



PLAN NACIONAL DE MONITOREO Y MANEJO DE LA RESISTENCIA A LOS INSECTICIDAS EN VECTORES DE ARBOVIROSIS Y MALARIA EN COSTA RICA

Vs 1. Octubre, 2018 (Última actualización: Vs 2. Septiembre de 2021)



GRUPO TÉCNICO Y GERENCIAL

MINISTERIO DE SALUD DE COSTA RICA

Dr.	Daniel Salas	Ministro de Salud
Dra.	Priscilla Herrera	Directora General
Dra.	Sandra Delgado	Directora de Vigilancia de la Salud
Dr.	Roberto Castro Córdoba	Jefe Unidad de Análisis Permanente de Situación en Salud
Dr.	Rodrigo Marin Rodríguez	Coordinador Programa Integrado de Vectores
	Carlos Aguilar Avendaño	Inspector Servicio Civil I

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD

Dra. Gabriela Rey Vega	Oficial técnica malaria y ETV
Lic. Paola González	Consultora Geógrafa
Dra. Elena Rodríguez	Consultora Nacional
Dra. Paola Vásquez	Consultora Nacional



CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
1. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	12
2. ORGANIZACIÓN DEL SECTOR SALUD.....	14
2.1 Estructura del Ministerio	14
2.1.1 Nivel central	14
2.1.2 Nivel Regional.....	14
2.1.3 Nivel Local	14
2.2 Organización de los servicios de salud de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS)	17
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN	18
3.1 Epidemiología de las arbovirosis	18
3.1.1 Dengue	18
3.1.2 Dengue Grave.....	20
3.1.3 Chikunguña	21
3.1.4 Zika	23
3.2 Epidemiología de la malaria	25
3.3 Intervenciones de control vectorial para <i>Aedes aegypti</i>	27
3.3.1 Control físico – manejo ambiental	27
3.3.2 Control biológico	27
3.3.3 Control químico.....	28
3.4 Intervenciones de control vectorial para <i>Anopheles albimanus</i>	29
3.4.1 Control físico	29
3.4.2 Rociado residual intra y extra domiciliar	30
3.4.3 Aplicación espacial	30
3.4.4 Uso de Mosquiteros Tratados con Insecticidas de Larga Duración (MTILD)	31
3.5 Evaluación de las intervenciones.....	31
3.6 Registro de insecticidas en el país	31
3.7 Vigilancia entomológica para arbovirosis	32
3.8 Vigilancia entomológica para malaria.....	33
3.9 Antecedentes de estudios de resistencia a insecticidas en el país en vectores de arbovirosis	34
3.10 Antecedentes de estudios de resistencia a insecticidas en el país en vectores de malaria	35
3.11 Manejo y disseminación de los datos.....	35
3.12 Vacíos de conocimiento	35
3.13 Contribución de socios.....	35
3.14 DOFA	38
4. MARCO DE IMPLEMENTACIÓN	37
4.1 Objetivos	37
4.1.1 Objetivo General	37
4.1.2 Objetivos específicos.....	37
4.2 Monitoreo de la resistencia a insecticidas	38
4.2.1 Sitios centinela	38
4.2.2 Periodicidad	38
4.2.3 Metodología	38



4.2.4 Sistema de información	44
4.2.5 Manejo de la resistencia a insecticidas.....	46
4.2.6 Actividades y cronograma.....	46
4.2.7 Indicadores de evaluación de actividades programadas.....	47
4.2.8 Recursos Humanos.....	48
4.2.9 Presupuesto	49
5. BIBLIOGRAFÍA.....	50



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Organización provincial de Costa Rica.....	13
Tabla 2. Costa Rica: Casos de dengue por provincia, 2016 - 2020.	19
Tabla 3. Costa Rica: Casos de Chikunguña, por Provincia, 2014-2020	21
Tabla 4. Costa Rica: Casos de Zika, según provincia, 2016-2020.....	23
Tabla 5. Casos de malaria 2016 – 2020	25
Tabla 6. Biolarvicidas utilizados para el control biológico de <i>Ae. aegypti</i>	28
Tabla 7. Larvicidas para el control de <i>Aedes aegypti</i>	28
Tabla 8. Insecticidas utilizados para el control de <i>Ae. aegypti</i>	29
Tabla 9. Insecticidas utilizados para el control de <i>Anopheles albimanus</i>	30
Tabla 10. Principales insecticidas de uso en salud pública	32
Tabla 11. Estudios de susceptibilidad a insecticidas en <i>Aedes aegypti</i>	29
Tabla 12. Factores de sinergismo en larvas de <i>Aedes aegypti</i>	29
Tabla 13. Estudios de susceptibilidad a insecticidas en <i>Anopheles albimanus</i>	35
Tabla 14. Contribución de Socios	35
Tabla 15. Sitios centinela seleccionados para la evaluación de resistencia a insecticidas en <i>Aedes aegypti</i> 2021 - 2022.....	40
Tabla 16. Insecticidas utilizados en los principales cultivos del país ⁹	41
Tabla 17. Sitios centinela para la evaluación de <i>Anopheles albimanus</i> 2021 - 2022.....	42
Tabla 18. Papeles impregnados y kit de OMS donado para Costa Rica:	44
Tabla 19. Actividades y cronograma años 2021 – 2022	46
Tabla 20. Indicadores de evaluación del plan	48
Tabla 21. Presupuesto implementación del plan	49



LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Mapa político de Costa Rica	12
Ilustración 2. Distribución del Nivel Local - Ministerio de Salud Costa Rica 2017.....	15
Ilustración 3. Distribución organizativa para la Vigilancia entomológica y el control vectorial en el marco de la Estrategia de Gestión Integrada para la prevención y control de enfermedades transmitidas por vectores.	16
Ilustración 4. Red de servicios CCSS.....	17
Ilustración 5. Número anual de casos de dengue y dengue grave. Costa Rica 1993-2020	19
Ilustración 6. Incidencia de dengue a nivel cantonal. Costa Rica 2015-2020.....	20
Ilustración 7. Incidencia de chikunguña a nivel cantonal. Costa Rica 2015-2020.....	22
Ilustración 8. Incidencia de zika a nivel cantonal. Costa Rica 2016-2020.....	24
Ilustración 9. Casos de malaria autóctonos según Región, 2016 - 2020.	26
Ilustración 10. Mapa de estratificación nacional de riesgo de malaria 2019	26
Ilustración 11. Resultados de susceptibilidad/ resistencia a insecticidas en adultos y larvas de Aedes aegypti.....	32
Ilustración 12. Factores de sinergismo para Aedes aegypti	31
Ilustración 13. Procedimiento para el desarrollo de pruebas OMS ¹⁶	43
Ilustración 14. Flujo de información.....	45



Lista de Siglas y Abreviaturas Utilizadas en el Documento

ATAP	Asistente Técnico de Atención Primaria
CDC	Centro de Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos
CCSS	Caja Costarricense del Seguro Social
DEF	S,S,S tributifosforotritionato
EBAIS	Equipos Básicos de Atención Integral en Salud
EMMIE	Eliminación de malaria en Mesoamérica e Isla Hispaniola
EGI	Estrategia de Gestión Integrada
ETV	Enfermedades Transmitidas por Vectores
FS	Factor de sinergismo
FR	Factor de resistencia
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OMS	Organización Mundial de la Salud
PBO	Butóxido de piperonilo
UCR	Universidad de Costa Rica



RESUMEN EJECUTIVO

Las tres arbovirosis presentes en Costa Rica: dengue, zika y chikunguña, son transmitidas por *Aedes aegypti* y en menor grado por *Aedes albopictus*, especie que se ha propagado rápidamente en todo el mundo. El dengue, se detecta en el país por primera vez en el año 1993 en la localidad de Barranca, provincia de Puntarenas, en la Región Pacífico Central y desde entonces se ha convertido en uno de los mayores problemas de salud pública en Costa Rica, por la cantidad de casos y los altos costos en atención hospitalaria y control vectorial. El chikunguña y el zika son detectadas en el país en los años 2014 y 2016 respectivamente, y desde entonces se ha registrado una mayor afectación de estos virus en el sexo femenino, siendo la relación M:H de 2:1. Las actividades de control vectorial se han orientado principalmente a la reducción de sitios de cría, mediante campañas de eliminación y destrucción de depósitos inservibles, con la comunidad y otros actores sociales; lavado y cepillado de pilas, barriles y otros depósitos para mantener agua para uso doméstico y el uso de insecticidas piretroides mediante aerosoles calientes o nebulización térmica y aerosoles en frío a volumen ultrabajo (UBV) para la eliminación de fase adulta del vector y la aplicación del organofosforado temefos para la eliminación de las fases acuáticas.

La malaria se ha presentado en Costa Rica con características de endemia desde 1990, restableciéndose la transmisión en amplias zonas de la Región Huetar Caribe. En los últimos años, la mayor cantidad de casos se han registrado en la zona norte del país (Región Huetar Norte), muchos de estos asociados a la extracción minera y agricultura. Las actividades de control vectorial han estado orientadas principalmente a rociamiento intradomiciliar mediante el uso de piretroides de acción residual como alfa-cipermetrina y entrega de mosquiteros con este mismo ingrediente activo.

Para Costa Rica, se han documentado seis estudios sobre el estado de la susceptibilidad a los insecticidas en *Aedes aegypti*, mostrando resultados compatibles con resistencia a insecticidas de tipo piretroide en algunas poblaciones. Por otra parte, se han registrado datos de resistencia del *Anopheles albimanus* al DDT y Propoxur en pruebas realizadas hace más de 20 años. Recientemente, en el año 2017, producto de una capacitación dirigida a inspectores de salud, se identificó la posible resistencia de esta especie al malatión.

Esto evidencia que Costa Rica carece de información precisa sobre el estado de resistencia y/o susceptibilidad a los insecticidas. Considerando que la vigilancia de la resistencia a los insecticidas es un componente fundamental de la vigilancia entomológica, es necesario que el país elabore un plan nacional para llevar a cabo de manera sistemática y rutinaria la vigilancia entomológica y por ende una vigilancia de la resistencia a los insecticidas de uso en salud pública.

El propósito del plan elaborado es implementar en el país el componente de la vigilancia y manejo de la resistencia a los insecticidas en vectores de arbovirosis y malaria, como un componente de la Vigilancia entomológica. Esto permitirá conocer el estado de resistencia y/o susceptibilidad en vectores *Ae. aegypti* y *Anopheles albimanus* a insecticidas de tipo piretroide, organofosforado y



carbamato en las principales regiones geográficas del país, y por tanto orientar la toma de decisiones en control vectorial aunado a evaluaciones de eficacia en campo de los productos actualmente utilizados.



JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades transmitidas por vectores (ETV), representan aproximadamente un 17% de la carga mundial estimada de las enfermedades infecciosas y cada año se registran más de 700.000 defunciones a causa de las ETV. Estas enfermedades afectan de forma desproporcionada a las poblaciones más pobres de las zonas tropicales y subtropicales a lo que se suman factores demográficos, sociales y ambientales.

Los Estados Miembros considerando la carga económica, social, importancia y relevancia de las enfermedades transmitidas por vectores (ETV) han aprobado en septiembre de 2018, durante el 56° Consejo directivo y 70ª sesión del comité regional de la OMS para las Américas, el Plan de Acción sobre entomología y control de vectores 2018 – 2023, el cual tiene como objetivo fortalecer la capacidad regional y nacional de prevención y control de los vectores clave y reducir la propagación de ETV.

El referido Plan de acción tiene por finalidades: a) acelerar el avance de la Región hacia una mayor prevención y control y, en algunos casos, la eliminación de las ETV; b) estandarizar el manejo integrado de vectores (MIV), adaptarlo a las necesidades de la Región y ampliarlo para posibilitar el uso de nuevas tecnologías, cuando sea factible; c) **mejorar el monitoreo y manejo de la resistencia a los insecticidas**; y d) fortalecer la capacidad de recursos humanos en cuanto a la entomología aplicada a la salud pública mediante más y mayores oportunidades para la formación y capacitación en entomología.

