, más que cualquier otro depredador, ya que son capaces de transmitir mortales enfermedades que toman la vida de más de 725,000 personas a nivel mundial cada año, en comparación los tiburones producen ataques mortales en números de 1 o 2 por año. Los huevos de mosquito pueden sobrevivir hasta un año en condiciones secas. El mosquito presenta un ciclo de vida como el que se ve en la ilustración

Ilustración 5 Ciclo de vida del mosquito



Fuente: Mosquito Mapper training GLOBE

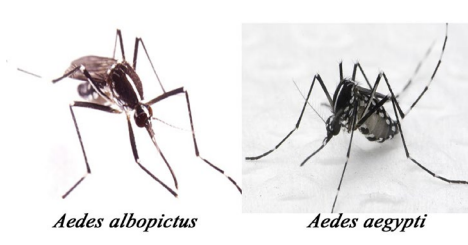
De los tipos de mosquitos, Aedes, Anopheles y Culex, el Aedes será de nuestra atención derivado que es el que puede transmitir los patógenos de Zika, Dengue y Chikunguya enfermedades presentes en Guatemala. Estos mosquitos no son endémicos de Guatemala, han migrado desde Asia en particular, desde la época de la colonia y con mayor auge en el siglo XVIII por la actividad migratoria y comercial. (Roy & Bhattacharjee, 2021)

Recientemente y derivado de la variabilidad climática la oscilación conocida como el Niño y Niña (El Niño Southern oscillation) se denomina así porque su aparición se ha relacionado con las fiestas de fin de año. Constituye un ciclo de enfriamiento y calentamiento de la superficie de mar de manera que afecta los monzones en el sur de Asia y los Huracanes en el Pacífico occidental. Se establece como una firma de calor distintiva de acuerdo con esa temperatura y provoca mayor o menor precipitación de acuerdo con su ciclo. (C. Wang, 2018; G. G. Wang et al., 2023)

El dengue es una enfermedad viral que produce fiebre moderada a severa, dolor de cuerpo y en algunos casos provoca problemas gastrointestinales. (Khan et al., 2023) Es causado por el virus DENV donde existen 4 variantes de este serotipo DENV1, DENV2, DENV3, y DENV4. (Musso & Desprès, 2020) El serotipo DENV2 es responsable de la variante de Dengue hemorrágico. Se ha identificado un quinto tipo DENV5 llamado Dengue de la selva que no se ha identificado actualmente en Guatemala. (Murray et al., 2013)

Las estrategias de control del Dengue, Zika y Chikunguya en Guatemala se basan en la eliminación de hábitats por medio de campañas de sensibilización y educación a la población. (Signor et al., 2020) En particular en Guatemala se han encontrado coinfecciones de Chikunguya, Dengue y Zika, haciendo la identificación más compleja en zonas donde no se cuenta con pruebas PCR. (Edwards et al., 2016) En Guatemala, derivado de las condiciones climáticas, los brotes de dengue se consideran cíclicos (con ciclos de 10 años) y estacionales, con las primeras lluvias se inicia la acumulación de agua en contenedores artificiales, los cuales son los predilectos por el mosquito Aedes (Aegypti o Albopictus) ambos presentes en Guatemala, pero siendo el que se encuentra con mayor frecuencia el Aedes Aegypti. (Ponciano et al., 2019)

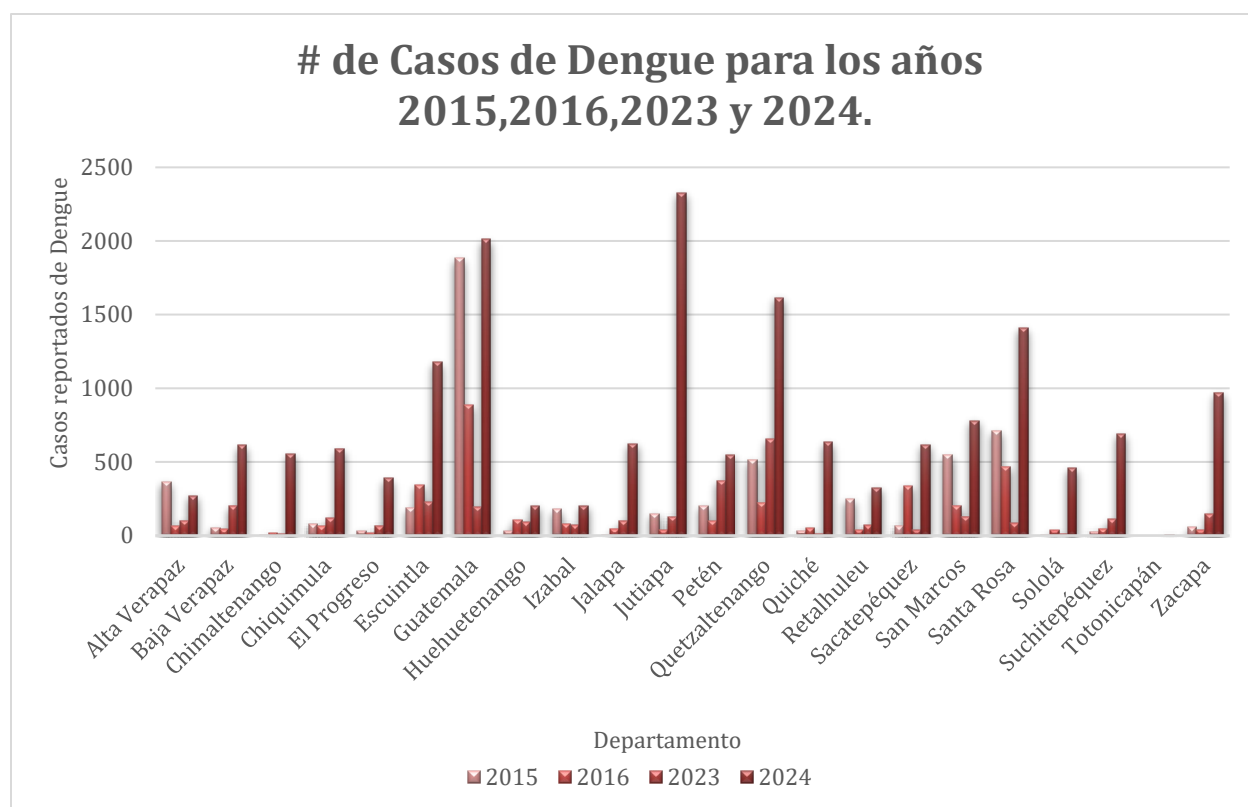
Ilustración 6 Mosquito *Aedes Albopictus* y *Aedes Aegypti*



Fuente: www.dgeip.edu.uy)

El número de casos por departamento para los años 2015, 2016, 2023 y 2024 muestra claros incrementos en la incidencia de Dengue en departamentos que han presentado pérdida de cobertura forestal.

Ilustración 7 Número de Casos de Dengue para los años 2015-2016, 2023-2024 por departamento



Fuente: elaboración propia en base a datos de MSPAS

Repelentes de mosquitos

En el mercado se encuentran varios repelentes de mosquitos algunos comerciales en base principalmente a químicos como DEET (N, N-diethyl-meta-toluamide), Picaridin, IR3535, o para-menthane-diol (PMD) (Luker, 2024) y otros en base a plantas naturales como el té de limón. (Yuan et al., 2019)

Durante la investigación, se investigaron los casos del control de mosquitos durante la construcción del Canal de Panamá (Sutter, 2007) así como los casos de control en parques recreativos o eventos olímpicos. (Demirak & Canpolat, 2022; Jones et al., 2021)

Además, el repelente de mosquitos natural presenta varias ventajas sobre los repelentes comerciales, en particular, con personas sensibles a los componentes insecticidas, y el impacto sobre otros polinizadores como abejas y mariposas al utilizar estos compuestos químicos. (Demirak & Canpolat, 2022) Se ha establecido, además, la adaptabilidad de los mosquitos a ciertos componentes y (Gan et al., 2021) de tal manera que repelentes de bajo costo, adaptables pueden tener mayor éxito para prevenir la picadura de estos insectos al mismo tiempo que es necesario concientizar a las poblaciones en la eliminación de hábitats de los mosquitos. (Herre et al., 2022; Suárez & Fleming, 1986)

En la revisión bibliográfica algunas plantas nativas y no nativas han mostrado alta efectividad en su acción repelente, entre ellas, ajo, laurel, tomillo, té de limón, clavo de olor, citronela, salvia y otras. (Santos et al., 2021) El objetivo de elaborar un repelente es precisamente evitar la picadura del mosquito sin afectar la salud del huésped o de su entorno, (Daflon et al., 2021) de tal manera que los mosquitos no se acerquen, pero no son eliminados, ya que también constituyen parte de los polinizadores y ante la crisis mundial derivada del cambio climático es necesario asegurar el proceso de polinización. (Anoopkumar & Aneesh, 2022)

En la actualidad dos tipos de repelentes son mayormente utilizados, (Luker, 2024)

- a. Repelentes de contacto (al entrar en contacto directo con la sustancia el mosquito no procede a picar o se aleja, son lociones o aerosol)
- b. Repelentes espaciales (evitan que los mosquitos se acerquen como aerosoles, aromáticos)

También se promueve la ingesta de cierto compuestos y en particular vitamina B12 para promover la repelencia natural en los humanos. (Parsons et al., 2022) (Moreno-Gómez et al., 2021)

Ambos tipos de repelentes tienen ventajas y desventajas. Para evaluar la efectividad de los repelentes y utilizan varios métodos entre ellos

- a. Ensayos de repelencia sin fuente de atracción: se colocan mosquitos hembra y se evalúa el comportamiento en la presencia o no de un repelente a evaluar
- b. Ensayos de tubo donde se evalúa el comportamiento de los mosquitos ante la presencia de repelentes en una cavidad cerrada
- c. Ensayos de Proximidad: se colocan mosquitos en una caja con cedazo y se acerca con una pipeta un filtro con la preparación repelente
- d. Ensayo de cámara cerrada: se utiliza una cámara cerrada con repelente con un extremo que lleva a una cámara sin repelente, se evalúa el número de mosquitos que permanecen en la cámara con repelente.
- e. Repelencia con fuentes atractivas para establecer repelencia espacial: se agrega a una cámara CO₂ como fuente de atracción al mosquito o se instala una cámara donde se puede colocar un sujeto de prueba (se inserta la mano de un voluntario) para establecer si al colocarle una loción o aerosol repele los mosquitos.

En estas pruebas se calcula la eficiencia por medio de la ecuación

$$\frac{\# \text{mosquitos presentes en la cámara (con o sin atractor)}}{\# \text{de mosquitos totales}} \times 100$$

No existe un repelente infalible a la picadura de mosquitos, diversos elementos afectan su efectividad, vitamina B12 presente en la sangre del individuo, tiempo de aplicación del repelente si es tópico, humedad y temperatura del ambiente y otras variables. Los mosquitos tienen la capacidad de adaptarse a repelentes naturales o comerciales, lo que también influye en la efectividad de los productos.

En ese sentido varias plantas medicinales pueden proveer una solución efectiva en el combate de estos mosquitos. Entre ellas, laurel, clavo de olor, ajo y otros pueden ser altamente efectivos. (USAC, 2013) Otros repelentes utilizados se basan en lavanda, albahaca, Aceite de Neem, Árbol de Té, Eucalipto, mezclas de limón y clavo de olor.

Mecanismos de acción vegetal contra mosquitos

Diversos mecanismos de acción se han investigado de los elementos vegetales frente a los mosquitos. Esto tiene el objetivo de disminuir el uso de pesticidas comerciales como el DEET y utilizar sustancias naturales, amigables con el medio ambiente y con una toxicidad reducida. Muchos de los compuestos en los repelentes e insecticidas comerciales están prohibidas por su acción sobre los cuerpos de agua, sin embargo, su uso aún es indiscriminado, causando daños a ecosistemas, flora y fauna. (Mauff et al., 2023)

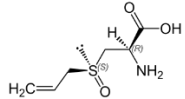
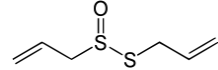
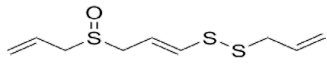
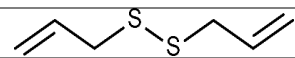
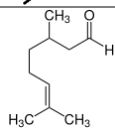
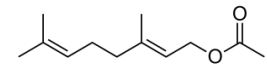
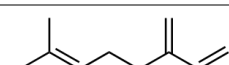
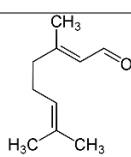
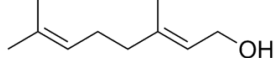
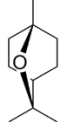
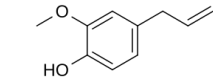
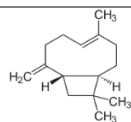
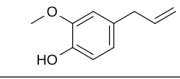
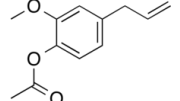
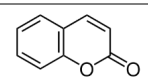
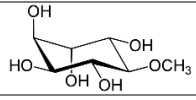
En ese sentido el mecanismo de acción de estos compuestos vegetales se puede describir como (Ganesan et al., 2023)

- a. Larvicida
- b. Pupicida
- c. Insecticida
- d. Repelente
- e. Inhibidor de alimentación
- f. Inhibidor de ovoposición
- g. Inhibidor de enzimas
- h. Neurotoxicidad
- i. Acciones sobre la regulación del crecimiento de insectos

Plantas medicinales con acción repelente/insecticida de interés para esta investigación

Se ha investigado plantas nativas de fácil acceso a las poblaciones vulnerables en la región mesoamericana, de esa cuenta se han seleccionado 5 plantas que pueden contribuir a la efectividad de una sustancia repelente/insecticida para combatir la incidencia de Dengue, Zika y Chikunguya a partir del combate al mosquito *Aedes Aegypti* y *Aedes Albopictus*.