Las líneas estratégicas del plan se centran en la aplicación del MIV, la mejora del monitoreo, la evaluación y manejo de la resistencia a los insecticidas, así como la capacitación y la formación de capacidades para mejorar la práctica entomológica y su integración con la práctica epidemiológica, para la toma oportuna y adecuada de decisiones en materia de prevención y control vectorial.

Los viajes y el comercio mundiales, la urbanización no planificada y los problemas medioambientales, como el cambio climático, cambios en las prácticas agrícolas pueden influir en la transmisión de patógenos por la expansión de los mosquitos y otros vectores a nuevos hábitats, así como la aparición de resistencia a los insecticidas.

Dadas las características de las enfermedades transmitidas por vectores, las estrategias de control deberían estar centradas en el saneamiento ambiental, mejoramiento de vivienda, la educación y participación de la comunidad, diagnóstico y tratamiento oportuno y un enfoque integral del control de vectores. Sin embargo, el uso sostenido de insecticidas por parte de los Ministerios de Salud en el control de vectores, además del incremento del uso de plaguicidas de uso agrícola y uso doméstico ha ocasionado el desarrollo de resistencia en las poblaciones de vectores a diferentes insecticidas de uso en Salud Pública.



Dada esta situación se hace necesario una readaptación de los programas de control de vectores, respaldada por un aumento de la capacidad técnica, una mejora de la infraestructura, un sistema de monitoreo y vigilancia efectivo, y una mayor movilización de la comunidad. En última instancia, la aplicación de un enfoque integral del control de vectores que posibilite el logro de las metas nacionales y mundiales con respecto a determinadas enfermedades y contribuya al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la cobertura sanitaria universal.

Por tanto, Costa Rica requiere contar con una herramienta que establezca la vigilancia y manejo de la resistencia a los insecticidas, como un componente de la vigilancia entomológica, así como fortalecer las capacidades nacionales para establecer un sistema de vigilancia rutinario de la resistencia a insecticidas que pueda proveer información oportuna a los tomadores de decisiones para el adecuado control vectorial y su implementación en una política nacional de Manejo Integrado de Vectores.



1. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA

La República de Costa Rica se ubica en la región centroamericana. Limita al norte con la República de Nicaragua y al sureste con la República de Panamá. El país cuenta con 4.947.481 habitantes (2017) y su superficie es de 51.100 km². En términos generales posee un relieve con tierras bajas, medias y altas, cuya altura sobre el nivel del mar oscila entre los 0 y los 4000 msnm. Posee tres regiones climáticas bien definidas: Región tropical húmeda Atlántico, Región intermontana central y Región Tropical del Pacífico y a su vez está dividida en subregiones climáticas, según características atmosféricas anuales que se comparten entre ellas.

En total, el país se divide en 7 provincias: San José (20 cantones), Alajuela (15 cantones), Cartago (8 cantones), Heredia (10 cantones), Guanacaste (11 cantones), Puntarenas (11 cantones) y El Limón (6 cantones). (Mapa 1) (Tabla 1).

Ilustración 1. Mapa político de Costa Rica



Fuente: Tomado de: <https://espanol.mapsofworld.com/continentes/norte-america/costa-rica/costa-rica-mapa.html>



Tabla 1. Organización provincial de Costa Rica

Provincia	Cabecera	Cantones	Distritos	Habitantes	Extensión km ²
San José	San José	20	123	1.404.242	4.960
Alajuela	Alajuela	16	115	848.146	9.754
Cartago	Cartago	8	51	490.903	3.125
Heredia	Heredia	10	47	433.677	2.657
Guanacaste	Liberia	11	59	326.953	10.141
Puntarenas	Puntarenas	11	60	410.929	11.266
Limón	Limón	6	29	386.862	9.189
Total		82	484	5.163.021	51.100

Fuente: Tomado de <https://www.inec.cr/poblacion>

Geográficamente, la franja planetaria comprendida entre los paralelos Trópico de Cáncer y Trópico de Capricornio se define como Zona Tropical. La ubicación de Costa Rica en esta región le confiere características tropicales a su entorno ecológico: bosques, red hidrográfica, suelos y clima. La fauna y la flora que se adapta a estas condiciones, son, por lo tanto, de tipo tropical. El clima tropical, es modificado por diferentes factores como el relieve (la disposición de las montañas, llanuras y mesetas), la situación con respecto al continente (condición ístmica), la influencia oceánica (los vientos o las brisas marinas, la temperatura de las corrientes marinas) y la circulación general de la atmósfera. La interacción de factores geográficos locales, atmosféricos y oceánicos son los criterios principales para regionalizar climáticamente el país. La orientación noroeste-sureste del sistema montañoso divide a Costa Rica en dos vertientes: Pacífica y Caribe. Cada una de estas vertientes, presenta su propio régimen de precipitación y temperaturas con características particulares de distribución espacial y temporal.¹

La transmisión de las ETV ocurre en espacios físicos delimitados que tienen ciertas características geográficas y ecológicas, y en los cuales se articulan e interactúan diversos factores sociales determinantes que las favorecen, siendo Costa Rica un país que reúne las condiciones para la transmisión de arbovirosis en todas las provincias, malaria en las provincias de Alajuela y Limón principalmente (aunque existen otras provincias como Puntarenas y Guanacaste con alta receptividad y vulnerabilidad para que se establezca la transmisión de esta enfermedad); leishmaniasis en las provincias de Limón y Cartago (Turrialba) y Enfermedad de Chagas en la provincia de Heredia.

Adicionalmente a las condiciones geográficas y ecológicas, múltiples factores como crisis económicas, desastres naturales (como el terremoto de Limón), los procesos de urbanización, el incremento en la movilización de la población, patrones migratorios, la falta de seguimiento y recursos a los programas de manejo integrado de vectores, el surgimiento de resistencia a insecticidas, así como, cambios en factores ambientales y climáticos, han jugado un papel



importante para que a inicios de la década de 1990, varias de estas enfermedades y vectores, considerados como controlados o eliminados del país, volvieron a cobrar importancia.

2. ORGANIZACIÓN DEL SECTOR SALUD

El Sector Salud está conformado por un conjunto de entidades públicas centralizadas y descentralizadas que tienen una competencia explícita y legal dirigida a proteger y mejorar la salud de la población. Para efectos de este plan, se describe brevemente la estructura del Ministerio, con el fin de identificar los actores y competencias de cada nivel en el marco de implementación.

2.1 Estructura del Ministerio

El Ministerio de Salud, como ente rector del Sector Salud, lidera y articula, de manera efectiva, los esfuerzos de los actores sociales claves y ejerce sus potestades de autoridad sanitaria, para proteger y mejorar la salud de la población. Organizativamente se divide en tres niveles de gestión: Nivel Central, Regional y Local.

2.1.1 Nivel central

Constituye el nivel político-estratégico y técnico-normativo de la institución. A este nivel, se generan lineamientos nacionales, manuales operativos, planes nacionales y consolidación de datos que remiten los niveles regionales.

2.1.2 Nivel Regional

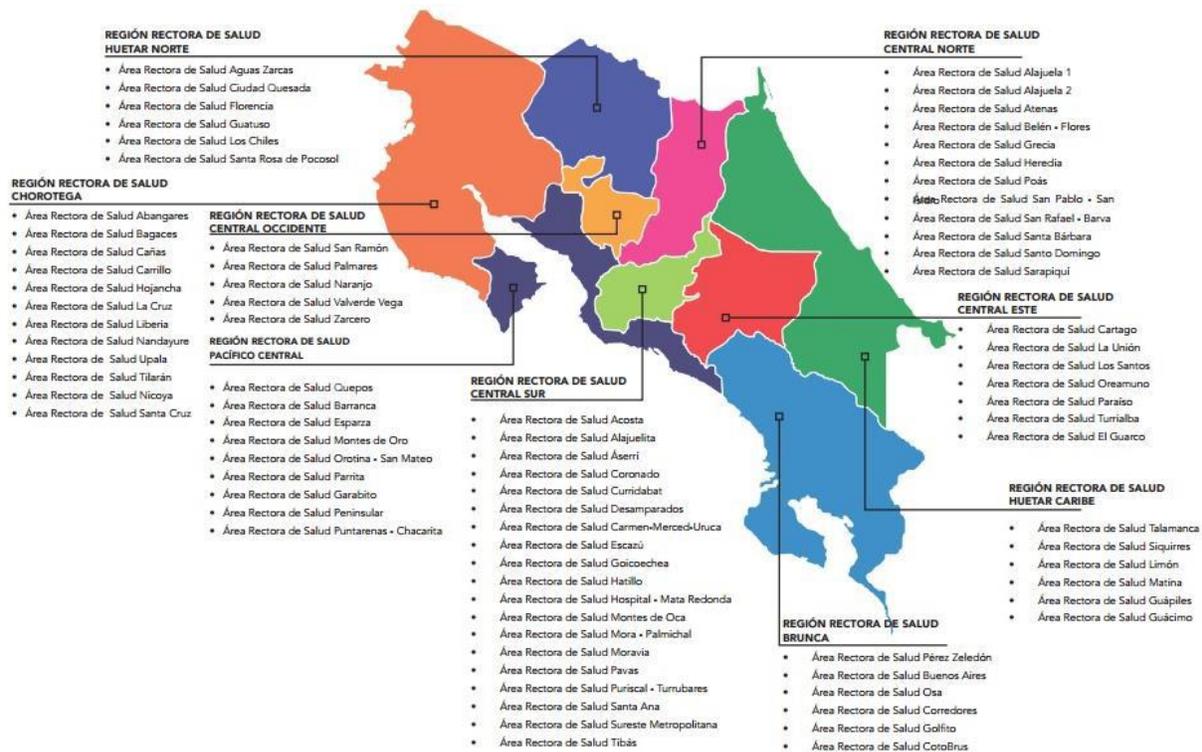
Su función principal es la de dirigir y conducir, en el ámbito regional, los esfuerzos de los actores involucrados en la producción social de la salud, además de garantizar que las actividades, establecimientos, productos y equipos cumplan con la normativa y regulaciones vigentes, para mejorar los niveles de salud de la población. Constituye el segundo nivel de gestión del ente rector. Está compuesto por nueve regiones rectoras de salud: Central Sur, Central Norte, Central Este, Central Occidente, Chorotega, Pacífico Central, Huetar Norte, Huetar Caribe y Brunca.

2.1.3 Nivel Local

Constituye el nivel político-operativo de la institución para la ejecución de las funciones rectoras y de provisión de servicios de salud. Está integrado por 82 áreas rectoras de salud.



Ilustración 2. Distribución del Nivel Local - Ministerio de Salud Costa Rica 2017



Fuente: Costa Rica - Plan de Inversión del Ministerio de Salud (PIMS) 2017-2026

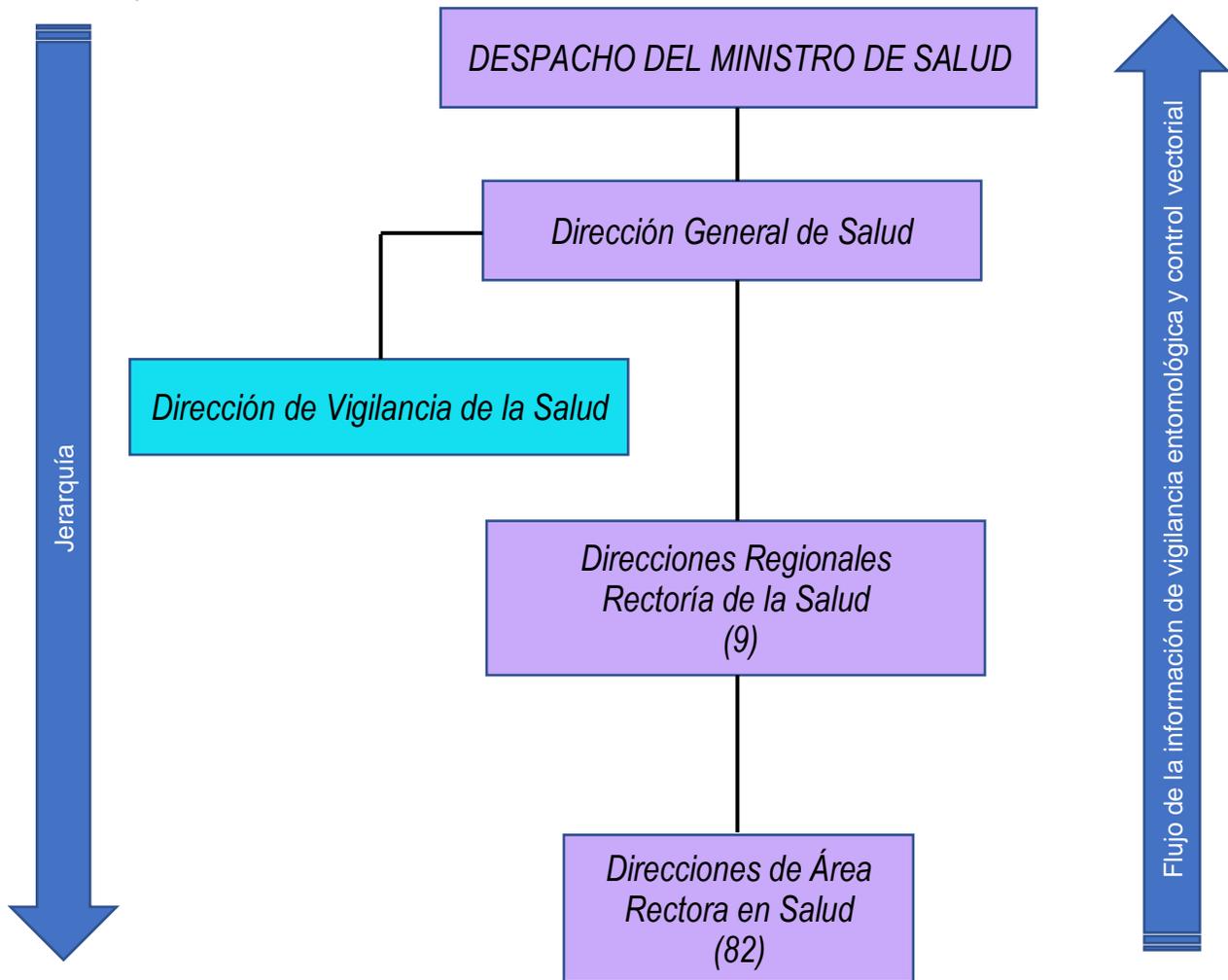
Idealmente al interior de los países existen Programas Nacionales de Control de Vectores. Para el caso de Costa Rica y según el organigrama del Manual de Organización y Funciones 2020² se desarrollan las actividades sobre un esquema verticalizado que empieza en el nivel central con la Dirección General de Salud. De ella dependen directamente la Dirección de Vigilancia en Salud que dentro de sus funciones, debe conducir la implementación y ajuste de los componentes correspondientes a la Vigilancia de la Salud de la Estrategia de Gestión Integrada para la prevención y control de enfermedades transmitidas por vectores.

De manera similar están las Direcciones Regionales de Rectoría en Salud - DRRS (nueve en total, que a su vez son el enlace entre el nivel central y el nivel local) y que en términos de vigilancia entomológica y control vectorial, deben garantizar la implementación de la Estrategia de Gestión Integrada para el control vectorial a nivel regional, para lo cual basan su accionar en el manual “Manejo Integrado de Vectores”, un documento de procedimientos, instrucciones y rutinas que se viene aplicando en todos los niveles. El último eslabón organizativo de la jerarquía, son las Direcciones de las Áreas Rectoras de Salud – DARS (82 en total).



Al interior de estas Áreas Rectoras de Salud laboran los inspectores de salud, quienes desarrollan las actividades operativas y ejecutan las acciones rectoras del proceso de vigilancia en salud, por orientación del director de cada regional. Es justamente a través de los inspectores de salud y desde cada área rectora, que se tiene la imagen real de la situación epidemiológica identificada in situ, no solo para el tema de las ETV, sino para todo el contexto de salud que rodea cada localidad, por tanto, el empoderamiento que cada uno de ellos tenga de sus labores diarias, es garantía para que las decisiones de intervención en control de vectores sean las indicadas.

Ilustración 3. Distribución organizativa para la Vigilancia entomológica y el control vectorial en el marco de la Estrategia de Gestión Integrada para la prevención y control de enfermedades transmitidas por vectores.



Fuente: Adaptado del Manual de Organización y Funciones – Ministerio de Costa Rica, Enero. 2020

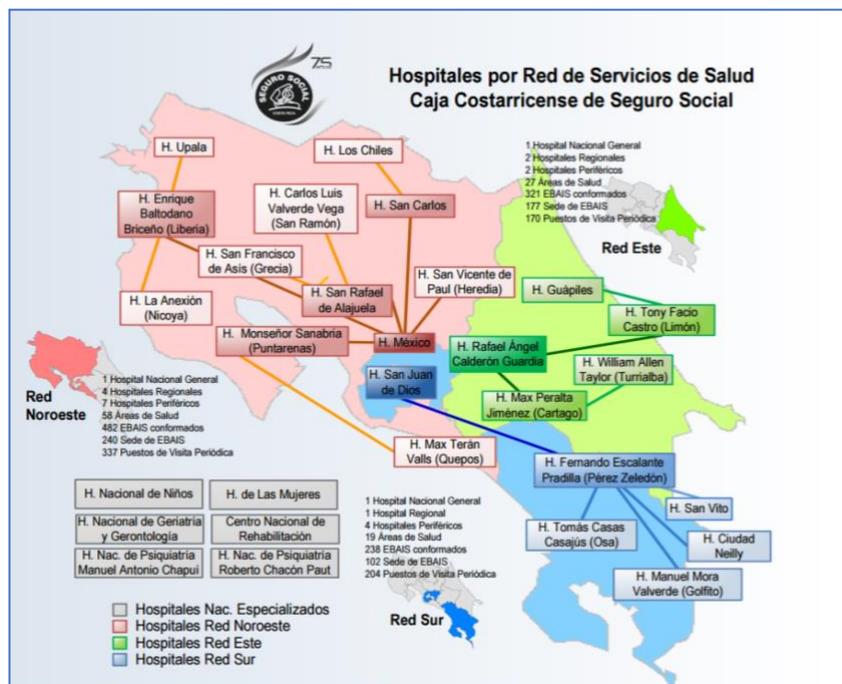


2.2 Organización de los servicios de salud de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS)

La CCSS es el principal proveedor de servicios personales del sector público del país, está conformada por un conjunto de establecimientos de salud organizados por niveles de atención, redes y regiones con distintos grados de complejidad y capacidad resolutive, interrelacionadas entre sí, articuladas de forma vertical u horizontal, cuya complementariedad asegura la provisión y continuidad de un conjunto de servicios en salud destinados a satisfacer necesidades y demandas de la población e incrementar la capacidad resolutive de la institución.

La Red de Servicios de la CCSS, está conformada por: 3 hospitales nacionales, 6 hospitales especializados, 7 hospitales regionales, 13 hospitales periféricos, 104 áreas de salud 1041 Equipos Básicos de Atención Integral en Salud (EBAIS). Los EBAIS está compuesto por al menos por un (a) médico, un (a) auxiliar de enfermería, un (a) asistente técnico de atención primaria (ATAP) y registros de salud (REDES), quienes brindan la atención para la detección, diagnóstico y tratamiento de las ETV.

Ilustración 4. Red de servicios CCSS





3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

3.1 Epidemiología de las arbovirosis

3.1.1 Dengue

El dengue es una enfermedad vírica transmitida por mosquitos hembra de la especie *Aedes aegypti* y en menor grado *Aedes albopictus* y que se ha propagado rápidamente en todos los países del mundo, con variaciones locales en el riesgo que dependen en gran medida de las precipitaciones, la temperatura y la urbanización rápida sin planificar. El dengue grave se ha convertido en una de las causas principales de hospitalización y muerte en los niños y adultos.

Esta enfermedad se detectó por primera vez en 1993 en la localidad de Barranca, provincia de Puntarenas y desde entonces, se ha convertido en uno de los mayores problemas de salud pública por la cantidad de casos y los altos costos en atención hospitalaria y control vectorial, pues se han reportado las 9 regiones rectoras en salud.

Entre 2016 y 2018, se notificaron más del 60% del total de casos de dengue a nivel nacional reportados en el último quinquenio (2016 – 2020). El año 2016 fue el más epidémico pues registró 23.319 casos, con una tendencia a la disminución los siguientes 2 años, llegando a un mínimo de 2.735 casos en 2018 lo que corresponde a una reducción de 88,3%, con respecto al 2016.

Entre 2019 y 2020 el número de casos aumentó nuevamente, lo cual coincide con el comportamiento epidémico cíclico con mayor o menor grado, cada 3 a 5 años. En este periodo, las regiones Huetar Caribe, Central Norte y Brunca aportaron el mayor número de casos (67%). Las Provincias de Limón, Heredia, Puntarenas y San José aportaron el 80,5 % de los casos. (Tabla 1).

Para el 2020, más del 70% de los casos se notificaron en 10 de los 82 cantones del país: Pérez Zeledón, Talamanca, Matina, Siquirres, Pococí, Corredores, Guácimo, Puntarenas, San Carlos, y Limón.

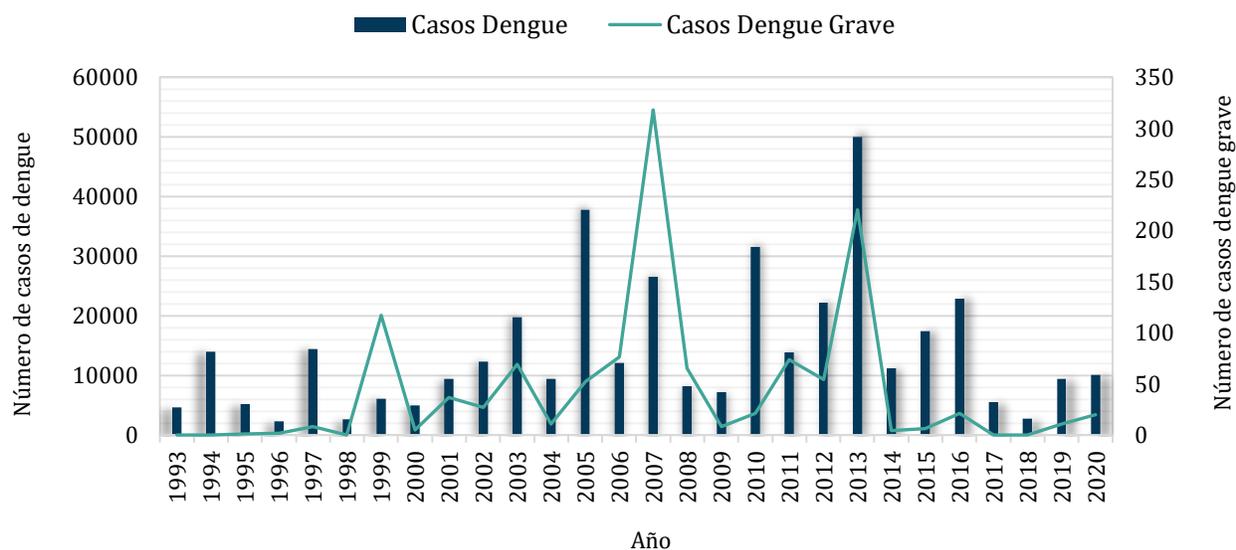


Tabla 2. Costa Rica: Casos de dengue por provincia, 2015 - 2020.

PROVINCIA	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL CASOS
Limón	637	1,601	2,223	688	1,958	4,587	11,057
Puntarenas	5,552	6,508	805	348	1,362	1,689	10,712
Alajuela	2,513	6,662	1,111	362	517	1,204	9,856
San José	1,165	4,579	526	170	617	1,729	7,621
Heredia	372	1,091	413	788	3,295	308	5,895
Guanacaste	6,951	2,794	397	304	984	313	4,792
Cartago	68	84	86	75	667	226	1,138
Total	17,258	23,319	5,561	2,735	9,400	10,056	51,071

Adaptado de Fuente: Dirección de Vigilancia de la Salud. Ministerio de Salud. 2020.