Tabla 1 Plantas y su actividad sobre mosquitos *Aedes*, *Anopheles* y *Culex*, compuesto químico principal y estructura orgánica del compuesto

Planta común, científico	Nombre	Actividad			Compuesto químico principal	Estructura orgánica del compuesto principal		
		Aedes Aegypti y Albopictus	Anopheles	Culex				
Ajo, <i>Allium sativum</i>		Larvicida	Insecticida	Insecticida	Aliina			
		Insecticida			Alicina			
		Adulticida			Ajoeno			
		Ovoposición repelente			Dialil Disulfuro			
Té de limón <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.		Repelente	Repelente	Larvicida	Citronelal			
		Larvicida			Acetato de Geranilo			
					Mirceno			
					Citral o geranial			
					Geraniol			
Laurel <i>Laurus nobilis</i> L.		Larvicida	Larvicida	Repelente	1,8-cineol			
		Repelente			Repelente	Repelente	Eugenol	
Clavo de Olor <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr & L.M. Perry		Pupicida	Larvicida	Larvicida	β-Cariofileno			
		Repelente			Repelente	Repelente	Eugenol	
		Larvicida					Acetato de Eugenilo	
Madrecacao <i>Gliricidia sepium</i> (L.) Sarg.		Larvicida	Larvicida	Larvicida	Cumarina			
		Repelente			Repelente	Repelente	Pinitol	

Fuentes: Imágenes tomadas de Wikipedia con licencia Creative Commons.

Materiales y Métodos

La siguiente investigación utilizará metodología mixta de investigación, cualitativa y cuantitativa.

Fuentes de información

Para la presente investigación utilizaremos series de datos de 20 años de GLOBE, 20 años de MyNASADData, 30 años de Datos de IARNA-MAGA, 10 años de datos de MSPAS y los últimos 5 años recopilados por los usuarios de GLOBE Observer en Guatemala

- a. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS
- b. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA
- c. Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología IARNA
- d. Worldcover maps del Satélite SERVIR <https://esa-worldcover.org/en>
- e. Datos recopilados por los participantes vía la aplicación GLOBE OBSERVER
- f. Datos recopilados de las bases de Datos de GLOBE Data advanced data Access tool
- g. My NASA y GLOBE data.
 - Atmosfera - <https://mynasadata.larc.nasa.gov/globe-connections/globe-atmosphere-protocols-related-esde-datasets>
 - Biosfera - <https://mynasadata.larc.nasa.gov/globe-connections/globe-biosphere-protocols-related-esde-datasets>
 - Hidrósfera - <https://mynasadata.larc.nasa.gov/globe-connections/globe-hydrosphere-protocols-related-esde-datasets>

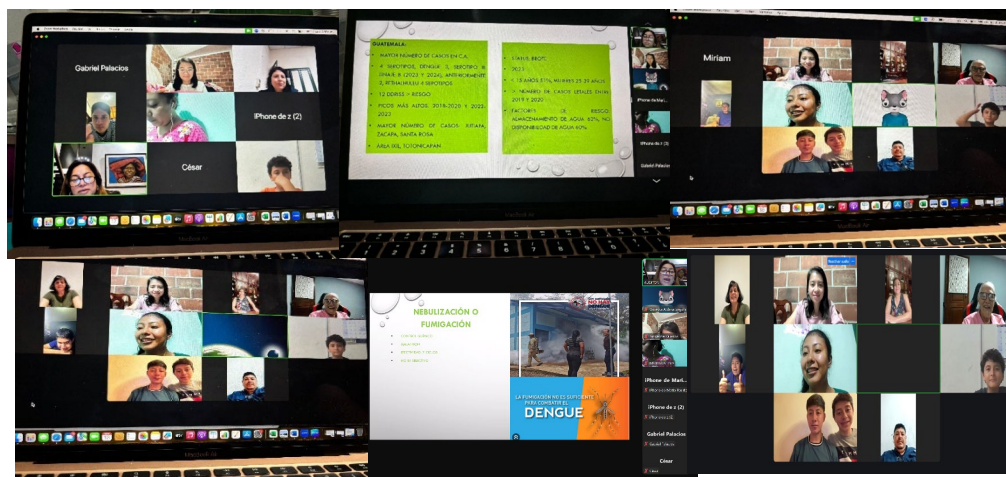
Actividades a realizar con expertos

Dentro de las actividades a realizar se realizan entrevistas y conferencias con expertos para profundizar los temas a medida que avanza la investigación, entre ellos

- a. Dr. Armando Cáceres, reconocido Biólogo en el laboratorio Nacional de Especies Nativas de Guatemala LIPRONAT, ganador de la Medalla Nacional de Ciencia y Tecnología, conferencia de plantas nativas, no nativas y su capacidad de repelencia/insecticida contra los vectores de arbovirus 18 de septiembre y pendiente visita a LIPRONAT y FARMAYA donde es consultor y Presidente de la Junta directiva.
- b. Dra. Flor de María Castillo, Máster en Salud Pública y experta en epidemiología Ing. César Guzmán, conferencia epidemiología del Dengue en Guatemala, 17 de septiembre de 2024.
- c. Ingeniero Agrónomo con especialidad forestal, conferencia Identificación de árboles en Guatemala, tipos y características el día 13 de septiembre
- d. Dra. Zully Morales, Químico Biólogo con experiencia en identificación vía PCR de los arbovirus, contribución sobre los aspectos de detección de arbovirus
- e. Inga. Miriam Pinillos, Ingeniera Química con experiencia en caracterización de sustancias, apoyo para la elaboración de la tintura y revisión de informes.
- f. Dr. Julián Félix del laboratorio Internacional de Partículas Elementales Universidad de Guanajuato, aspectos físicos a considerar de la meteorología, revisión de informes.

Están programadas visitas técnicas a dos laboratorios reconocidos LIPRONAT (Laboratorio de Investigación de Productos Naturales) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y a FARMAYA laboratorio comercial establecido. En estas visitas se busca que los participantes de la investigación conozcan más sobre los procesos de maceración, extracción de aceites naturales, caracterización de sustancias, cromatografía de capa fina y mezcla de compuestos para elaborar un repelente seguro, efectivo y de bajo costo.

Ilustración 8 Fotografías de las conferencias con expertos a la fecha, Dra. Flor Castillo MSc en Salud Pública y Dr. Armando Cáceres experto en plantas nativas, Biólogo



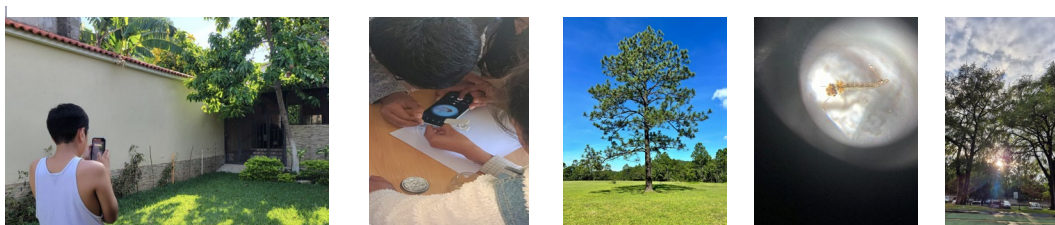
Fotografía: JPalacios.

Protocolos GLOBE Utilizados

Se utilizan los datos recopilados por GLOBE Observer con los participantes de la investigación y datos históricos de la aplicación con los siguientes protocolos

- Árboles: medición de altura¹ <https://observer.globe.gov/do-globe-observer/trees>
- Mosquito Habitat Mapper: identificación de larvas y sitios de hábitat.² <https://observer.globe.gov/toolkit/mosquito-habitat-mapper-toolkit>

Ilustración 9 Estudiantes utilizando los protocolos GLOBE de Mosquito hábitat mapper y de árboles



Fotografías: Z. Morales, M. Armira, J. Palacios, W. Aldana

¹ <https://globeperu.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/03/3globe-arbol-1.pdf>

² <https://observer.globe.gov/do-globe-observer/mosquito-habitats>

Ubicación de la investigación y Temporalidad

La investigación se realiza en 4 puntos de Guatemala separados entre sí con características propias y diferentes alturas sobre el nivel del mar.

Tabla 2 Localidades de investigación

Lugar	Altura sobre el nivel del mar (msnm)	Longitud	Latitud	Distancia a la Ciudad de Guatemala (Km)
Huehuetenango, Huehuetenango	1,875 (segundo sitio a 3,200 msnm)	15°19'11" N	91°20'11" W	269
San Martín Jilotepeque, Chimaltenango	1,787	14°46'50" N	90°47'50" W	65
Ciudad de Guatemala, Guatemala	1,493	14°35'51" N	90°33'31" W	0
Chiquimula, Chiquimula	472	14°47'57" N	89°33'55" W	170

Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth

Ilustración 10 Puntos de investigación



Fuente: elaboración propia en ARCGIS Story

La investigación se ubica en 4 puntos del país, de manera que hemos establecido tomar muestras en el occidente, centro y oriente según las ubicaciones siguientes

Cronograma

La investigación se realiza de agosto 2024 a enero 2025.

Actividad	Ago	Sep	Oct	Nov	Dici
Sesión inicial para planificar el proyecto					
Entrenamiento en GLOBE OBSERVER					
Webinars de la Campaña de Árboles					
Investigación documental					
Investigación de plantas nativas con expertos					
Elaboración de repelentes de mosquitos					
Pruebas de efectividad de los repelentes de mosquitos					
Identificación de larvas de mosquitos					
Mediciones de árboles con GLOBE Observer					
Elaboración de informe preliminar					
Elaboración de informe para reunión regional GLOBE LAC					
Visita Preliminar a FARMAYA y LIPRONAT					
Participación de la Reunión regional GLOBE LAC					
Visita a LIPRONAT					
Entrevistas a expertos					
Elaboración de materiales de divulgación					
Elaboración de informe final para presentación en IVSS, video, poster					

Tratamiento de datos

Durante esta investigación se ha cuidado no revelar información personal de los participantes, en particular de menores de edad, por lo que Nombre completo (a excepción de los que presentan la investigación) dirección, y otros datos personales se encuentran a resguardo.

Todas las tablas originales están disponibles en el Apéndice de este informe.

Alcances, Limitaciones y Obstáculos

El presente estudio es preliminar, con datos a la primera quincena de septiembre. Se continuará la investigación donde hay actividades en proceso para la presentación del informe final en enero 2025 a IVSS.

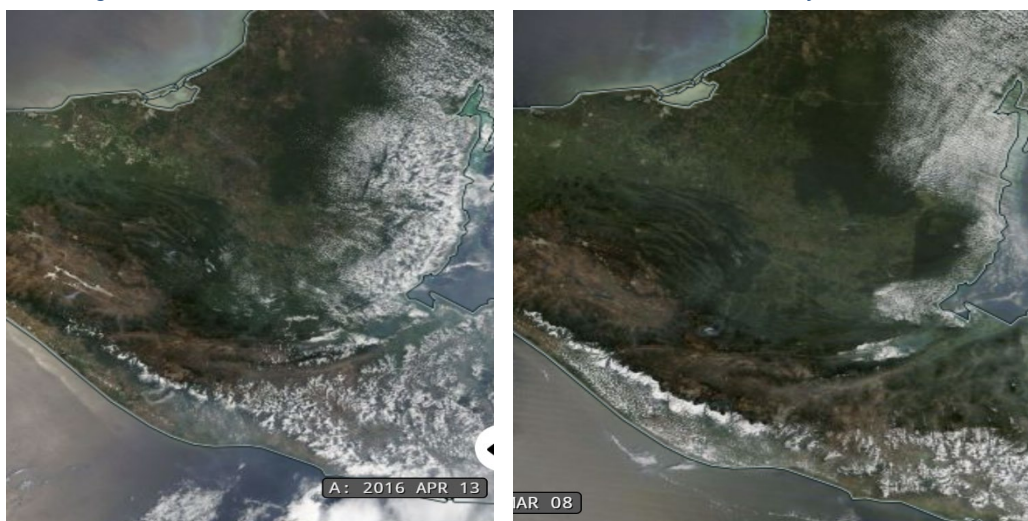
Actividades en proceso o pendientes de realizar

- Caracterización de la nueva fórmula de repelente/insecticida por medio de cromatografía de capa fina
- Prueba de disolvente del repelente
- Prueba de efectividad larvicida-repelencia del repelente contra *Aedes Aegypti* por varios métodos (acercamiento, repelencia espacial)
- Toma de datos de árboles
- Toma de datos de larvas de mosquito
- Investigación sobre la repelencia de ciertos árboles en plantaciones nativas
- Elaboración de materiales de divulgación
- Análisis de datos
- Conclusiones

Resultados

Actualmente la cobertura forestal ha mostrado un ligero incremento en algunas regiones. gracias a la estrategia de incentivos forestales, sin embargo, de acuerdo con las fotos de Satélite (SERVIR) (Flores et al., 2018) podemos apreciar la cobertura al año 2023.