Ilustración 5. Número anual de casos de dengue y dengue grave. Costa Rica 1993-2020



Fuente: Dirección de Vigilancia de la Salud. Ministerio de Salud



Ilustración 6. Incidencia de dengue a nivel cantonal. Costa Rica 2015-2020

(Tasa por 100.000 habitantes)





3.1.2 Dengue Grave

Para el período 2016 al 2018, se reportaron por 23 dengues graves, siendo en el año 2016 en donde se reportó la mayor cantidad (91.3%). Durante este período no se registró ninguna defunción por dengue grave. El 2020, culminó con la notificación de un total de 20 casos de dengue grave, para una tasa de 0,2 casos por 100.000 habitantes.

3.1.3 Chikunguña

La fiebre chikunguña (CHIK), es una enfermedad emergente transmitida por mosquitos y causada por un alfavirus, el virus Chikunguña (CHIKV). Esta enfermedad es transmitida principalmente por los mosquitos *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en Asia y otros mosquitos del género *Aedes* en África y Australia.

La enfermedad se da sobre todo en África, Asia y el subcontinente indio. Sin embargo, a partir del año 2014 se inicia la transmisión en diferentes países de la Región de la Américas y ya en el 2015 se reportan grandes brotes en varios países.³

En Costa Rica, los primeros casos importados se detectaron finalizando mayo de 2014 y al finalizar ese año comienza a establecerse la transmisión autóctona a nivel nacional. Al igual que sucedió con dengue, poco a poco el CHKV se extendió a todas las regiones del país.

Entre 2014 y 2018, se notificaron 9.214 casos, siendo el 2015 el de mayor incidencia, con una tasa de 101,7 por 100.000 habitantes. En este período el 83,6% del total de casos del país se reportaron en las provincias de Guanacaste, Puntarenas y Limón (Tabla 2).

Entre 2019 y 2020 se registraron 195 casos, lo que representó una disminución del 97%, con respecto al 2015. En este periodo, las regiones Central Norte, Pacífico Central y Central Sur, aportaron el 62% de los casos. Las Provincias de Guanacaste, Puntarenas, Limón y Alajuela aportaron el 70% de los casos.

Tabla 3. Costa Rica: Casos de Chikunguña, por Provincia, 2014-2020

Provincia	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL CASOS
Guanacaste	29	2.514	1.175	70	14	21	8	3.831
Puntarenas	77	926	1.339	64	15	27	9	2.450
Limón	0	917	439	113	16	12	9	1.506
Alajuela	12	295	435	87	55	6	9	943
San José	18	177	132	41	22	25	12	425

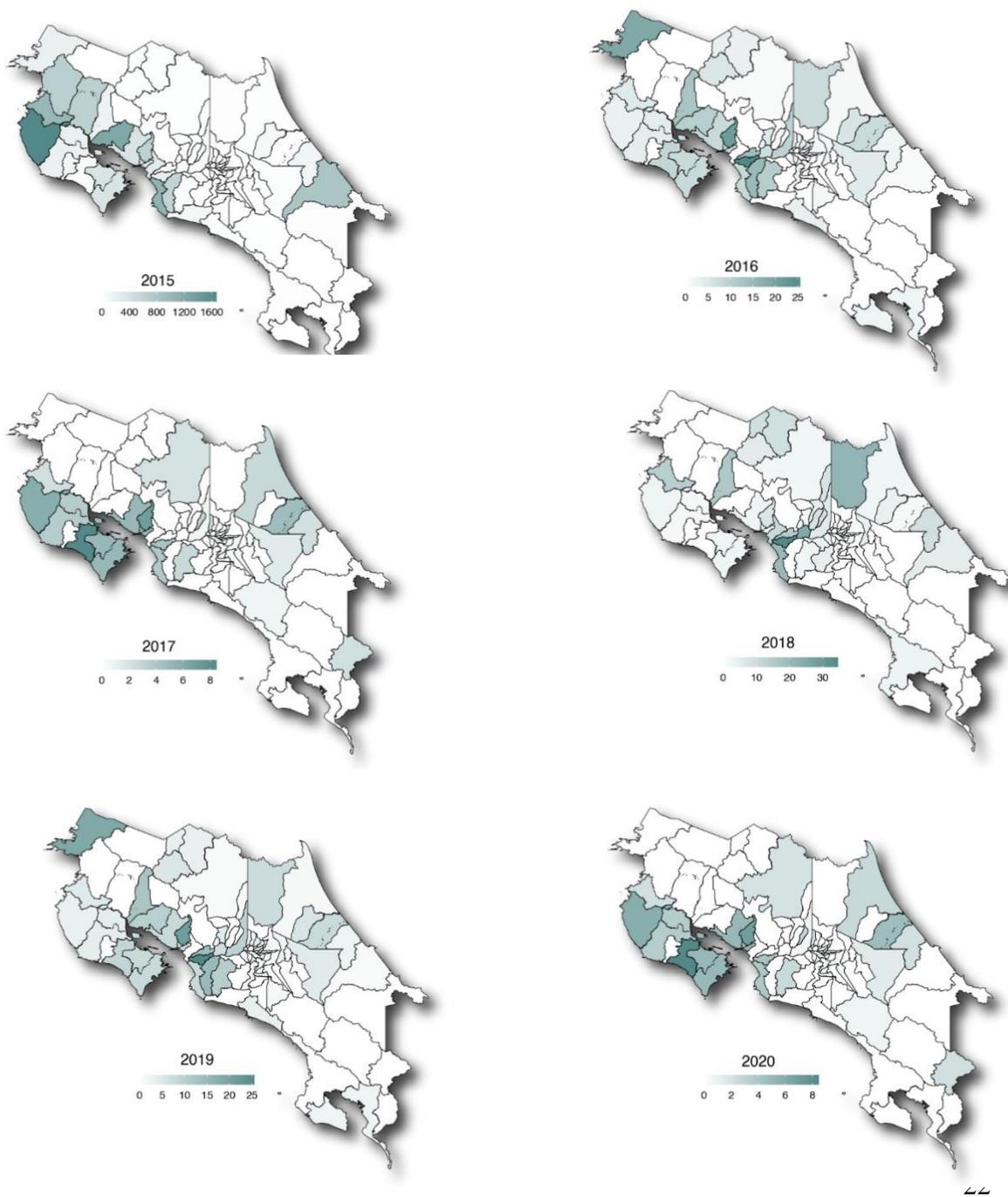


Heredia	5	45	80	16	21	50	1	183
Cartago	7	38	13	4	3	4	2	71
Total	148	4.912	3.613	395	146	145	50	9.409

Adaptado de Fuente: Dirección de Vigilancia de la Salud. Ministerio de Salud. 2020

Ilustración 7. Incidencia de chikunguña a nivel cantonal. Costa Rica 2015-2020

Tasa por 100.000 habitantes)





3.1.4 Zika

El virus del Zika (ZIKV) es un virus del género *Flavivirus*, de la familia *Flaviviridae*, que se transmite por la picadura de mosquitos vectores del género *Aedes*, principalmente *Ae. aegypti*. En 2014 el virus se propagó al este a través del océano Pacífico hacia la Polinesia Francesa, y después hacia la isla de Pascua para llegar en 2015 y 2016 a América Central, el Caribe y América del Sur.^{4,5}

El ZIKV se identificó en Costa Rica a partir del año 2016. Los primeros casos se detectaron en el cantón de Nicoya de la provincia de Guanacaste, desde allí se extendió a todas las regiones del país. Entre 2016 y 2018, se notificaron 10.665 casos de Zika. Al igual que sucedió con el CHKV, en este período las provincias de Puntarenas, Guanacaste, y Limón aportaron la mayor cantidad de casos (84.0%) del total del país. Durante 2019 y 2020 se registraron 327 casos de ZIKV, lo que representó una disminución del 91% con respecto al año endémico (2016). En este periodo, las regiones Huetar Caribe, Central Norte y Pacífico Central aportaron el 77% de los casos. Guanacaste, Puntarenas y Limón fueron las provincias que aportaron más del 80% de los casos en ese periodo (71,6%) (Tabla 3).

Tabla 4. Costa Rica: Casos de Zika, según provincia, 2016-2020.

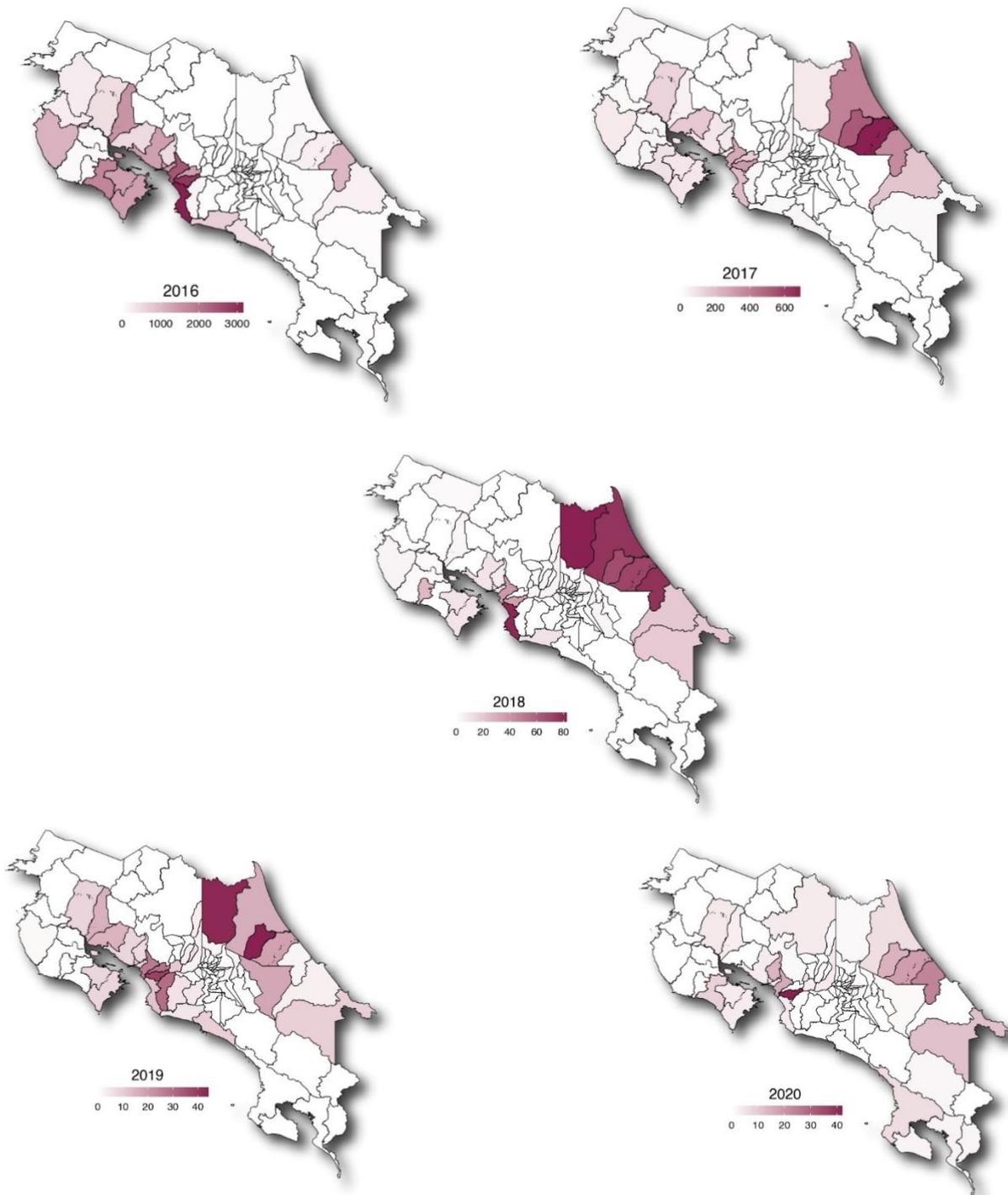
Provincia	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL CASOS
Puntarenas	3.750	271	50	49	18	4.138
Limón	922	1.633	256	73	30	2.914
Guanacaste	1.906	168	7	11	3	2.095
Alajuela	829	201	26	0	34	1.090
San José	314	58	10	11	14	407
Heredia	66	80	78	62	2	288
Cartago	33	3	4	14	6	60
Total	7820	2414	431	210	107	10.992

Adaptado de Fuente: Dirección de Vigilancia de la Salud. Ministerio de Salud, 2020.



Ilustración 8. Incidencia de zika a nivel cantonal. Costa Rica 2016-2020

(Tasa por 100.000 habitantes)



Fuente: Mapas creados con información de la Dirección de Vigilancia de la Salud. Ministerio de Salud



3.2 Epidemiología de la malaria

La malaria es una enfermedad transmitida por vectores y de importancia para la salud pública en Costa Rica debido al impacto individual, colectivo, social y por el alto costo que representan para las instituciones su prevención, el control y vigilancia. Es una enfermedad causada por un parásito del género *Plasmodium* y transmitido por un mosquito hembra del género *Anopheles*.⁶ El objetivo de la vigilancia es eliminar la transmisión la enfermedad en el país para el año 2020.

En Costa Rica se considera área malárica, la superficie por debajo de 600 msnm, aproximadamente el 70% de los 51.000 km² de nuestra superficie territorial, con una población en riesgo estimada para el año 2016 de 1.917.687 habitantes.

Esta enfermedad se ha presentado con características de endemia desde 1990, restableciéndose la transmisión en amplias regiones de la Vertiente Caribe y dispersándose a otras áreas del país. A partir del año 2009, todo el país pasa a ser de bajo riesgo de trasmisión, caracterizado por trasmisión importada y presencia de casos residuales. Hay que destacar que en el año 2013 se presentó la menor incidencia de la historia con una Incidencia Parasitaria Anual (IPA) de 0.003 por mil habitantes, se registraron únicamente seis (6) casos, de los cuales solo dos fueron autóctonos.

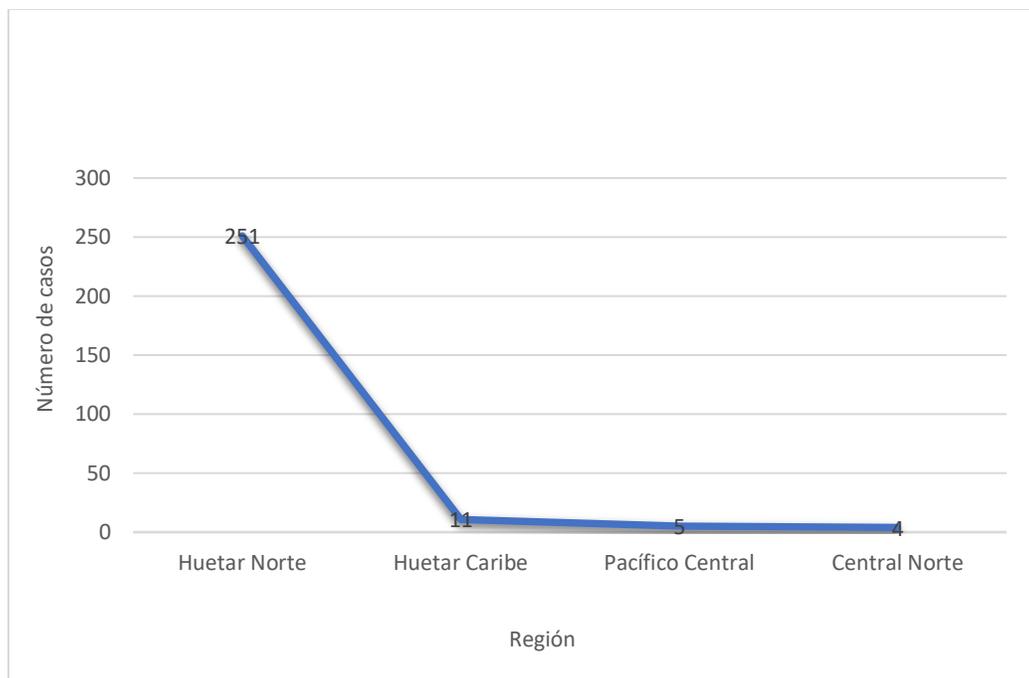
En la tabla se puede observar que en los últimos cinco años (2016 – 2020), se registraron 432 casos de malaria, de los cuales el 62,7% (271) fueron por transmisión autóctona, 32,1% (139) fueron importados y el 5% (22) fueron introducidos. En relación con los autóctonos, el 93,4% (253) fueron causados por *Plasmodium vivax* y el 6,6% (18) por *Plasmodium falciparum*. Este período se caracteriza por un aumento en la incidencia de malaria en la Región Huetar Norte, asociado a la instauración de actividades como la extracción ilegal de oro en la zona de Crucitas, el aumento de migración laboral desde zonas mineras y endémicas de Nicaragua hacia la zona norte del país en búsqueda de fuentes de empleo como actividades agrícolas (entre ellas caña de azúcar, piña y cítricos).

Tabla 5. Casos de malaria 2016 – 2020

	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Autóctono	4	12	70	95	90	271
Importado	9	13	38	45	34	139
Introducidos	NA	NA	NA	5	17	22
Total	13	25	108	145	141	432

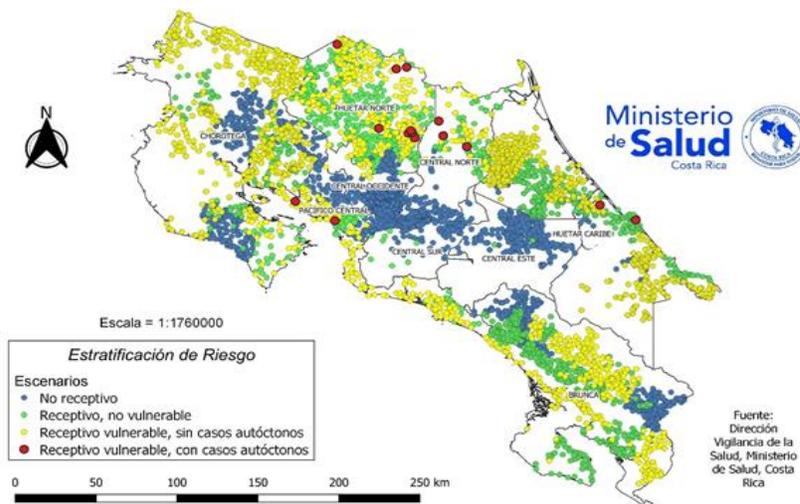


Ilustración 9. Casos de malaria autóctonos según Región, 2016 - 2020.



Acorde a la estratificación de riesgo nacional, se observa como las Regiones Huetar Norte, Pacífico Central y Huetar Caribe, presentan el mayor número de localidades escenario 3 (puntos amarillos), es decir que tienen las condiciones de receptividad y vulnerabilidad para el establecimiento de la transmisión de la enfermedad, al igual que localidades escenarios 4 (puntos rojos) las cuales indican la presencia de casos autóctonos de malaria.

Ilustración 10. Mapa de estratificación nacional de riesgo de malaria 2019





3.3 Intervenciones de control vectorial para *Aedes aegypti*

Costa Rica estuvo libre del *Ae. aegypti* por muchos años. En 1992 se reintroduce el vector al territorio nacional, detectándose en varias localidades. A inicios del año 1993, el mosquito se detectó en localidades que históricamente habían estado libres, como eran las comunidades de la Meseta Central, situadas en altitudes superiores a los 700 metros sobre el nivel del mar, a partir de entonces el *Ae. aegypti*, ha infestado prácticamente todo el territorio nacional.

Las actividades de control se plantean desde un enfoque integrado de vectores en su fases adulta y larvaria y acorde a la Estrategia de Gestión Integrada de Dengue (EGI-Dengue). Las acciones de control del vector se realizan según situación epidemiológica y entomológica:

- En ausencia del vector
- Presencia del vector y sin notificación de casos
- Presencia del vector y notificación de casos
- En brote

En estas diferentes etapas, se realizan acciones de:

3.3.1 Control físico – manejo ambiental

Orientadas a la eliminación de la fase larvaria en los principales sitios de cría identificados en las viviendas y alrededores, consisten en:

- Reducción de sitios de cría, mediante campañas de eliminación y destrucción de depósitos inservibles, disposición adecuada de llantas y otros depósitos inservibles con la comunidad y otros actores sociales.
- Lavado y cepillado de pilas, barriles y otros depósitos para mantener agua para uso doméstico (Participación comunitaria).
- Modificación del entorno para el manejo y flujo adecuado de aguas pluviales (limpieza de canales, canoas, entre otras).

3.3.2 Control biológico

Utilizado para el tratamiento de los sitios de cría mediante el uso de productos biológicos, es una herramienta útil para la disminución de las poblaciones de *Ae. aegypti*, pero su debe ser uso racional y adecuado.



Tabla 6. Biolarvicidas utilizados para el control biológico de *Ae. aegypti*

Tratamiento	Tipo	Nombre	Aplicar en	Equipo
Focal	Biolarvicida	<i>Bacillus thuringiensis var israeliensis</i> SH-14 (BTI) solución acuosa	Depósitos con agua	Bomba de aspersión manual o motomochila manual
Focal	Biolarvicida	Spinosad (<i>Saccharopolyspora spinosa</i>)	Depósitos de agua	Tabletas (manual)

Fuente: Vigilancia de la Salud, Ministerio de Salud

3.3.3 Control químico

Está dirigido a la fase acuática del mosquito y se aplica en el agua contenida en los recipientes o sitios de cría del mosquito. Para el control de las larvas del mosquito *Ae. aegypti*, se utiliza el Temephos (abate) 1%, en la formulación en granos de arena, con una acción residual de aproximadamente 100 días. Se aplica en los depósitos con agua a una dosis de una parte por millón (1 gramo de ingrediente activo en mil litros de agua). Por razones operacionales y debido a las agresiones que sufre el insecticida, se puede repetir el tratamiento cada tres meses de ser necesario.

Tabla 7. Larvicidas para el control de *Aedes aegypti*

Tratamiento	Tipo	Nombre comercial (Ingrediente activo)	Aplicar en	Equipo
Focal	Larvicida	Temephos 1% (Organofosforado)	Depósitos con agua, o recipientes/depósitos donde se pueda acumular agua	Cuchara

Fuente: Vigilancia de la Salud, Ministerio de Salud

Los tratamientos con adulticidas se realizan según situación epidemiológica de las arbovirosis y situación entomológica:

- **Tratamiento perifocal**

El tratamiento perifocal se usa solo en situaciones de transmisión de la enfermedad para el control del *A. aegypti* en su fase adulta, utilizando un insecticida de efecto residual sobre las superficies internas y externas de los depósitos que se encuentran dentro de las casas o sus alrededores.



- **Tratamientos espaciales**

Se utilizan dos tipos de aerosoles que se aplican de manera diferente para la eliminación de mosquitos en fase adulta:

- Aerosoles calientes o nebulización térmica
- Aerosoles en frío a volumen ultrabajo (UBV)

El control químico con adulticidas se realiza cuando hay casos de alguna de las arbovirosis que circulan en el país, índices entomológicos muy altos o riesgos de transmisión de estas enfermedades, los ciclos se hacen según normativa.

Tabla 8. Insecticidas utilizados para el control de *Ae. aegypti*

Tratamiento	Tipo	Nombre comercial (Ingrediente activo)	Aplicar en	Equipo
Perifocal (Residual)	Adulticida	Fendona 6% SC (Alfa cipermetrina)	Paredes externas depósitos con agua.	Bomba aspersora
Nebulización térmica (Ultra Bajo Volumen)	Adulticida	Aquareslin Super (Permetrina)	Extradomiciliar	Termonebulizadoras Equipo pesado LECO

Fuente: Vigilancia de la Salud, Ministerio de Salud

3.4 Intervenciones de control vectorial para *Anopheles albimanus*

3.4.1 Control físico

- Se realiza manejo de sitios de cría para el control de larvas de *Anopheles albimanus*, en situaciones puntuales de transmisión de malaria con participación intersectorial. Asimismo, se utiliza el Vectolex 7.5 GR como biolarvicida.
- En general, la gestión ambiental (modificación y manipulación del hábitat) debería ser la estrategia principal para reducir la disponibilidad de hábitats larvarios, dependiendo de la capacidad operativa y logística del programa de control vectorial. La modificación hace referencia a drenaje de aguas superficiales, relleno y recuperación de tierras, en general y en lo posible, eliminar contenedores naturales que almacenen de agua. De otro lado, la manipulación del hábitat es una



actividad repetitiva y constante que incluye la manipulación del nivel del agua, por ejemplo, limpieza de arroyos, mantener los desagües libres de vegetación para que el agua fluya rápido y no permita la disponibilidad de zonas para cría de larvas

- Así como la utilización de toldos impregnados para impedir el contacto vector-hombre.