Ilustración 11 Fotografía de Satélite sobre cobertura forestal en Guatemala año 2016 y año 2024 Nasa Worldview

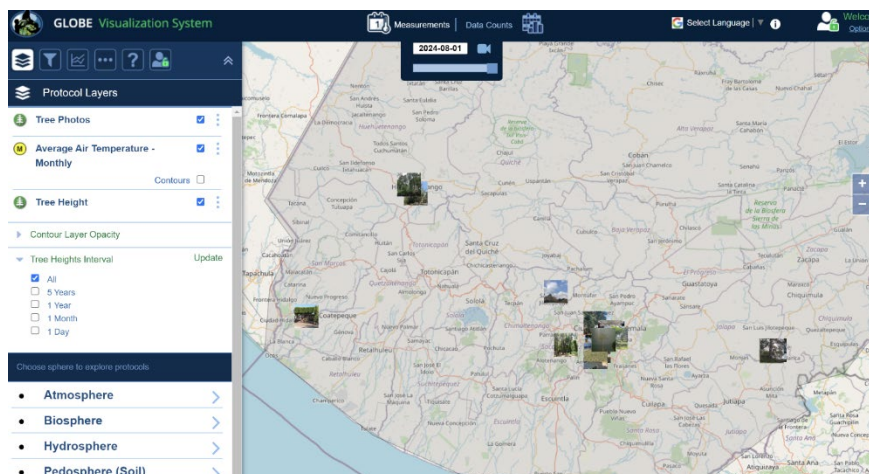


Fuente: NASA Worldview

Pequeñas variaciones en la cobertura forestal son perceptibles en las imágenes de satélites tomadas de NASA Worldview.

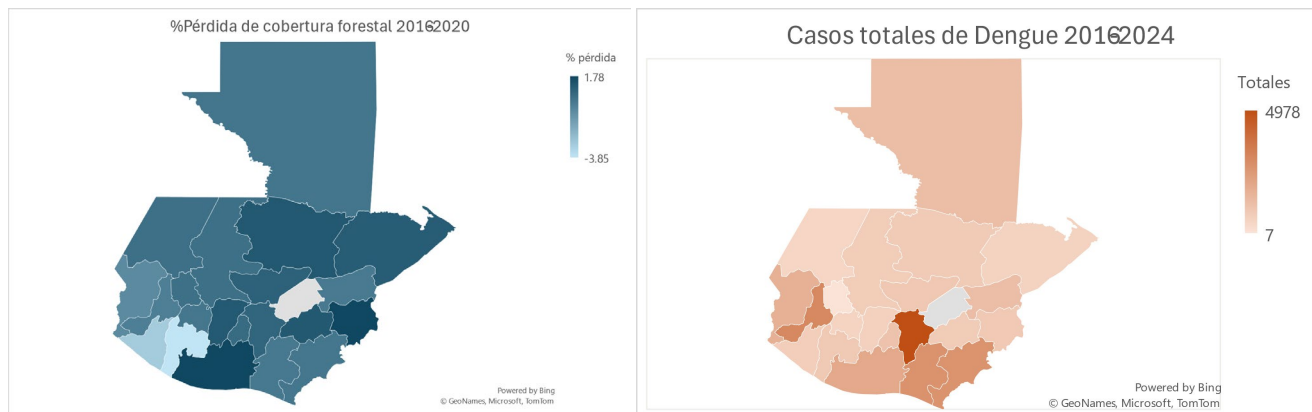
De los datos de Advanced Data Tool de GLOBE Observer podemos ver algunas fotografías y datos de árboles, sin embargo, no se cuenta con suficientes datos a la fecha. Se cuenta con 136 datos, pero algunos de ellos corresponden al entrenamiento brindado por Mariana Savino y Andrea Ventoso en septiembre del año 2023, donde hay alturas de árboles de 0.2m. Continuaremos la investigación hasta diciembre 2024.

Ilustración 12 localización de las mediciones de GLOBE Observer vía GLOBE Visualization System



De la siguiente gráfica se puede apreciar que existe una relación entre la temperatura del aire, el índice de vegetación y la precipitación, donde al incrementar el índice de vegetación disminuye la temperatura y se incrementan las precipitaciones.

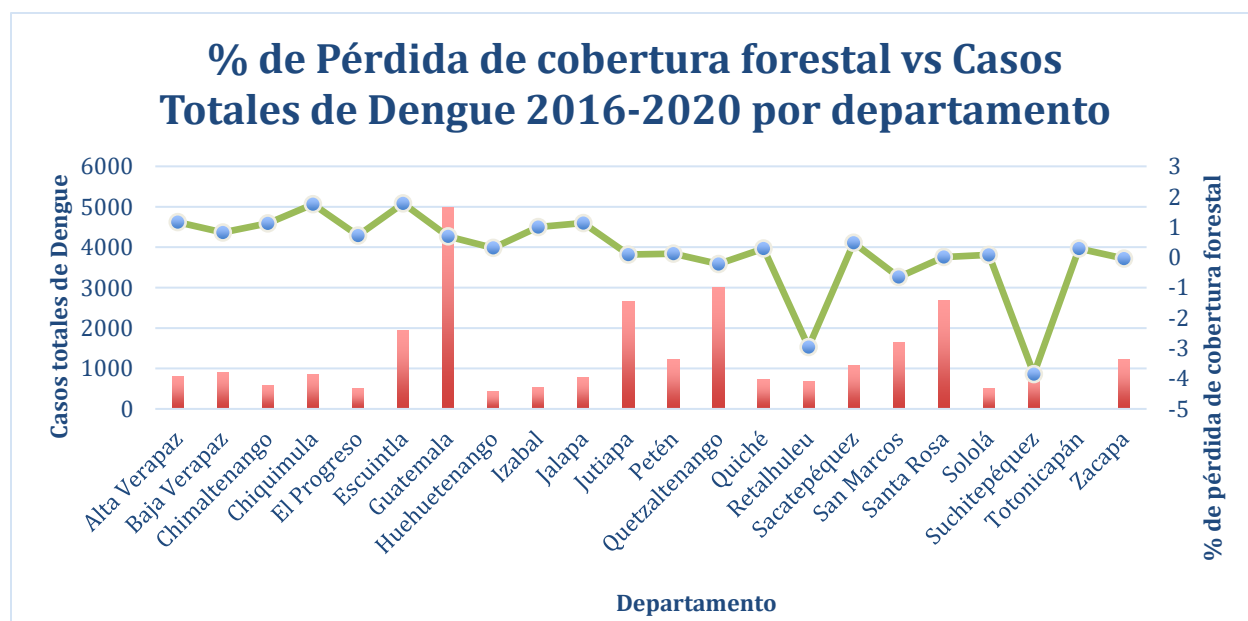
Ilustración 13 % de pérdida de cobertura forestal 2016-2020 y Casos totales de Dengue



Fuente: 1 Elaboración propia con base a datos larua y MSPAS

La siguiente ilustración muestra la relación entre la pérdida de cobertura forestal y el número total de casos de Dengue en Guatemala del año 2016 al año 2020 por departamento.

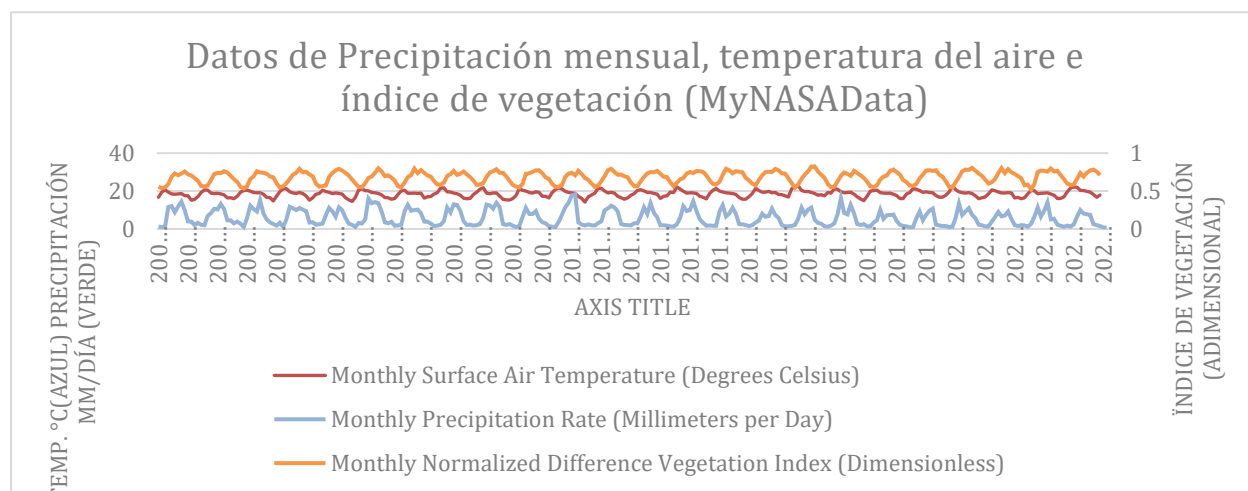
Ilustración 14 % de pérdida de cobertura forestal vs Casos totales de Dengue 2016-2020 por departamento en Guatemala



Fuente elaboración propia con datos de INAB y MSPAS

Utilizando los datos MyNASAData de precipitación mensual en mm/día, índice normalizado de la diferencia de vegetación y la temperatura mensual del aire se ha elaborado la ilustración 14.

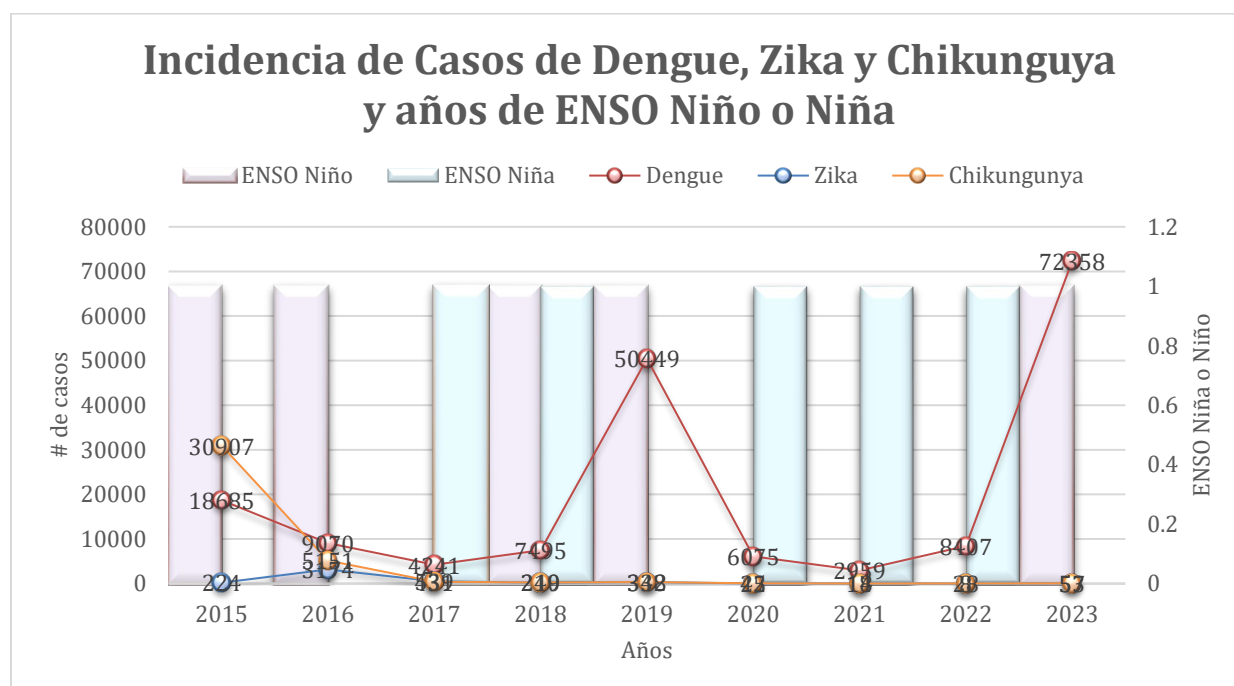
Ilustración 15 Datos de precipitación mensual, temperatura del aire e índice de vegetación 2000-2024



Fuente: elaboración propia con datos de MyNASAData

Utilizando datos de MSPAS y el INSIVUMEH se ha elaborado la ilustración 15, donde se presenta la incidencia de casos de Dengue, Zika y Chikungunya con años de ENSO Niño o ENSO Niña.