3.4.2 Rociado residual intra y extra domiciliar

Esta técnica se emplea para el control del *Anopheles albimanus*, transmisor de la malaria destinadas a permanecer durante un tiempo más o menos largo (90 días) sobre diversas superficies que se encuentran en el interior de la vivienda o en sus alrededores inmediatos, donde se espera que repose el mosquito vector. El insecticida empleado en Costa Rica es Alfacipermetrina, el cual es un piretroide.

Esta herramienta es recomendada cuando

- La mayor parte de la población vectorial se alimenta y reposa en el interior de las viviendas.
- Los vectores son susceptibles al insecticida utilizado (línea de base entomológica previa).
- Las personas suelen dormir en el interior de las viviendas por la noche.
- Las características de la transmisión del paludismo permiten proteger a la población con una o dos rondas anuales de RRI.
- La mayoría de las estructuras son aptas para el rociado.
- Las estructuras no están dispersas en una zona muy extensa, lo que generaría grandes costos de transporte.

3.4.3 Aplicación espacial

Esta técnica se emplea, sobre todo en las horas de los picos de actividad de picadura del mosquito *Anopheles* en contextos urbanos.

Tabla 9. Insecticidas utilizados para el control de *Anopheles albimanus*

Tratamiento	Tipo	Nombre	Aplicar en	Equipo
Residual	Adulticida	Fendona 6% SC (Alfa cipermetrina)	Viviendas, Rociado intra y extradomiciliar y anexos	Bomba aspersora tipo Hudson (Especificaciones técnicas OPS/OMS)
Espacial (Ultra Bajo Volumen)	Adulticida	Aquareslin Super (Permetrina)	Extradomiciliar	Equipo pesado LECO



Nota: Solo se realizarán tratamientos espaciales (Ultra Bajo Volumen) para el control de *Anopheles* en ciudades (urbanas), en situaciones de brote.

3.4.4 Uso de Mosquiteros Tratados con Insecticidas de Larga Duración (MTILD)

Los MTILD repelen, incapacitan o matan los mosquitos que entran en contacto con estos. Estos mosquiteros o toldos pueden producir un efecto comunitario, por el cual, incluso las personas de la comunidad que no se protegen con un él, obtienen cierto grado de protección gracias al efecto del insecticida sobre la longevidad de los mosquitos y, por lo tanto, su capacidad vectorial.

Los mosquiteros han sido distribuidos principalmente en localidades maláricas de las Regiones Huetar Caribe y Huetar Norte. El ingrediente activo es alfa cipermetrina, y debido a que la distribución y uso es puntual debido a que la intervención de preferencia es el rociado, la presión de selección por el uso de esta medida es mínima.

3.5 Evaluación de las intervenciones

Las intervenciones realizadas por el programa Manejo Integrado de Vectores para *Aedes aegypti* y *Anopheles albimanus* serán evaluadas de forma gradual, adicionalmente al desarrollo de las pruebas de resistencia a insecticidas.

Actualmente el país cuenta con los principales insumos para realizar la evaluación de eficacia y residualidad de los productos empleados para el control vectorial, no obstante, es imperativo capacitar al personal de los niveles locales, para que puedan aplicar la metodología de evaluación y adoptarla como parte de la rutina de trabajo, para lo cual el Ministerio de Salud de Costa Rica en coordinación con la OPS se encuentran desarrollando un curso virtual de autoaprendizaje dirigido a los inspectores de salud, profesional de vigilancia y técnicos el cual será promovido en el último trimestre de 2021 a través de la plataforma del Ministerio de Salud.

3.6 Registro de insecticidas en el país

Los insecticidas de uso en salud pública están debidamente registrados en el Ministerio de Salud⁷. El proceso de registro de plaguicidas de uso profesional en Costa Rica se basa en el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 65.03.44:07, para el registro y el RTCA 65.03.57:10, para el etiquetado del producto. El mismo se efectúa en la Dirección de Regulación de Productos de Interés Sanitario, del Ministerio de Salud. Para proceder con el trámite, se debe llenar el formulario correspondiente en digital con la información que se requiere. De igual forma, adjuntar la Hoja de seguridad del producto (MSDS), la composición cualitativa, el certificado de análisis químico, el certificado de libre venta, la etiqueta según normativa vigente, el informe tipo de empaque, el resumen de estudio de eficacia, el resumen estudio de toxicología, el permiso de funcionamiento del fabricante y



el permiso de funcionamiento del importador nacional. Según la normativa vigente, el tiempo estimado para dar respuesta a dicho proceso es de 60 días hábiles.

Tabla 10. Principales insecticidas de uso en salud pública

Número de Registro	Producto	Ingrediente activo
4116-P-140	Fendona 6 SC	Alfa cipermetrina
2107-P-536	Abate 1gr	Temefos
1005-P-673	Natular DT (Spinosad)	<i>Saccharopolyspora spinosa</i>
3301-P-773	Bactivec Concentrado	(<i>Bacillus thuringiensis var israeliensis</i>)
1005-P-460	Vectorex 7.5 GR	(<i>Bacillus sphaericus</i>)
4116-P-416	Aqua Reslin Super	Permetrina esbiol y Butóxido de piperonilo

3.7 Vigilancia entomológica para arbovirosis

La vigilancia entomológica de *Ae.aegypti* se basa principalmente en la realización de encuestas entomológicas mediante visita domiciliar, según escenario epidemiológico para determinar la presencia o ausencia del vector, cambios en la distribución geográfica, densidad y productividad, así como para evaluar y monitorear las intervenciones de control.

Se debe realizar al menos una encuesta al año, y en aquellas localidades de riesgo se hacen de acuerdo con la situación epidemiológica. El personal de vectores encargado de realizar estas encuestas son los Inspectores 1, los cuales están distribuidos en las diferentes Regiones del país.

Para la programación de las encuestas entomológicas se utiliza la “Guía para encuestas de *Ae. aegypti* de la OMS”⁸; en donde el número de casas que se debe inspeccionar en cada localidad depende del grado de precisión requerido, el nivel de infestación y los recursos disponibles. Los indicadores entomológicos obtenidos de forma rutinaria son: Índice de vivienda, Índice de recipiente e índice de Breteau.

Para recopilar esta información se utiliza el consolidado regional de actividades realizadas por el personal de vectores de los niveles locales, el cual integra información de las viviendas existentes, depósitos encontrados, y tratamientos realizados con larvicida y adulticida mismo que se genera por semana epidemiológica.

Asimismo, se utiliza el monitoreo con ovitrampas. Esto permite determinar la dinámica poblacional del vector, estimar el riesgo entomológico de transmisión por áreas, evaluar la eficacia de las intervenciones y tomar decisiones tácticas y estratégicas basadas en evidencia, para mejorar el impacto de las labores de control. Entre los años 2017, 2018 y 2019, se colocaron aproximadamente 675 ovitrampas, en 17 localidades de las regiones Pacífico



Central, Brunca, Chorotega y Huetar Caribe, registrándose alrededor de 402 640 huevecillos (2017 = 103 396 / 2018 = 259 884 / 2019 = 39 360).

3.8 Vigilancia entomológica para malaria

“Los primeros estudios entomológicos en Costa Rica fueron realizados en 1934 por Kumm y Ruiz, quienes involucraron por primera vez en el país a *An. albimanus* en la transmisión de la malaria. Las densidades de anofelinos en función de las variaciones estacionales fueron estudiadas por Kumm et al 1940 quién reportó que las mayores densidades ocurren durante la época lluviosa y el 89,7% de las recolectas fueron *An. albimanus* y 3,1% *An. pseudopunctipennis*”⁹.

Posteriormente en 1990, estudios de Paniagua y colaboradores sobre la ecología y bionomía de *An. albimanus* indicaron que su mayor actividad de picadura ocurría entre las 19-22 horas, siendo su tasa de picadura cinco veces mayor en el peridomicilio con respecto a la actividad en el intradomicilio y mayores densidades en los meses de junio a agosto y coincidieron con los meses de mayor precipitación del mes anterior.⁹

Posterior a ese período se realizaron estudios de *Anopheles albimanus* en diferentes sitios del país en situaciones de brote (capturas con cebo humano, tipificación de criaderos, conteo de larvas y pupas, control biológico y pruebas de susceptibilidad y eficacia a insecticidas (metodología OMS) y actividades de control ambiental principalmente en la región Huetar Caribe.

Considerando lo anterior, uno de los brotes estudiados con evidencia de actividades entomológicas fue en la Localidad Juanito Mora, de la provincia Puntarenas en la Región Pacífico Central, a finales del año 2000 y principios del año 2001, en el cual se realizó captura de adultos de 6 a 8 de la noche identificado el 50% de los mosquitos picando en el intradomicilio y el 50% restante en el peridomicilio correspondientes a *An. albimanus*.

Actualmente, algunas actividades entomológicas se realizan en situaciones de aparición de casos, mediante la búsqueda de fases larvarias en los sitios de cría, tipificación de sitios de cría y presencia o ausencia de adultos.

La vigilancia entomológica *An. albimanus* dejó de ser una prioridad y las actividades se centraron en la vigilancia y el control del *Aedes aegypti* tanto por la situación epidemiológica de la malaria en los últimos años como por que las arbovirosis (dengue, CHIK y ZIKA) se convirtieron en un serio problema de salud pública en la mayor parte del país.



3.9 Antecedentes de estudios de resistencia a insecticidas en el país en vectores de arbovirosis

Para Costa Rica, se han documentado seis estudios sobre estado de la susceptibilidad a los insecticidas en *Aedes aegypti* para los años 2013, 2014, 2016, 2017, 2018 y 2019 los cuales han sido desarrollados por el Instituto Pedro Kouri, la Universidad de Costa Rica y la Universidad del Valle, esto considerando que la vigilancia de la resistencia a los insecticidas es un componente de la vigilancia entomológica y que el país actualmente carece de una estructura para llevar a cabo de manera sistemática y rutinaria una vigilancia de la resistencia a los insecticidas de uso en salud pública. A continuación, se presentan los resultados más relevantes, recopilados de una revisión de literatura.