Ilustración 16 Casos de Dengue, Zika y Chikungunya y años de ENSO Niño o Niña



Fuente: elaboración propia con datos MSPAS

En la siguiente ilustración se muestra la captura de pantalla del acceso a los datos vía Advanced Data Access Tool de GLOBE Observer para el protocolo de mosquitos.

Ilustración 17 Captura de pantalla de Advanced Data Access Tool de Globe Observer

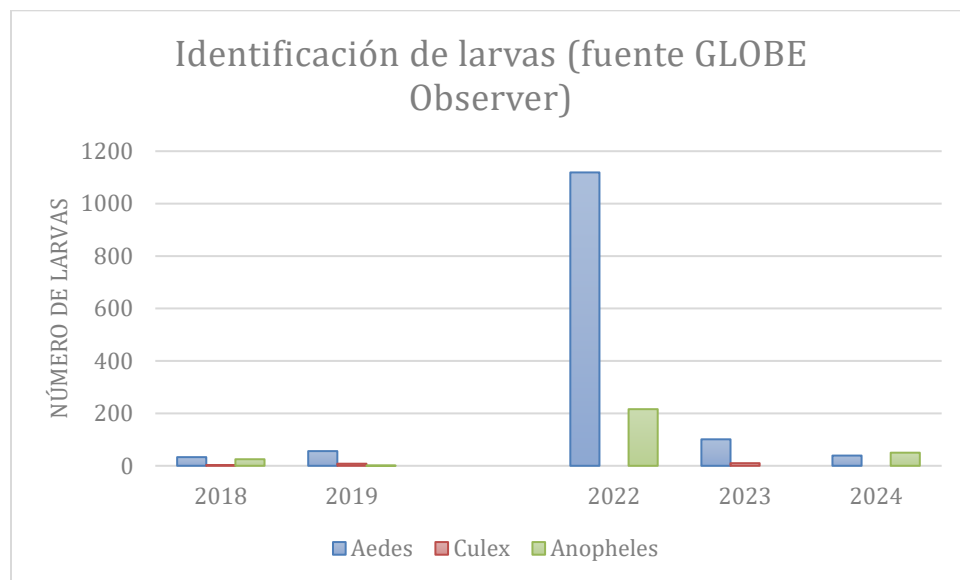
134 Sites Found
 When filtering by date range, the results shown are for the entire month(s) selected.
 To obtain the data specific for the dates selected, download the CSV file by clicking the 'Obtain Measurement Data' button.

Obtain Measurement Data **Download Summary Data**

School Name	Site Name	Latitude	Longitude	Elevation
Salud	15PXS478157	14.61057	-91.62778	463.2
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS629152	14.59732	-90.55975	1494.9
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS630152	14.59731	-90.55882	1491.7
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS631152	14.5973	-90.55789	1493.3
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PXS634906	15.28662	-91.47821	1921.6
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS643139	14.58544	-90.54689	1486.7
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS644138	14.58453	-90.54597	1484.9
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS645127	14.58361	-90.54505	1483
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS497155	14.60128	-90.68217	2191
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PXS34907	15.28752	-91.47821	1901
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS385390	14.8146	-90.78393	1863.1
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PXS432909	15.28934	-91.48006	1898.8
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	16QBD448884	17.06578	-89.39778	196.7
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	16QBD448885	17.06664	-89.40154	166.5
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS385389	14.8137	-90.78394	1861.4
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS387364	14.79109	-90.78231	1800.4
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS64138	14.58454	-90.5469	1484.1
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PXS597952	15.32843	-91.51237	1857.7
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS642142	14.58816	-90.54779	1485.3
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS642141	14.58726	-90.5478	1476
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS643142	14.58815	-90.54686	1489.9
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS643141	14.58725	-90.54687	1487.8
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PXS635907	15.28752	-91.47728	1907.8
STEAM Program Guatemala/USAC-GALILEO-UGTO	15PYS378351	14.77943	-90.79079	1792.7

En la ilustración 18 se han graficado las larvas identificadas con GLOBE Observer según su tipo, Aedes, Culex y Anopheles.

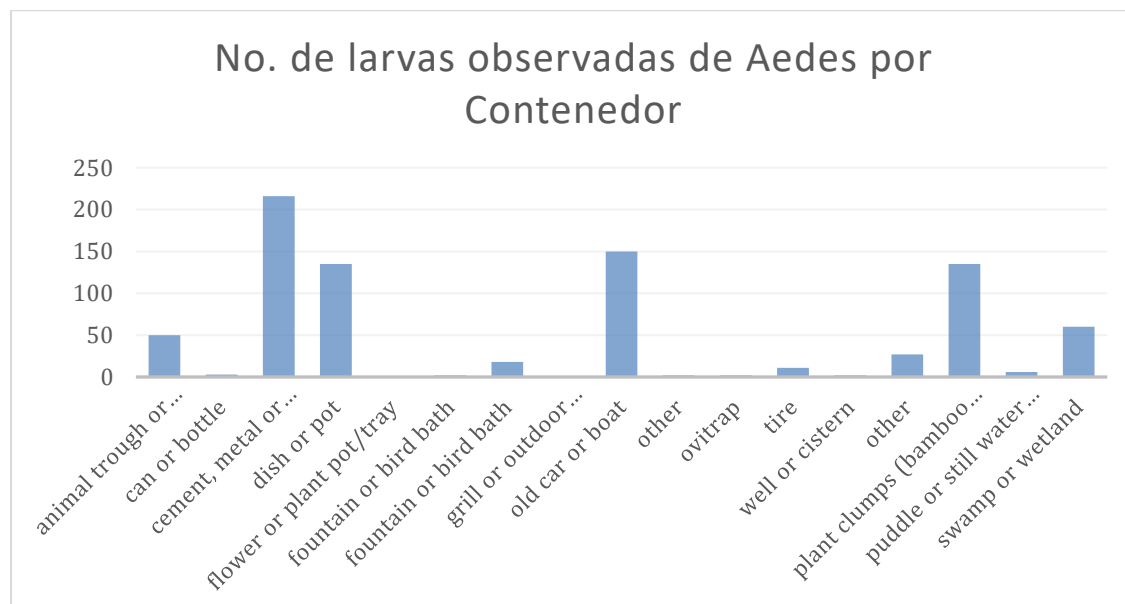
Ilustración 18 Identificación de larvas vía GLOBE Observer



Fuente: elaboración propia con datos GLOBE Observer

Utilizando datos de GLOBE Observer se ha establecido los lugares de crianza de larvas de Aedes encontrados por medio de la ciencia ciudadana.

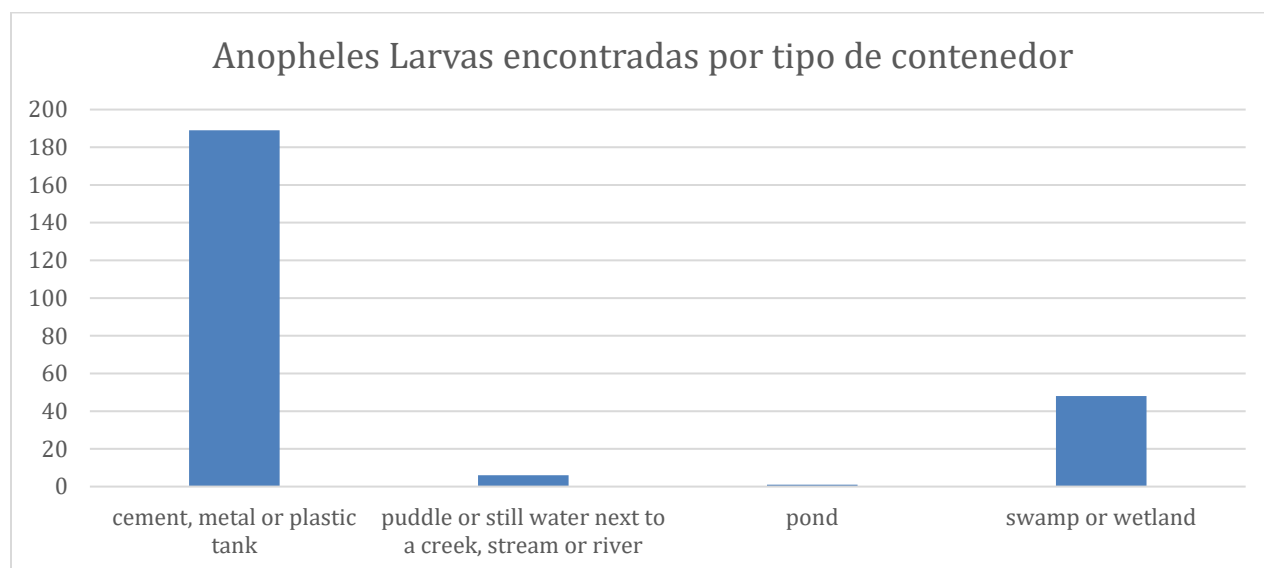
Ilustración 19 Lugares donde se encuentran las larvas de Aedes



Fuente: Elaboración propia con datos de GLOBE Observer

En la ilustración 20 se identifican los criaderos de larvas de Anopheles por tipo de contenedor.

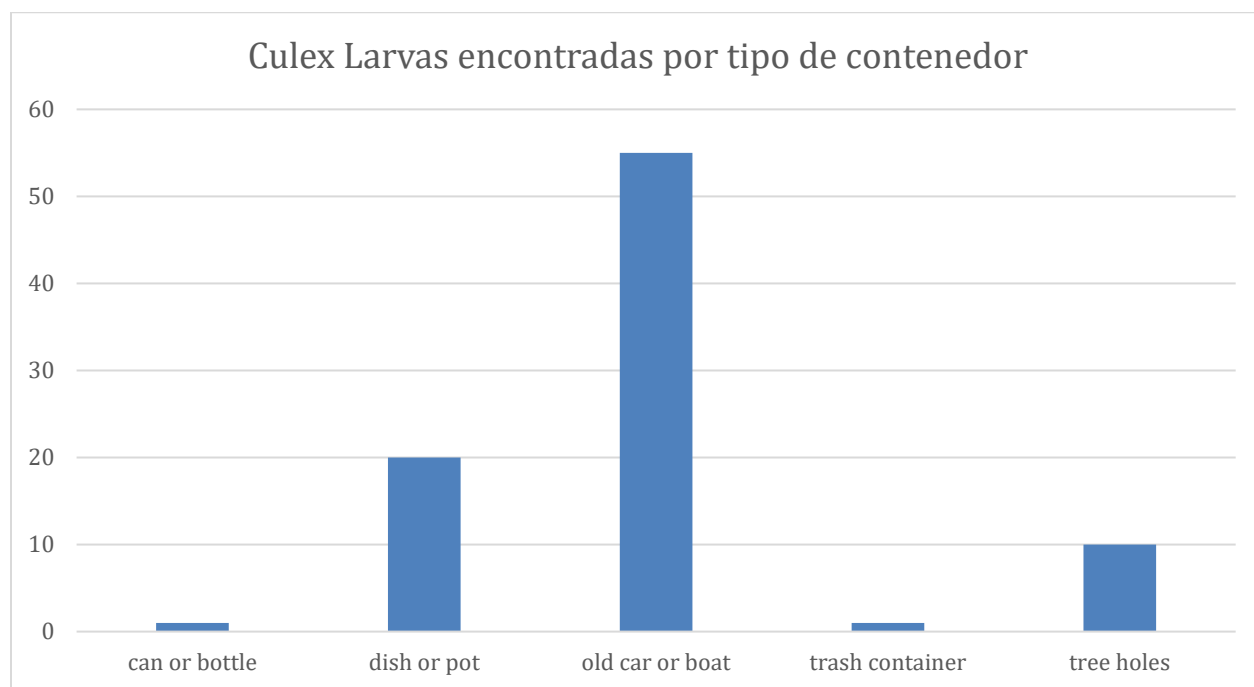
Ilustración 20 Larvas de Anopheles encontradas por tipo de contenedor



Fuente: elaboración propia con datos de GLOBE Observer

De la misma manera con las larvas encontradas por tipo de contenedor de Culex.

Ilustración 21 Larvas de Culex encontradas por tipo de contenedor



Utilizamos la aplicación GLOBE Observer y el protocolo de Mosquitos para identificar larvas de mosquitos, los estudiantes de pregrado impartieron talleres a jóvenes de secundaria para realizar las observaciones.

Ilustración 22 Estudiantes utilizando GLOBE Observer y el protocolo de Mosquito Mapper para la identificación de larvas de mosquitos



Repelentes

En ese sentido se investiga sobre los componentes de un repelente natural utilizado en el informe presentado al IVSS 2024 Repelente casero para prevenir enfermedades como Dengue, Zika y Chikunguya. Esta formulación se basó en Laurel, Clavo de Olor, Té de Limón y vinagre. Durante esta investigación se ha investigado sobre las propiedades de plantas medicinales para proponer un repelente actualizado con una mayor efectividad. Se ha encontrado que una posible disolución de 30% de hoja de té, 15% de laurel, 15% de ajo y 15 % de clavo puede ser efectiva, la cual se encuentra en pruebas por medio de la elaboración de tinturas con etanol.

Ilustración 23 José David Palacios durante la elaboración del primer repelente casero propuesto



Fotografía J. Palacios.

Se espera durante los meses de octubre y noviembre trabajar con el LIPRONAT y FARMAYA para evaluar la efectividad del repelente propuesto y trabajar de la mejor manera la extracción de aceites esenciales que permitan que el repelente sea no sólo efectivo sino de bajo costo.

Realizamos una encuesta para determinar qué repelentes son más comunes entre las personas, donde obtuvimos información adicional sobre su lugar de origen, ruralidad y también investigamos sobre si los zancudos prefieren picar a hombres o a mujeres. Encontramos relaciones entre estos datos y los datos presentados por el MSPAS donde indican que el 55.5% de las mujeres son picados por zancudos en comparación con los hombres.

Ilustración 24 Resultados de la encuesta utilizada por los participantes del proyecto



Materiales de Divulgación

Durante la investigación uno de los objetivos ha sido concientizar a la población sobre los peligros de estas enfermedades zoonóticas producidas por la picadura de los mosquitos. De esa cuenta se ha utilizado la inteligencia Artificial para crear materiales sin derechos de autor que sean atractivos a las nuevas generaciones con un contenido claro y preciso.

Ilustración 25 Escena del video "La voz del bosque" elaborado por J.D. Palacios y G. Palacios utilizando inteligencia artificial disponible en <https://youtu.be/ikfWmwPq7GA>

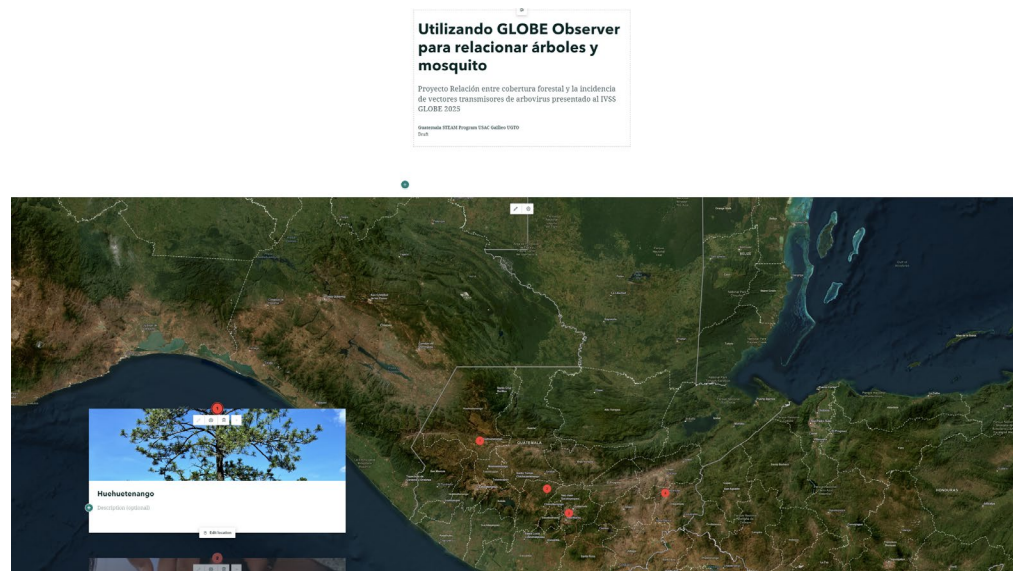


Fotografía J.D. Palacios

Se trabaja en un ARCGIS Story Map para presentar los resultados de esta investigación.

Ilustración 26 captura de pantalla de la ARCGIS Story disponible en

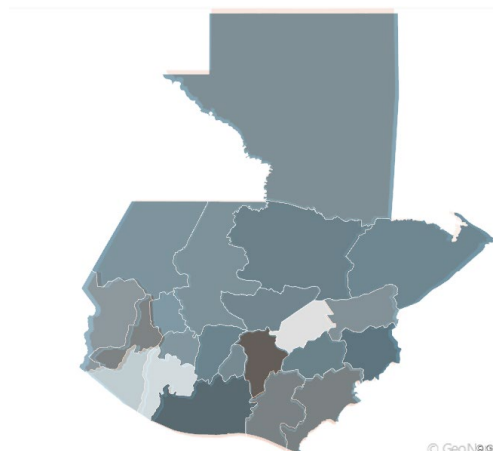
<https://storymaps.arcgis.com/stories/de264d81618847e2bb95959dd7cc745e>



Discusión de Resultados

Haciendo una transposición de los mapas de casos totales de Dengue y la pérdida de cobertura forestal es posible identificar una incipiente relación entre ambas variables de investigación. En los últimos 8 años, en las zonas donde se ha identificado la pérdida de cobertura forestal se han incrementado los casos de Dengue.

Ilustración 27 sobreposición de los mapas de casos totales de Dengue y Pérdida de cobertura forestal



Elaboración propia en base a datos de MSPAS, INAB, IARNA

En la ilustración 14 es clara esta relación entre la pérdida de cobertura forestal y la incidencia de casos de Dengue en el país. Casos como Tonicapán, donde no han presentado pérdida de cobertura forestal no se han presentado casos de Dengue y la temperatura del aire se mantiene sin apreciables variaciones por largos períodos de tiempo.

Esto confirma nuestra hipótesis de trabajo, la pérdida de cobertura forestal sí está vinculada al aumento de casos de estas enfermedades en particular del Dengue en sus 4 serotipos encontrados en Guatemala.

Con datos de MyNASADData, hemos podido determinar el comportamiento cíclico de la temperatura del aire, la cobertura forestal y la precipitación mensual, como variables relacionadas a las estacionalidades del país. Guatemala cuenta con dos estaciones claramente marcadas, verano e invierno lluvioso. Sin embargo, se le conoce como el país de la eterna primavera porque presentaba una menor variabilidad climática que la que actualmente experimentamos. En la Ilustración 15, podemos apreciar esta relación. A menor temperatura, mayor precipitación pluvial y mayor cobertura forestal. Lo que indica que la cobertura forestal actúa como un regulador ambiental y esto incide en una menor incidencia de casos de enfermedades transmitidas por vectores portadores de los arbovirus, al disminuir las temperaturas y evitar la propagación de hábitats propicios para el desarrollo de estos mosquitos.

La ilustración No. 16 muestra la relación de casos de Dengue, Zika y Chikunguya además con la Oscilación del Fenómeno del Niño. El repunte de casos se presenta en años de Niño y transiciones de Niña a Niño con mayor frecuencia. Esto obedece a las mayores temperaturas observadas en años de Niño en la superficie de mar, eventos climáticos extremos en el Océano Pacífico y en menor medida en Años de ENSO Niña por la mayor cantidad de precipitación pluvial y disminución de temperaturas promedio.

En la ilustración No. 18 se ve que las larvas encontradas con mayor frecuencia en Guatemala según los datos de Mosquito Mapper a través de escuelas y ciencia ciudadana son las larvas de Aedes (tanto Aegypti como Albopictus), sin embargo, hay una nueva incidencia de larvas de Anopheles en Guatemala, donde los expertos han indicado que este mosquito que no ha sido tan común en Guatemala desde la década de los años 80 cuando se realizaron intensas campañas para combatir el Paludismo.

En las ilustraciones Nos. 19, 20 y 21 se presenta la información de los lugares donde se encontraron larvas de Aedes, Anopheles y Culex. En ese sentido todos los mosquitos se presentan en contenedores artificiales, donde las campañas de sensibilización, eliminación de basura y chatarra, educación ambiental podrían contribuir significativamente a combatir estos mosquitos. También se nota que el único mosquito encontrado en árboles o cavidades naturales ha sido el Culex.

En la ilustración 22 se aprecia a los participantes y otros estudiantes utilizando los protocolos de Mosquito Mapper para la identificación de larvas de mosquito. En la ilustración No. 23 se aprecia la elaboración del primer repelente propuesto por J.D. Palacios. Este repelente se realizó por medio de cocción, donde el repelente que actualmente estamos desarrollando lo hacemos a base de tinturas de plantas. El repelente contiene además vinagre blanco a base de manzana, por lo que mantenemos el carácter natural de la mezcla. El objetivo es incorporar plantas nativas, no solo por la riqueza ambiental de Mesoamérica, sino por la facilidad que presenta para las personas encontrar en su entorno estas soluciones. Durante la investigación se efectuaron encuestas por medio de redes sociales, para establecer qué tipo de repelentes es más común que las personas utilicen. Actualmente por la facilidad, disponibilidad y acceso el repelente

comercial es el más utilizado, pero se su costo se convierte en una barrera para su utilización masivamente en el país. El nuevo repelente también se planea con propiedades larvicidas para contribuir en el combate de estos mosquitos. Los datos finales estarán disponibles en noviembre 2024. Actualmente se hacen pruebas de proximidad, de mejor disolvente y estamos por iniciar la prueba larvicida y de cromatografía fina con apoyo de los expertos que apoyan el proyecto.

En la investigación se ha encontrado que el repelente actual presenta una efectividad alrededor de 30% (por investigación por aproximación de mosquitos) y se investiga la efectividad como larvicida a la vez.

Uno de los resultados interesantes ha sido que el repelente no actúa solamente sobre mosquitos, sino que sobre otros artrópodos como chinches, moscas y algunas arañas. Sobre esto continuaremos la investigación.

Conclusiones:

A partir de los datos obtenidos de MyNASAData, Globe Observer, las observaciones de los participantes, datos oficiales de MSPAS, INAB e IARNA, se encuentra una clara relación entre la cobertura forestal, la temperatura ambiental, la precipitación pluvial y la incidencia de vectores (mosquitos) portadores de arbovirus (Dengue, Zika y Chikunguya) que explica a partir de la pérdida de cobertura forestal el aumento de casos de Dengue en Guatemala.

Al utilizar los datos de GLOBE Observer ha sido posible diseñar un repelente enfocado al combate del mosquito Aedes (Aegypti y Albopictus) para combatir la incidencia de arbovirus (Dengue, Zika y Chikunguya) en el país de manera efectiva y de bajo costo. Este repelente se ha diseñado específicamente considerando los hábitats, características y mosquitos encontrados en el país de manera que su aplicación sea fácil, efectiva y eficaz en términos sociales, económicos y ambientales.

A partir de las consideraciones iniciales se evidencia la necesidad de campañas de sensibilización, derivado que de los datos obtenidos se encuentra que los mosquitos están utilizando primordialmente como hábitat basura, contenedores sin tapaderas, y desechos que no han sido dispuestos adecuadamente. Con estas consideraciones se están elaborando materiales educativos y de sensibilización de los cuales el primero a ser evaluado es el video creado con inteligencia artificial titulado "La voz del Bosque".