Tabla 11. Estudios de susceptibilidad a insecticidas *en Aedes aegypti*

Año	Fuente	Localidad*, Distrito**, Cantón*** y Provincia**** (Filial (F))	Insecticida Larvas	Metodología empleada	Resultados Larva RR ₅₀	Insecticidas Adultos	Metodología empleada	Dosis empleada ug/botella: CDC %: OMS	Resultados adultos (% mortalidad)
2013	Insecticide Resistance in two <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae) strains from Costa Rica) ¹⁰	Herradura*, Jacó**, Garabito***, Puntarenas****	Temefos	OMS	19.16	Deltametrina	CDC	6,5 ug/botella	Resistente (9,52%)
			Deltametrina		59.25	Chlorpyrifos		90 ug/botella	Susceptible (100%)
			Fenitrotión		0,52	Cypermctrina		13,5 ug/botella	Susceptible (100%)
			Bendiocarb		4,05	-		-	*****
			Cypermctrina		4,53	-		-	*****
		Cariari*, Cariari**, Pococi***, Limón****	Temefos		10.83	Deltametrina		6,5 ug/botella	Resistente (7,55%)
			Deltametrina		81.48	Chlorpyrifos		90 ug/botella	Susceptible (100%)
			Fenitrotión		1.47	Cypermctrina		13,5 ug/botella	Susceptible (100%)
			Bendiocarb		2.21	-		-	-
			Cypermctrina		4.76	-		-	-
2014	Perfil de resistencia a insecticidas en una cepa de <i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus) de la región Caribe de Costa Rica. ¹¹	Guácimo***, Limón****	Temefos	OMS	2.30	No se hicieron estudios en adultos			
			Deltametrina		1.43				
		F3	Cypermctrina		6.07				
2016	Evaluación de la resistencia a insecticidas en cepas de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae) de la Región Caribe de Costa Rica ¹²	Guápiles centro* Guápiles** Pococi***, Limón****	Temefos	OMS	1,99	No se hicieron estudios en adultos			
			Deltametrina		1,73				
		F1 a F5	Cypermctrina		7,35				
		Limón centro Limón** Limón***,							



		Limón ****	Temefos	OMS	1,32	No se hicieron estudios en adultos				
		F1 a F5	Deltametrina		2,44					
			Cypermtrina		7,30					
		Siquirres centro*	Temefos	OMS	1,67		No se hicieron estudios en adultos			
		Siquirres** Siquirres***	Deltametrina		12,64					
		Limón ****	Cypermtrina		3,61					
		F1 a F5								
2017	Universidad de Costa Rica. Olger Calderón y Adriana Troyo	Valle de la Estrella, Limón, Limón	----	-----	-----	Malatión		CDC	50ug/botella	84%
			----		-----	Bendiocarb			12.5 ug/botella	99%
			----		-----	DDT	75ug/botella		7%	
			----		-----	Alfacipermetrina	10 ug/botella		99%	
			----		-----	Deltametrina	10 ug/botella		87%	
			-----		-----	Permetrina	15 ug/botella		79%	
		Barrio El Carmen, Puntarenas, Puntarenas	----		-----	Malatión	CDC	50ug/botella	88%	
			----		-----	Bendiocarb		12.5 ug/botella	100%	
			----		-----	DDT		75ug/botella	39%	
			----		-----	Alfacipermetrina		10 ug/botella	75%	
			----		-----	Deltametrina		10 ug/botella	62%	
			-----		-----	Permetrina		15 ug/botella	35%	
		Barranca, Puntarenas, Puntarenas	Cipermetrina	OMS	RR ₅₀ <5	No se realizaron estudios en adultos				
			Deltametrina		7.38					
			Temefos		RR ₅₀ <5					
		Jacó, Puntarenas	Cipermetrina		7.70					
			Deltametrina		28.23					
			Temefos		RR ₅₀ <5					
		Quepos, Puntarenas	Cipermetrina		RR ₅₀ <5					
			Deltametrina		RR ₅₀ <5					
			Temefos		RR ₅₀ <5					
Orotina, Puntarenas	Cipermetrina	5.32								



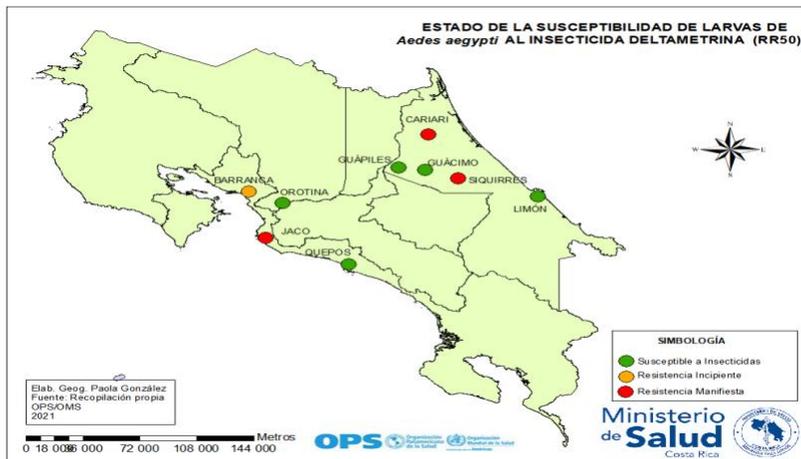
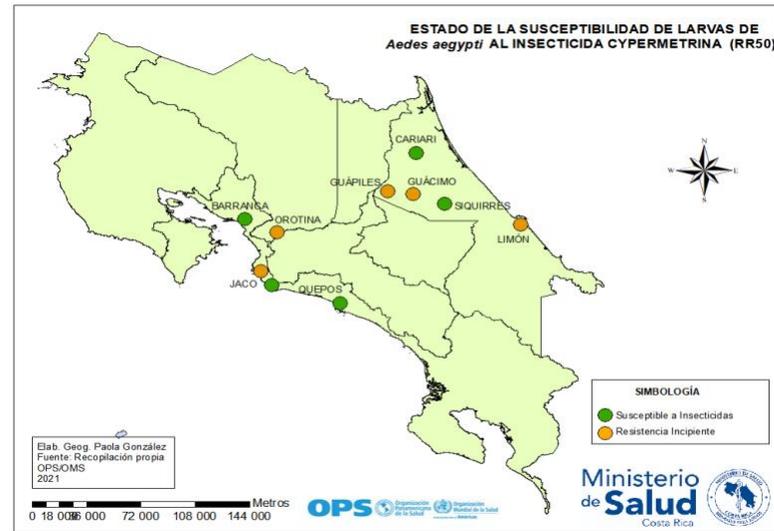
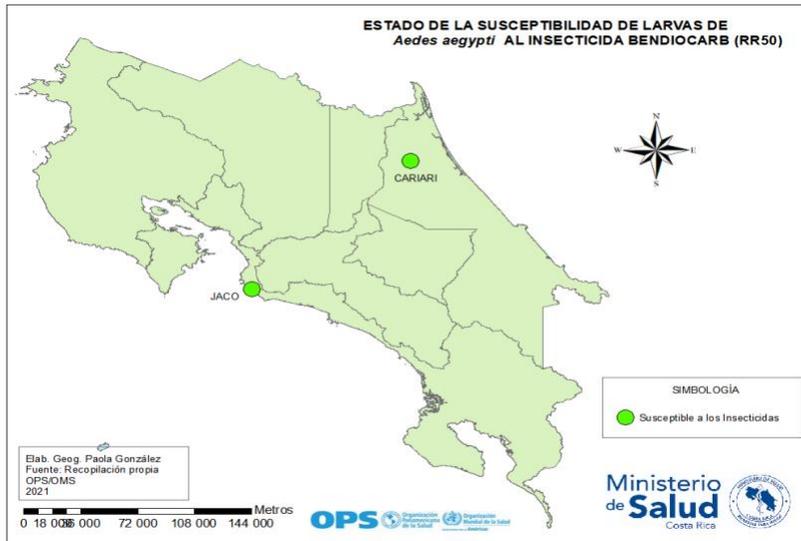
Año	Fuente	Localidad*, Distrito**, Cantón*** y Provincia**** (Filial (F))	Deltametrina	Metodología empleada	RR ₅₀ <5	Insecticidas Adultos	Metodología empleada	Dosis empleada ug/botella: CDC %: OMS	Resultados adultos (% mortalidad)		
			Temefos		RR ₅₀ <5						
			Lambdacialotrina		RR ₅₀ <5						
			Malatión		RR ₅₀ <5						
Insecticida Larvas	Resultados Larva RR ₅₀										
2018	Resistencia a insecticidas en cepas de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae) de tres distritos de la Región Pacífico Central de Costa Rica ¹³	Barranca*, Barranca**, Puntarenas***, Puntarenas****	Temefos	OMS	1,56	-	-	-			
			Deltametrina		7,38	-	-				
			Cipermetrina		4,13	-	-				
		Jacó*, Jacó**, Garabito***, Puntarenas****	Temefos		0,78	-	-				
			Deltametrina		28,23	-	-				
			Cipermetrina		7,70	-	-				
		Quepos*, Quepos**, Quepos***, Puntarenas***	Temefos		2,30	-	-				
			Deltametrina		4,48	-	-				
			Cipermetrina		1,90	-	-				
		2019	Resistencia de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: culicidae) a insecticidas organofosforados y piretroides en la localidad de Orotina, Alajuela, Costa Rica ¹⁴		Orotina***, Alajuela****	Temefos	OMS	0,82	-	-	-
						Deltametrina		2,37	-	-	
						Malatión		1,22	-	-	
Lambdacialotrina	1,38			-		-					
Cipermetrina	5,32			-		-					
2019	Ensayos de resistencia/susceptibilidad Ministerio de Salud Costa Rica	Roosevelt*, Limón**, Limón***, Limón**** (F1)	No se hicieron estudios en larvas		Lambdacialotrina	OMS	0.03%	0%			
			Permetrina	0.25%	9.01%						
		Siquirres*, Siquirres**, Siquirres***, Limón**** (F1)	No se hicieron estudios en larvas		Lambdacialotrina		0.03%	76.8%			
			Permetrina	0.25%	50.65%						

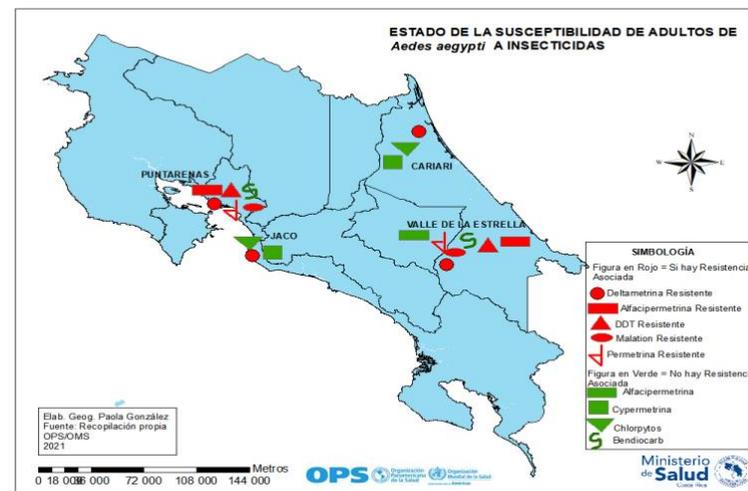
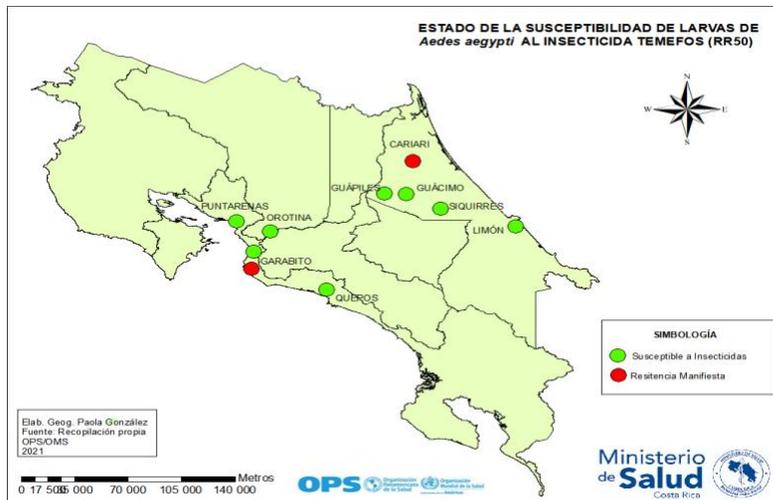
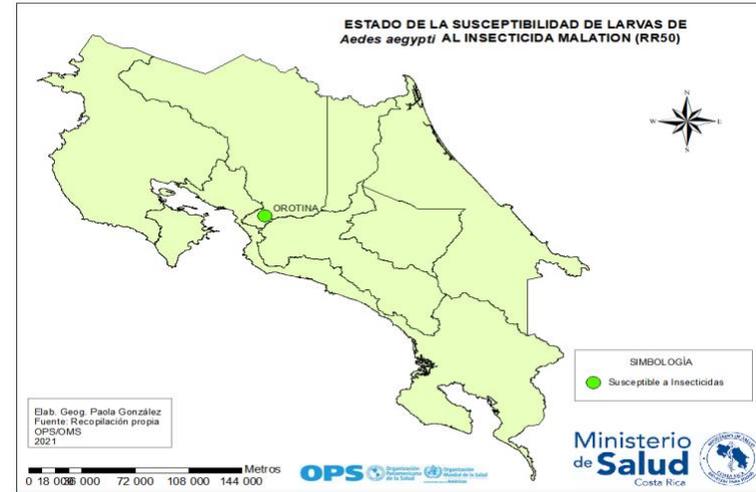
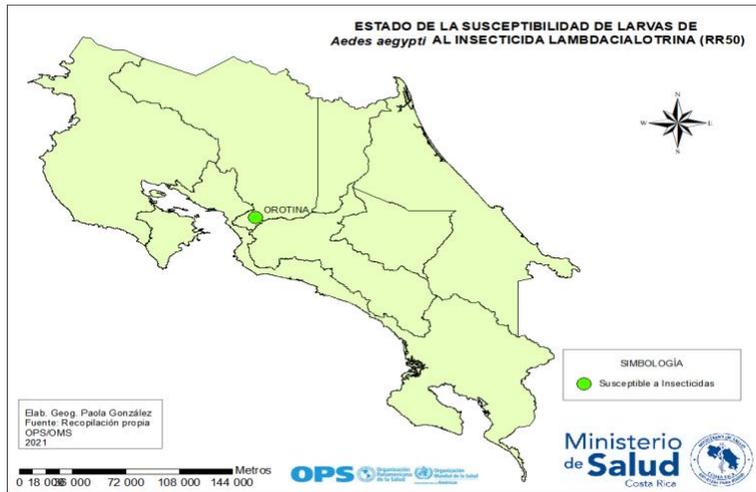
Estos resultados corresponden a los bioensayos realizados por el Nivel Central del Ministerio de Salud, con los papeles donados por la OPS/OMS.