Referencias

- Anoopkumar, A. N., & Aneesh, E. M. (2022). A critical assessment of mosquito control and the influence of climate change on mosquito-borne disease epidemics. *Environment, Development and Sustainability*, 24(6). <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01792-4>
- Daflon, T. da M., Huther, C. M., Canto, A. C. B. do, Santos, C. M. P. P. dos, Carvalho, L. F. de, & Pereira, C. R. (2021). uso da citronela no controle da dengue. *Saúde e Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar*, 10. <https://doi.org/10.24302/sma.v10.2228>
- Demirak, M. Ş. Ş., & Canpolat, E. (2022). Plant-Based Bioinsecticides for Mosquito Control: Impact on Insecticide Resistance and Disease Transmission. In *Insects* (Vol. 13, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/insects13020162>
- Edwards, T., del Carmen Castillo Signor, L., Williams, C., Donis, E., Cuevas, L. E., & Adams, E. R. (2016). Co-infections with Chikungunya and dengue viruses, Guatemala, 2015. *Emerging Infectious Diseases*, 22(11). <https://doi.org/10.3201/eid2211.161017>
- Ellwanger, J. H., Cardoso, J. da C., & Chies, J. A. B. (2021). Variability in human attractiveness to mosquitoes. In *Current Research in Parasitology and Vector-Borne Diseases* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2021.100058>
- Flores, A., Coulter, D. S., Limaye, A. S., & Irwin, D. (2018). *SERVIR: Connecting Earth Observation Satellite Data to Local Science Applications*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67474-2_2
- Gan, S. J., Leong, Y. Q., bin Barhanuddin, M. F. H., Wong, S. T., Wong, S. F., Mak, J. W., & Ahmad, R. B. (2021). Dengue fever and insecticide resistance in Aedes mosquitoes in Southeast Asia: a review. In *Parasites and Vectors* (Vol. 14, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04785-4>
- Ganesan, P., Samuel, R., Mutheeswaran, S., Pandikumar, P., Reegan, A. D., Aremu, A. O., & Ignacimuthu, S. (2023). Phytocompounds for mosquito larvicidal activity and their modes of action: A review. In *South African Journal of Botany* (Vol. 152). <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.11.028>
- Hayden, L., Taylor, J., & Colon Robles, M. (2019). GLOBE: Connecting to community of observers directly to NASA Satellites. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 7(1). <https://doi.org/10.1109/MGRS.2019.2891930>
- Herre, M., Goldman, O. V., Lu, T. C., Caballero-Vidal, G., Qi, Y., Gilbert, Z. N., Gong, Z., Morita, T., Rahiel, S., Ghaninia, M., Ignell, R., Matthews, B. J., Li, H., Vosshall, L. B., & Younger, M. A. (2022). Non-canonical odor coding in the mosquito. *Cell*, 185(17). <https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.07.024>
- Huang, Y. J. S., Higgs, S., Horne, K. M. E., & Vanlandingham, D. L. (2014). Flavivirus-Mosquito interactions. In *Viruses* (Vol. 6, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/v6114703>
- IARNA-URL, & Gálvez, J. (2012). Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo. In *Copilación de Investigaciones y análisis de coyuntura*. Instituto Nacional de Estadística (INE). (2018). Resultados del XII censo de población y VII de vivienda. *Principales Resultados Del Censo 2018*.
- Jones, R. T., Ant, T. H., Cameron, M. M., & Logan, J. G. (2021). Novel control strategies for mosquito-borne diseases: Control of mosquito-borne diseases. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 376, Issue 1818). <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0802>

- Khan, M. B., Yang, Z. S., Lin, C. Y., Hsu, M. C., Urbina, A. N., Assavalapsakul, W., Wang, W. H., Chen, Y. H., & Wang, S. F. (2023). Dengue overview: An updated systemic review. In *Journal of Infection and Public Health* (Vol. 16, Issue 10). <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2023.08.001>
- Luker, H. A. (2024). A critical review of current laboratory methods used to evaluate mosquito repellents. In *Frontiers in Insect Science* (Vol. 4). <https://doi.org/10.3389/finsc.2024.1320138>
- Mauff, A. Le, Cartereau, A., Plantard, O., Taillebois, E., & Thany, S. H. (2023). Effect of the combination of DEET and flupyradifurone on the tick *Ixodes ricinus*: Repellency bioassay and pharmacological characterization using microtransplantation of synganglion membranes. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 14(1). <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2022.102079>
- Moreno-Gómez, M., Bueno-Marí, R., Drago, A., & Miranda, M. A. (2021). From the Field to the Laboratory: Quantifying Outdoor Mosquito Landing Rate to Better Evaluate Topical Repellents. *Journal of Medical Entomology*, 58(3). <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa298>
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (2010). Dry forests of Central America and the Caribbean. In *Seasonally Dry Tropical Forests*. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511753398.002>
- Murray, N. E. A., Quam, M. B., & Wilder-Smith, A. (2013). Epidemiology of dengue: Past, present and future prospects. In *Clinical Epidemiology* (Vol. 5, Issue 1). <https://doi.org/10.2147/CLEP.S34440>
- Musso, D., & Desprès, P. (2020). Serological diagnosis of flavivirus-associated human infections. In *Diagnostics* (Vol. 10, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/diagnostics10050302>
- Oglesby, R., & Rowe, C. (n.d.). *Informe Final Impactos climáticos para Guatemala: Resultados preliminares de los modelos climáticos regionales y globales IPCC AR5*.
- Parsons, G. J. I., Lees, R. S., Balaska, S., & Vontas, J. (2022). A Practical Insecticide Resistance Monitoring Bioassay for Orally Ingested Dinotefuran in Anopheles Malaria Vectors. *Insects*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/insects13040311>
- Pérez Irungray, G. E., Rosito Monzón, J. C., Maas Ibarra, E. R., & Gándra Cabrera, G. A. (2018). Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida. *Universidad Rafael Landívar-IARNA*.
- Ponciano, J. A., Polanco, W., & Barrios, M. (2019). Dengue outbreaks pattern in southern Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 6(2). <https://doi.org/10.36829/63cts.v6i2.631>
- Roy, S. K., & Bhattacharjee, S. (2021). Dengue virus: Epidemiology, biology, and disease aetiology. In *Canadian Journal of Microbiology* (Vol. 67, Issue 10). <https://doi.org/10.1139/cjm-2020-0572>
- Santos, A. R. dos, Santos, A. M., Almeida, F. H. O. de, Medeiros, V. F. A. de, Matos, S. S., Carvalho, T. F. de, Souza, C. A. S., Lima, T. C., & Silva, F. A. da. (2021). Plantas medicinais com atividade repelente de mosquitos: protocolo de revisão sistemática. *Research, Society and Development*, 10(13). <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21568>
- Signor, L. D. C. C., Edwards, T., Escobar, L. E., Mencos, Y., Matope, A., Castaneda-Guzman, M., Adams, E. R., & Cuevas, L. E. (2020). Epidemiology of dengue fever in Guatemala. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008535>
- Suárez, M. F., & Fleming, G. A. (1986). Ensayo de campo de una nueva formulación de repelente tipo jabón contra mosquitos. *Biomédica*, 6(3–4). <https://doi.org/10.7705/biomedica.v6i3-4.1920>
- Sutter, P. S. (2007). Nature's agents or agents of empire? Entomological workers and environmental change during the construction of the Panama Canal. In *ISIS* (Vol. 98, Issue 4). <https://doi.org/10.1086/529265>
- Tercero, M. (2023). Vulnerabilidad social multidimensional en Guatemala: un análisis municipal basado en el XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018. *Clavius. Revista Académica de Ciencia y Tecnología*, 1(1). <https://doi.org/10.36631/clv.2023.01.01.03>

- URL y IARNA. (2009). Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo. In *Journal of Chemical Information and Modeling: Vol. xx* (Issue 11).
- USAC, F. de C. Q. y F. (2013). Vademécum Nacional de Plantas Medicinales. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Wang, C. (2018). A review of ENSO theories. In *National Science Review* (Vol. 5, Issue 6). <https://doi.org/10.1093/nsr/nwy104>
- Wang, G. G., Cheng, H., Zhang, Y., & Yu, H. (2023). ENSO analysis and prediction using deep learning: A review. In *Neurocomputing* (Vol. 520). <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.11.078>
- Yuan, B., Lee, H., & Nishiura, H. (2019). Assessing dengue control in Tokyo, 2014. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007468>

Descripción de Badges

I am a Student Researcher

Durante la investigación hemos tenido que investigar sobre varios temas para analizar los datos obtenidos

I am a Data Scientist

Se han utilizado datos de varios años de diversas fuentes para concluir sobre la cobertura forestal y la incidencia de mosquitos. Se han utilizado datos de GLOBE Observer, MyNASAData, bases de datos de MSPAS. En el Apéndice se presentan las tablas de datos originales utilizadas.

I am a Problem Solver

Esta investigación promueve la elaboración de un repelente de bajo costo para prevenir la picadura de mosquitos y de esta manera evitar la propagación de enfermedades como Dengue Zika y Chikunguya, resolviendo el problema del aumento de casos de estas enfermedades a nivel nacional que afectan la salud de las personas.

I work with a STEM Professional

Durante la investigación se ha trabajado con un equipo multidisciplinario que incluye dos Físicos, una Química Bióloga, una Ingeniera Química, un Ingeniero Agrónomo y un Biólogo especializado en plantas naturales y nativas. Esto ha permitido no solo una transdisciplinariedad en el trabajo, sino que ha contribuido a mejorar la comprensión del problema y las soluciones por parte de los participantes.

I make an impact

Durante la investigación inicial el principal problema a investigar era la incidencia de enfermedades transmitidas por mosquitos que se han convertido en emergencia sanitaria nacional en Guatemala, pero que al año toman la vida de más de 750,000 personas alrededor del mundo. Correlacionar esto con la deforestación y la pérdida de cobertura forestal permite generar un impacto positivo localmente y proveer una solución global de bajo costo a la incidencia de mosquitos en zonas deforestadas donde anteriormente no se encontraban estos mosquitos.

I am a Storyteller

Se ha elaborado una historia ARCIQS disponible en <https://storymaps.arcgis.com/stories/de264d81618847e2bb95959dd7cc745ey> materiales de divulgación como los videos <https://youtu.be/ikfWmwPq7GA>

Datos originales de MyNASAData

Aunque se cuenta con datos desde 1980 de temperatura y precipitación, para la facilidad de análisis y comparación con cobertura forestal se utilizan sólo los datos del año 2000 a la fecha

Tabla 3 Datos originales de MyNASAData

Date	Monthly Surface Air Temperature (Degrees Celsius)	Monthly Normalized Difference Vegetation Index (Dimensionless)	Monthly Precipitation Rate (Millimeters per Day)
2000-02	16.72582397	0.5564	1.286879778
2000-03	19.44957886	0.5382	0.895807266
2000-04	20.69542847	0.5491	1.146765947
2000-05	19.4550415	0.5903	11.57557106
2000-06	18.49230347	0.6871	12.08717918
2000-07	18.34093628	0.7324	8.838827133
2000-08	18.49834595	0.7099	11.88376617
2000-09	18.62481079	0.7295	14.4589138
2000-10	17.52565918	0.758	9.836781502
2000-11	17.58901367	0.7212	3.995218992
2000-12	15.21383057	0.7041	3.891757011
2001-01	15.50570068	0.6714	2.02415204
2001-02	17.08776245	0.636	3.218169212
2001-03	19.25896606	0.567	2.181806326
2001-04	20.6317688	0.5586	1.950721383
2001-05	20.54598389	0.5729	6.845767498
2001-06	18.89800415	0.645	8.363192558
2001-07	18.68807373	0.7249	10.62236118
2001-08	18.82775269	0.7388	10.26463127
2001-09	18.48638306	0.7362	13.16329098
2001-10	17.97271118	0.7628	10.56478596
2001-11	16.41378174	0.746	4.57098341
2001-12	16.46355591	0.7001	4.529872417
2002-01	15.97564087	0.6585	2.993087769
2002-02	17.20864258	0.6203	3.868198156
2002-03	19.32738647	0.5576	2.7637043
2002-04	20.24974976	0.5343	1.007505298
2002-05	20.52498779	0.5613	5.671500206
2002-06	19.96123657	0.6602	12.29387093
2002-07	19.26204834	0.6915	10.55403709
2002-08	19.08876953	0.7613	9.221588135
2002-09	19.05025635	0.7458	15.20549965
2002-10	18.29262695	0.7403	8.07831192
2002-11	16.63167725	0.7273	5.05830431
2002-12	16.53618774	0.6921	3.430580139
2003-01	14.79665527	0.6817	2.597283125
2003-02	17.33471069	0.6008	1.774458528
2003-03	19.66326294	0.547	3.258899689
2003-04	21.27572021	0.5642	1.123399377
2003-05	21.30645142	0.6019	5.021456718
2003-06	19.65117798	0.6575	11.75334167
2003-07	19.01607666	0.7152	10.87206745
2003-08	18.78276978	0.741	9.976630211
2003-09	19.26955566	0.7929	11.0726881
2003-10	18.62282715	0.748	10.23542023
2003-11	17.42806396	0.7544	9.333224297
2003-12	15.21627197	0.7204	3.374118328
2004-01	16.48391113	0.695	3.518069983
2004-02	18.3199707	0.5972	2.225651979
2004-03	18.76546631	0.5569	2.514230251
2004-04	20.43099365	0.5661	2.763753891
2004-05	19.78179321	0.5738	7.246151924
2004-06	19.35875854	0.6864	11.17198563
2004-07	18.66387329	0.7378	9.289776802
2004-08	18.99553833	0.7728	6.508947849
2004-09	18.74227295	0.7941	11.42184448
2004-10	18.39019165	0.7704	9.905057907
2004-11	16.44921265	0.7394	5.836749554
2004-12	15.34468994	0.7041	2.800303936
2005-01	14.54406128	0.6524	2.168448925
2005-02	16.65810547	0.6022	1.137754202
2005-03	20.58471069	0.5537	3.141008377
2005-04	21.16881714	0.548	2.870919466
2005-05	20.28569946	0.6038	5.09910202
2005-06	20.09258423	0.6742	16.02227402
2005-07	19.25249634	0.6919	13.58970451
2005-08	19.05129395	0.7388	14.20960426
2005-09	18.77755127	0.7999	13.63440228
2005-10	17.96642456	0.7592	9.274336815
2005-11	16.51757202	0.6973	3.440565586
2005-12	16.43474731	0.7062	3.050975323
2006-01	15.67208252	0.677	3.821814299
2006-02	16.04708252	0.6399	1.71802783

Date	Monthly Surface Air Temperature (Degrees Celsius)	Monthly Normalized Difference Vegetation Index (Dimensionless)	Monthly Precipitation Rate (Millimeters per Day)
2006-03	18.2192627	0.5633	1.861863732
2006-04	20.10756836	0.5483	2.204525709
2006-05	20.42470703	0.6121	9.387889862
2006-06	18.84917603	0.6839	12.71152306
2006-07	18.8041626	0.7111	9.588362694
2006-08	18.9374939	0.7967	9.949028015
2006-09	18.75719604	0.7374	10.20100594
2006-10	18.9371582	0.7759	8.397268295
2006-11	16.32415161	0.7399	3.865273714
2006-12	16.94286499	0.7046	3.782211781
2007-01	17.12767944	0.6901	2.864845514
2007-02	18.4147583	0.6316	1.493121743
2007-03	19.1770874	0.5866	1.799417019
2007-04	21.64568481	0.5823	2.188192129
2007-05	21.68630371	0.6118	4.141840458
2007-06	19.55446777	0.699	11.33423519
2007-07	19.54137573	0.7213	8.716751099
2007-08	18.90645752	0.7652	12.96436119
2007-09	18.56078491	0.7137	12.63052464
2007-10	17.84438477	0.7284	9.592496872
2007-11	16.21178589	0.7569	4.061102867
2007-12	15.93944702	0.7203	2.153723717
2008-01	16.09398804	0.6846	2.28144002
2008-02	18.1098877	0.6388	1.798925281
2008-03	19.45281372	0.5802	2.014244318
2008-04	20.9605957	0.5869	2.564111233
2008-05	21.77230225	0.6055	6.04568243
2008-06	18.87981567	0.6852	12.83705711
2008-07	18.54842529	0.7445	12.37037468
2008-08	18.96193848	0.7624	10.73920059
2008-09	19.00637207	0.7874	13.85220146
2008-10	17.43279419	0.7413	11.58930588
2008-11	15.61583862	0.7402	2.625349045
2008-12	15.35680542	0.6944	2.123683691
2009-01	15.31478271	0.6361	2.578117371
2009-02	16.07293091	0.5794	1.673175335
2009-03	17.71526489	0.5591	1.034423113
2009-04	21.34136353	0.5469	1.423710227
2009-05	20.31377563	0.5977	6.484998703
2009-06	19.98955688	0.7277	11.16966438
2009-07	19.27974854	0.7348	7.910510063
2009-08	18.9500061	0.7505	7.829274178
2009-09	19.625177	0.7716	9.47804451
2009-10	19.34551392	0.7739	5.409792423
2009-11	17.20263062	0.7336	3.55705595
2009-12	17.21801147	0.6789	2.975091219
2010-01	16.40792236	0.6599	1.548075199
2010-02	19.12526855	0.5959	1.16168344
2010-03	20.83171997	0.5549	1.01483357
2010-04	21.70491943	0.5557	3.70929718
2010-05	21.14504395	0.5803	7.47868681
2010-06	19.83666382	0.6851	11.3830471
2010-07	19.20812378	0.7308	13.86802673
2010-08	19.03093872	0.7409	17.73715401
2010-09	18.85430298	0.7062	18.26111603
2010-10	17.10402832	0.7655	3.447678566
2010-11	16.12566528	0.7263	2.322027683
2010-12	14.18679199	0.6716	1.893309355
2011-01	16.95394287	0.6485	2.372415781
2011-02	17.87664185	0.5984	1.965790749
2011-03	18.94674072	0.5542	1.848765612
2011-04	21.47490845	0.5692	3.004631042
2011-05	21.48198853	0.6305	4.074246407
2011-06	19.9840332	0.6949	9.79745388
2011-07	18.96715698	0.7737	10.88754654
2011-08	19.36858521	0.7934	12.23692703
2011-09	18.88536987	0.7512	11.29784775
2011-10	17.23494873	0.7159	9.247741699
2011-11	16.42827759	0.7185	2.714911699
2011-12	15.69927368	0.6959	2.135296822
2012-01	16.39620361	0.6816	2.068126202
2012-02	17.74315796	0.6136	1.870780468
2012-03	18.63033447	0.5662	3.045648575
2012-04	20.3328186	0.5645	2.915625095
2012-05	20.70357666	0.6279	6.641875267
2012-06	20.10320435	0.6861	11.38268566
2012-07	19.21856079	0.7329	7.94857645
2012-08	19.25463257	0.7521	13.64116478
2012-09	18.75887451	0.7476	8.561816216
2012-10	18.37108765	0.7669	6.23762989
2012-11	16.08709106	0.7276	1.922791123
2012-12	17.25985107	0.6873	1.917196512

Date	Monthly Surface Air Temperature (Degrees Celsius)	Monthly Normalized Difference Vegetation Index (Dimensionless)	Monthly Precipitation Rate (Millimeters per Day)
2013-01	17.44719849	0.6828	1.768256545
2013-02	19.41842041	0.6163	1.362634182
2013-03	19.13778076	0.5629	1.252489328
2013-04	22.21380005	0.6075	2.355810165
2013-05	21.05559692	0.6546	5.829968452
2013-06	19.88372192	0.6707	11.98460293
2013-07	18.89220581	0.7294	9.484237671
2013-08	19.08382568	0.7504	9.969388962
2013-09	19.01113281	0.7367	14.57596684
2013-10	18.71251831	0.7642	9.554071426
2013-11	17.20336304	0.7621	5.153927803
2013-12	16.67519531	0.7526	3.32167697
2014-01	15.85875854	0.7071	1.663758874
2014-02	18.6218811	0.6438	1.867449284
2014-03	20.45830688	0.5954	1.713634014
2014-04	21.35180054	0.585	1.65451622
2014-05	20.03243408	0.6234	9.21408844
2014-06	19.46434937	0.7128	12.45998192
2014-07	19.10750732	0.7929	6.603808403
2014-08	18.93486938	0.7754	8.143541336
2014-09	18.66332397	0.7335	11.22621536
2014-10	18.26189575	0.7619	8.088453293
2014-11	16.50908813	0.7554	2.509438276
2014-12	15.74117432	0.7479	2.472902298
2015-01	15.7348877	0.6743	2.022336483
2015-02	17.02807007	0.6391	1.481871724
2015-03	18.65477905	0.5983	1.995345235
2015-04	21.4203125	0.5761	3.402213812
2015-05	20.29454956	0.646	4.486965179
2015-06	19.43596802	0.706	8.049962044
2015-07	19.40288696	0.7491	6.38720274
2015-08	19.8074585	0.7556	6.816875935
2015-09	19.05782471	0.7512	10.75247192
2015-10	19.24877319	0.7907	7.358860016
2015-11	18.27407227	0.7739	5.827902794
2015-12	18.0992981	0.7313	2.024392843
2016-01	17.43740234	0.7311	1.374897599
2016-02	16.88320313	0.6662	1.44474566
2016-03	21.15288696	0.6067	1.635695577
2016-04	22.30205688	0.5452	2.083502531
2016-05	22.78261719	0.5867	5.436620712
2016-06	20.37603149	0.6615	11.19235516
2016-07	19.71972046	0.7149	7.744140625
2016-08	19.78457031	0.7603	10.21798897
2016-09	19.21987305	0.8228	11.19843197
2016-10	18.70162354	0.8252	4.857196331
2016-11	17.8355957	0.7596	3.220136166
2016-12	18.09237061	0.7161	2.768729925
2017-01	17.50570068	0.6759	1.454112291
2017-02	19.28527222	0.5928	1.144758582
2017-03	18.91811523	0.5519	1.761384249
2017-04	21.30657349	0.5579	2.991257191
2017-05	20.93297729	0.6265	7.667284966
2017-06	19.70610962	0.701	16.26168442
2017-07	19.07229004	0.7444	8.483270645
2017-08	19.28991089	0.7253	7.660597801
2017-09	19.43761597	0.7012	12.76263905
2017-10	18.28463135	0.7666	8.179807663
2017-11	16.97414551	0.7366	2.659944057
2017-12	15.76314697	0.7082	2.123138905
2018-01	14.94066772	0.6727	2.571276188
2018-02	17.3421875	0.6218	1.3502841
2018-03	20.00206909	0.5643	1.3399297
2018-04	20.22469482	0.5515	3.483696461
2018-05	20.48949585	0.5767	4.570602417
2018-06	19.12548218	0.6501	10.12941647
2018-07	18.91774902	0.6908	5.296218872
2018-08	18.8472229	0.7043	7.289694786
2018-09	18.94390259	0.7631	7.334904671
2018-10	18.27929077	0.7835	7.614439964
2018-11	17.66576538	0.7505	4.216475487
2018-12	16.03664551	0.7171	2.162638664
2019-01	16.0800415	0.6441	1.617352724
2019-02	18.50332031	0.6184	1.311721563
2019-03	19.13704834	0.5711	0.80984658
2019-04	21.39418945	0.5697	1.018280625
2019-05	20.91085205	0.5924	5.642289639
2019-06	20.28374634	0.6678	9.229610443
2019-07	19.32512817	0.7182	4.538336277
2019-08	19.5916687	0.7698	7.50228548
2019-09	19.26928101	0.7752	9.591552734
2019-10	19.05672607	0.7669	10.74303532

Date	Monthly Surface Air Temperature (Degrees Celsius)	Monthly Normalized Difference Vegetation Index (Dimensionless)	Monthly Precipitation Rate (Millimeters per Day)
2019-11	17.60341797	0.7751	2.322903156
2019-12	16.68499146	0.7153	1.843809724
2020-01	16.83345947	0.6905	1.520321727
2020-02	17.85268555	0.6262	1.541498423
2020-03	19.53478394	0.5556	0.953425467
2020-04	22.64571533	0.5461	1.131713152
2020-05	20.80254517	0.6155	5.923474312
2020-06	19.54659424	0.6833	13.46326256
2020-07	19.1305481	0.7608	7.387928486
2020-08	18.92992554	0.7825	9.249358177
2020-09	19.14708862	0.7798	11.00639343
2020-10	18.69042358	0.8063	7.426870823
2020-11	17.56203613	0.7675	5.737236977
2020-12	15.95693359	0.7331	2.25347662
2021-01	16.47417603	0.7005	1.956675172
2021-02	16.92635498	0.6504	1.387869954
2021-03	18.44701538	0.5994	1.290905118
2021-04	20.55993042	0.6167	3.851695061
2021-05	20.19677124	0.6573	6.218320847
2021-06	19.54061279	0.7389	8.985330582
2021-07	19.03609619	0.8019	6.670807838
2021-08	18.97850952	0.7364	7.098621368
2021-09	19.16155396	0.7897	9.192712784
2021-10	19.03276978	0.7464	5.202983856
2021-11	16.36763916	0.7251	2.034594059
2021-12	16.62597046	0.6972	1.558508396
2022-01	15.94713745	0.6699	2.020032167
2022-02	16.49425659	0.5769	1.895969629
2022-03	18.60415039	0.5845	1.188624263
2022-04	20.3310791	0.5189	2.664525032
2022-05	20.14013062	0.5934	6.436516762
2022-06	18.54509888	0.752	11.37344456
2022-07	18.82836304	0.7694	6.481791496
2022-08	18.89162598	0.766	9.697582245
2022-09	19.05004272	0.7559	14.04304504
2022-10	18.43154297	0.7986	5.037632942
2022-11	17.84841309	0.7586	5.429636002
2022-12	16.03533325	0.7655	2.299975634
2023-01	16.1458374	0.7106	1.713369131
2023-02	16.96471558	0.6576	1.185026646
2023-03	19.46282349	0.5995	1.738899469
2023-04	21.56084595	0.581	1.267090321
2023-05	22.1619812	0.5841	2.407877684
2023-06	21.92388306	0.6596	6.487751961
2023-07	20.37759399	0.7377	9.959662437
2023-08	20.28726196	0.6891	8.073911667
2023-09	19.87124634	0.74	7.781685829
2023-10	19.42471313	0.773	7.410203934
2023-11	18.23141479	0.7836	2.527223825
2023-12	16.74438477	0.7564	2.035972357
2024-01	17.93548584	0.7107	1.509513378
2024-02			0.876852751
2023-03			0.720157564

Datos originales de MSPAS

Casos de Dengue				
2015	2016	2023	2024	Totales

366	65	103	270	804
54	43	198	612	907
3	17	13	554	587
80	65	119	585	849
31	18	64	388	501
185	344	231	1177	1937
1882	888	196	2012	4978
31	105	91	200	427
178	82	76	200	536
6	46	98	621	771
149	41	130	2329	2649
200	102	372	549	1223
511	220	657	1614	3002
29	54	13	634	730
248	40	69	323	680
64	339	41	618	1062
546	203	129	777	1655
711	468	83	1410	2672
4	35	11	458	508
25	46	110	692	873
0	0	0	7	7
57	39	149	972	1217

Datos originales de INAB-IARNA

	% pérdida	Totales
Alta Verapaz	1.16	804
Baja Verapaz	0.82	907
Chimaltenango	1.12	587
Chiquimula	1.75	849
El Progreso	0.72	501
Escuintla	1.78	1937
Guatemala	0.69	4978
Huehuetenango	0.31	427
Izabal	1	536
Jalapa	1.13	771
Jutiapa	0.09	2649
Petén	0.12	1223
Quetzaltenango	-0.22	3002
Quiché	0.29	730
Retalhuleu	-2.96	680
Sacatepéquez	0.48	1062
San Marcos	-0.65	1655
Santa Rosa	0.01	2672
Sololá	0.08	508
Suchitepéquez	-3.85	873
Totonicapán	0.29	7
Zacapa	-0.04	1217

Datos originales de Google Forms

Por favor indica tu Género	Edad	País de Residencia	Si resides en Guatemala, indica tu departamento de residencia por favor.	¿Vives en área rural o urbana?	¿Cerca del lugar donde vives existe un río, lago, playa, agua estancada?	¿Qué repelente usas para alejar a los zancudos?	¿Has padecido alguna enfermedad relacionada a la picadura de zancudos?	Comparte tus sugerencias
Masculino	30 a 39 años	México	Zacapa	Urbana	Piscinas	Repelente Comercial	Ninguno	Agregar opción de ninguno en enfermedad por picadura, y quitar obligatoriedad de la pregunta de departamento, soy de México, pero he colocado una respuesta para poder completar.
Femenino	50 a 59 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Lago	Velas (citronela).	Dengue	
Femenino	50 a 59 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	
Masculino	20 a 29 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Nacimientos de agua	Repelente Comercial	Ninguna	
Masculino	30 a 39 años	Honduras		Rural	Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias)	Repelente Comercial	Dengue	
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Río	Velas (citronela).	Dengue	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Chikunguya	
Femenino	40 a 49 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Río	Velas (citronela)., Repelente Comercial	Dengue	
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Lavanda	Chikunguya	
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Chikunguya	
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Sacatepéquez	Urbana	Ninguno de los anteriores, Jardín con grama y flores	Velas (citronela)., Repelente Comercial	Ninguna	Los zancudos que causan el dengue hemorrágico no se propagan donde hay frío como en el Occidente, los zancudos se propagan en lugares caluroso como la costa sur y el oriente.
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Río	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	50 a 59 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Jardín con flores y cobertura vegetal	Velas (citronela)., Repelente Comercial	Dengue	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Dengue	
Masculino	30 a 39 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Huehuetenango	Rural	Río, Nacimientos de agua, Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Guatemala	Rural	Río, Nacimientos de agua, Jardín con flores y cobertura vegetal	Velas (citronela).	Ninguna	Ninguna
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Lago, Río	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Jardín con flores y cobertura vegetal	Velas (citronela)., Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala		Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Dengue	
Masculino	40 a 49 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Jardín con flores y cobertura vegetal	Lavanda, Repelente Comercial, Ventilador, bombilla de luz amarilla, raid Max, raid laminitas, raqueta eléctrica	Dengue, Chikunguya	Compro lo que sea para eliminar esta plaga y ni todos juntos eliminan a estos insectos. Remedios caseros etc.
Femenino	60 a 69 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Piscinas, Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	Opino la importancia de orientación a las comunidades como prevención para evitar el contagio de estos insectos.
Masculino	18 a 20 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Agua estancada, Río, Nacimientos de agua, Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias), Jardín con flores y cobertura vegetal	Lavanda, Repelente Comercial	Dengue	
Masculino	18 a 20 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Río	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Jutiapa	Urbana	Agua estancada	Ninguno	Dengue, Chikunguya	
Masculino	20 a 29 años	Guatemala	Jutiapa	Urbana	Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias)	Repelente Comercial	Dengue	
Masculino	50 a 59 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	Proponer repelentes naturales que sean efectivas y de mayor protección para las familias y así evitar enfermedades producidas por mosquitos

Por favor indica tu Género	Edad	País de Residencia	Si resides en Guatemala, indica tu departamento de residencia por favor.	¿Vives en área rural o urbana?	¿Cerca del lugar donde vives existe un río, lago, playa, agua estancada?	¿Qué repelente usas para alejar a los zancudos?	¿Has padecido alguna enfermedad relacionada a la picadura de zancudos?	Comparte tus sugerencias
								Y publicar las medidas de prevención en todas las redes sociales y medios de comunicación abierta con mayor frecuencia
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Río	Vick Vaporub	Dengue	
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Lavanda	Dengue	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Guatemala	Rural	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Zika, Dengue	
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Guatemala	Rural	Ninguno de los anteriores	Velas (citronela).	Ninguna	
Femenino	40 a 49 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Chikunguya	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	El Progreso	Rural	Ninguno de los anteriores	Lavanda, Repelente Comercial	Dengue, Fiebre Amarilla	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Guatemala	Rural	Río	Repelente Comercial	Ninguna	La programación de enfermedades transmitidas por zancudos muchas veces es por culpa del ser humano, pues no se toman las medidas necesarias para evitar la programación de zancudos, deberíamos evitar tener aguas estancadas en casa.
Masculino	20 a 29 años	Guatemala	Escuintla	Urbana	Río	Repelente Comercial	Chikunguya	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias), Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	...
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Sacatepéquez	Urbana	Río	Repelente Comercial	Dengue	
Masculino	40 a 49 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Raqueta eléctrica	Dengue	
Masculino	50 a 59 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	Ofrecer alternativas de prevención
Femenino	40 a 49 años	México		Urbana	Ninguno de los anteriores	Velas (citronela), Repelente Comercial	Ninguna	Prevenir las picaduras de mosquitos
Femenino	50 a 59 años	Argentina		Urbana	Playa, Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Sacatepéquez	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	
Masculino	20 a 29 años	Guatemala	Huehuetenango	Rural	Río	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Sacatepéquez	Rural	Nacimientos de agua	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Sacatepéquez	Urbana	Ninguno de los anteriores	Ninguno	No	
Masculino	20 a 29 años	Guatemala	Sacatepéquez	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Sacatepéquez	Rural	Nacimientos de agua	Ajo.	Ninguna	
Femenino	Menor a 13 años	Guatemala	Sacatepéquez	Rural	Nacimientos de agua	Ajo.	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Sacatepéquez	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	
Masculino	20 a 29 años	Guatemala	Sacatepéquez	Rural	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Dengue	Creo que el dar a conocer los métodos para eliminar la propagación de los zancudos
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Huehuetenango	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	No dejar agua estancada, tener buena limpieza, usar productos para alejar a cualquiera clase de zancudos y mantener limpios lugares como pilas, estanques, peceras, etc.
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Huehuetenango	Rural	Agua estancada, Río, Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias), Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Sacatepéquez	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Sacatepéquez	Urbana	Agua estancada	Repelente Comercial	Ninguna	Es importante desinfectar las áreas que suele estar húmedas con cloro y no mantener recipientes con agua.
Masculino	18 a 20 años	Guatemala	Huehuetenango	Urbana	Agua estancada, Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Dengue, Chikunguya	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Sacatepéquez	Rural	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	Cuidarse
Femenino	40 a 49 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Chikunguya	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Huehuetenango	Urbana	Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias)	Repelente Comercial	Dengue	
Femenino	50 a 59 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Ninguno de los anteriores	Lavanda	Ninguna	
Femenino	30 a 39 años	Guatemala	Guatemala	Rural	Agua estancada	Lavanda, incienso	Dengue, Chikunguya	mejorar la distribución de repelente
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Río	Repelente Comercial	Ninguna	
Masculino	20 a 29 años	Guatemala	Quetzaltenango	Urbana	Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	

Por favor indica tu Género	Edad	País de Residencia	Si resides en Guatemala, indica tu departamento de residencia por favor.	¿Vives en área rural o urbana?	¿Cerca del lugar donde vives existe un río, lago, playa, agua estancada?	¿Qué repelente usas para alejar a los zancudos?	¿Has padecido alguna enfermedad relacionada a la picadura de zancudos?	Comparte tus sugerencias
Femenino	40 a 49 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Agua estancada, Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	Yo no, pero 5 miembros en mi casa si tuvieron dengue
Femenino	Menor a 13 años	Guatemala	Guatemala	Rural	Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	Cuidarse y no mantener estanques con agua
Masculino	20 a 29 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Jardín con flores y cobertura vegetal	Velas (citronela)., Repelente Comercial	Dengue, Chikunguya	
Femenino	18 a 20 años	Guatemala	Guatemala	Urbana	Piscinas	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	60 a 69 años	Estados Unidos		Urbana	Lagunas artificiales	Repelente Comercial	Ninguna	Busquen las investigaciones usando imágenes satélite rías para hacer fumigaciones localizadas
Femenino	20 a 29 años	México		Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Jardín con flores y cobertura vegetal	Vinagre.	Ninguna	Mantener los espacios limpios evitando acumulación de agua.
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Río	Velas (citronela).	Ninguna	Cuidemos de los zancudos
Masculino	18 a 20 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Río, Nacimientos de agua, Piscinas	Velas (citronela).	Ninguna	
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Jardín con flores y cobertura vegetal	Quema de eucalipto.	Dengue	Tuve la vivencia de ser afectada por el dengue, realmente es una enfermedad muy complicada y que definitivamente pone en riesgo la vida de los seres humanos. Fui perjudicada por esta enfermedad en el 2020 y no fui al única, porque también padecieron algunos de mis familiares y podría decir que todo el barrio en general, ya que se expandió rápidamente, esto debido a la falta de control de las plagas por parte del centro de salud del municipio. Es importante prestarle atención a este tipo de situaciones porque lamentablemente se pierden vidas humanas a causa de ello.
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Ninguno de los anteriores	Velas (citronela).	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Lagunas	Nada	No	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Río	Lavanda	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias), Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias)	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Río, Nacimientos de agua	Repelente Comercial	Ninguna	Cada uno de nosotros tenemos que mantenernos sanos para tener una buena salud. Y en especial los zancudos que nos pueden enfermar por causas de ríos contaminados que provienen de ahí, para evitar los zancudos tenemos que no contaminar los ríos y no dejar baños con agua por semanas.
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Nacimientos de agua, Jardín con flores y cobertura vegetal	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Ninguno de los anteriores	Vinagre.	Ninguna	Que no hay que mantener recipientes con Agua. Cuidar de las picaduras de Zancudo.
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Ninguno de los anteriores	Eucalipto	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Agua estancada, Lagunas artificiales	Velas (citronela).	Ninguna	Ninguna
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Río	Manzanilla.,	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Río, Nacimientos de agua	Manzanilla., Repelente Comercial	Ninguna	Que si es importante tomar medidas de prevención contra algunas de estas enfermedades.
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Río, Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias)	Velas (citronela).	Ninguna	Cuidarnos siempre de cada Zancudo para evitar cualquier enfermedad.
Masculino	18 a 20 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Ninguno de los anteriores	Velas (citronela).	Ninguna	
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Ninguna de los anteriores	Otro	Ninguna	Estuvo bien las respuestas
Femenino	20 a 29 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Río, Piscinas, Jardín con flores y cobertura vegetal	Ajo.	Ninguna	

Por favor indica tu Género	Edad	País de Residencia	Si resides en Guatemala, indica tu departamento de residencia por favor.	¿Vives en área rural o urbana?	¿Cerca del lugar donde vives existe un río, lago, playa, agua estancada?	¿Qué repelente usas para alejar a los zancudos?	¿Has padecido alguna enfermedad relacionada a la picadura de zancudos?	Comparte tus sugerencias
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Río	Velas (citronela).	Ninguna	
	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Río	Velas (citronela).	Ninguna	
	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Río	Ajo.	Dengue	
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Piletas artificiales (pilas y estanques comunitarias)	Repelente Comercial	Ninguna	
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	Cuidarnos de tener agua almacenada para prevenir la propagación de zancudos
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Urbana	Ninguno de los anteriores	Repelente Comercial	Ninguna	No tener agua almacenada para prevenir que nazcan zancudos.
Femenino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Piscinas	Lavanda	Ninguna	Si sugerencias en utilizar pabellón y tirar las superficies acumuladas de agua para evitar enfermedades del piquete de los zancudos.
Masculino	13 a 18 años	Guatemala	Chimaltenango	Rural	Río	Ajo.	Ninguna	Mi argumento es, no depositar agua por mucho tiempo en un recipiente y hacer posos ciegos para acumular el agua.