<p>Interpretación RR₅₀ RR₅₀ < 5: Susceptibilidad a insecticidas RR₅₀ > 5 < 10: Resistencia incipiente RR₅₀ > 10: Resistencia manifiesta</p>	<p>Interpretación mortalidad CDC >= 98%: Susceptible 90 – 98%: Moderada resistencia < 90%: Alta resistencia</p>
---	---



Ilustración 11. Resultados de susceptibilidad/ resistencia a insecticidas en adultos y larvas de *Aedes aegypti*





Una vez detectada la resistencia con el ensayo biológico de la botella de los CDC, es necesario intentar identificar los mecanismos de resistencia, ya sea usando el ensayo biológico de la botella de los CDC con sinergistas o con métodos bioquímicos y/o moleculares. Las decisiones acerca de con cuáles insecticidas se reemplazarán los actualmente usados, dependerá del mecanismo específico de resistencia detectado en los mosquitos y de la correlación con las pruebas de eficacia en campo.

Los sinergistas son compuestos inhibidores de enzimas de detoxificación de insecticidas. Existen sinergistas que actúan contra esterasas, oxidasas y glutatión s-transferasas. Los sinergistas actúan anulando la resistencia observada en el ensayo biológico de la botella de los CDC, en caso de que una enzima de detoxificación tenga un papel en ese mecanismo de resistencia en particular. Al usar un sinergista en la población resistente, se puede presentar una de las siguientes tres situaciones:

- a. La resistencia al insecticida es anulada, lo cual sugiere que el mecanismo relacionado con ese sinergista tiene un papel en la resistencia al insecticida observada.
- b. La resistencia al insecticida es anulada parcialmente. Esto sugiere que el mecanismo relacionado con ese sinergista está involucrado en la resistencia, pero no es el único mecanismo involucrado.
- c. La resistencia al insecticida no se ve afectada, lo cual indica que el mecanismo relacionado con ese sinergista no está involucrado en la resistencia.¹⁵

A continuación, se presentan los resultados de 5 estudios con sinergistas para el país, donde se resaltan los mecanismos enzimáticos asociados a la resistencia presentada en larvas: esterasa y citocromo P450 monooxigenasa.

Tabla 12. Factores de sinergismo en larvas de *Aedes aegypti*

Año	Fuente	Localidad*, Distrito**, Cantón*** y Provincia**** (Filial (F))	Insecticidas Larvas	Factor de sinergismo ₅₀ (FS ₅₀)				Mecanismo enzimático asociado a la resistencia
				DEF	TPP	PBO	EA	
2013	Insecticide Resistance in two <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae) strains from Costa Rica ¹⁰	Herradura*, Jacó**, Garabito***, Puntarenas****	Deltametrina	-----	19.20	0.56	0.84	Esterasas
			Temefos	-----	71.87	4.89	2.30	Esterasas
		Cariari*, Cariari**, Pococi***, Limón****	Deltametrina	-----	24.44	1.29	1.20	Esterasas
			Temefos	-----	35.13	2.70	1.30	Esterasas
2014	Perfil de resistencia a insecticidas en una cepa de <i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus) de la región Caribe de Costa Rica ¹¹	Guácimo***, Limón****	Cipermetrina	0.88	-----	19.2	-----	Citocromo P450 monooxigenasa
2016	Evaluación de la resistencia a insecticidas en cepas de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae) de la Región Caribe de Costa Rica ¹²	Guápiles centro*, Guápiles** Pococi***, Limón***	Cipermetrina	1.05	----	17.39	----	Citocromo P450 monooxigenasa
		Limón centro Limón** Limón***, Limón****	Cipermetrina	1.83	----	8.68	----	Citocromo P450 monooxigenasa
		Siquirres centro*, Siquirres**, Siquirres***, Limón****	Deltametrina	2.06	----	17.77	---	Citocromo P450 monooxigenasa
2018	Resistencia a insecticidas en cepas de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae) de tres distritos de la Región Pacífico Central de Costa Rica ¹³	Barranca*, Barranca**, Puntarenas***, Puntarenas****	Deltametrina	0.54	—	2,07	0,79	—
		Jacó*, Jacó**, Garabito ***, Puntarenas****	Deltametrina	4,32	—	10,10	2,41	Citocromo P450 monooxigenasa
			Cipermetrina	0,98	—	3,99	1,58	—

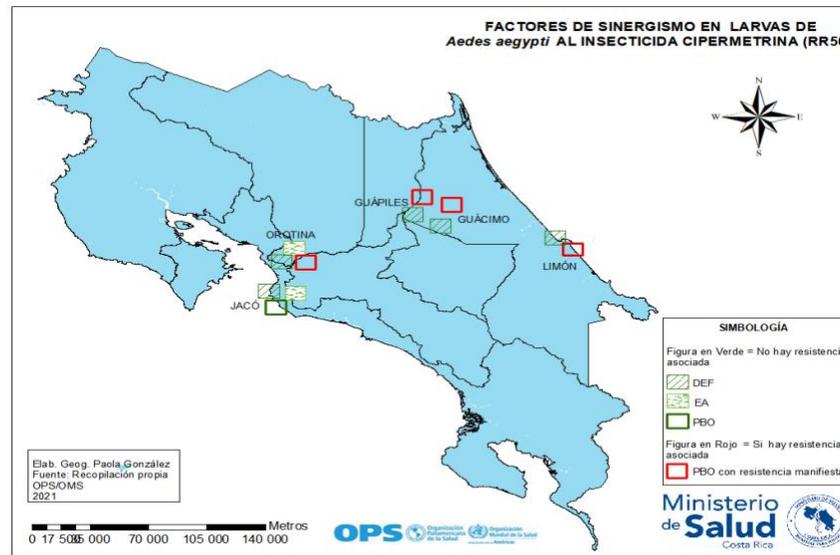
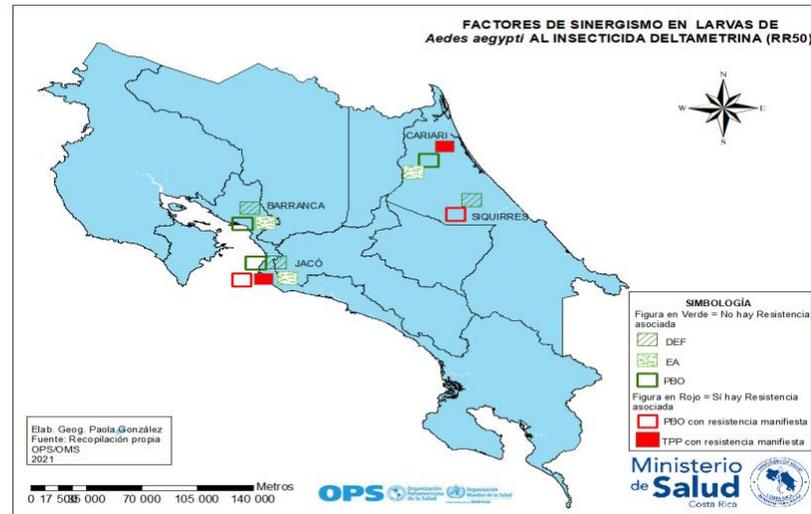
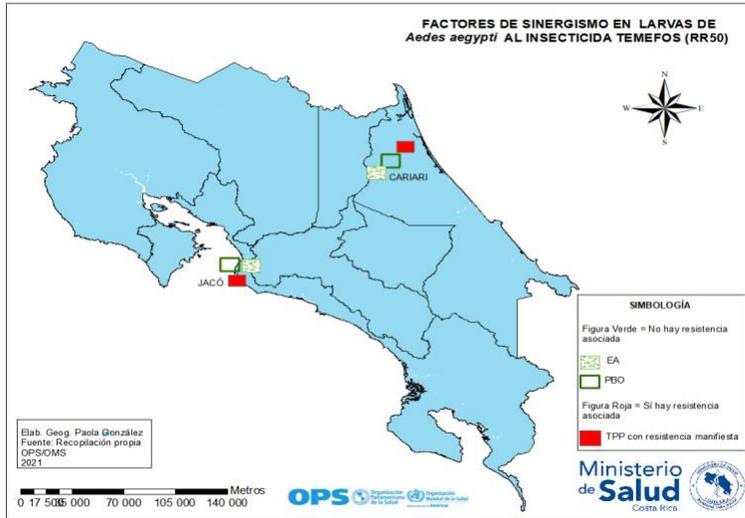


2019	Resistencia de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: culicidae) a insecticidas organofosforados y piretroides en la localidad de Orotina, Alajuela, Costa Rica ¹⁴	Orotina***, Alajuela****	Cipermetrina	3,26	—	10.92	3.58	Citocromo P450 monooxigenasa
-------------	---	--------------------------	--------------	------	---	--------------	------	-------------------------------------

FS<5: no existe asociación con la resistencia al insecticida



Ilustración 12. Factores de sinergismo para *Aedes aegypti*



Desde los estudios citados en la tabla 11, no se han realizado otras evaluaciones de susceptibilidad y/o resistencia a insecticidas para vectores de arbovirosis, debido a que no existe una vigilancia de la resistencia a insecticidas rutinaria instaurada en el país.

La resistencia puede ser causada por cuatro mecanismos: resistencia por comportamiento, resistencia por penetración disminuida, resistencia por alteraciones en el sitio blanco de acción y resistencia metabólica, los dos últimos mecanismos son los más importantes. La resistencia metabólica dada por el incremento en la expresión de los genes que codifican para las enzimas detoxificantes tales como glutatión s-transferasa (GSTs), monoxidasas y esterasas, y la resistencia por alteraciones en el sitio blanco de acción, como mutaciones en el gen *para* del canal de sodio dependiente de voltaje, sitio blanco de acción de los piretroides y el DDT o mutaciones en el gen *Ace-1* que codifica para la enzima acetilcolinesterasa, sitio blanco de acción de los organofosforados y carbamatos.

Los mecanismos citocromo P450 monoxigenasa y glutatión S transferasas no están asociados con la resistencia en estadio larval ni a deltametrina ni a temefos en el estudio de 2013, sin embargo, en los estudios de 2014 y 2016 se evidencia la asociación de las enzimas citocromo P450 monoxigenasas con la resistencia a insecticidas de tipo piretroide como lo son cipermetrina y deltametrina.

3.10 Antecedentes de estudios de resistencia a insecticidas en el país en vectores de malaria

Los primeros datos de resistencia al DDT se registraron a finales del año 1967 con evidencia de extensión de la resistencia a toda el área malárica del país.⁹ De 1971 a 1995, se utilizó propoxur en aquellas áreas resistentes al DDT en forma focal y selectiva, sin embargo, al poco tiempo se registró resistencia a este insecticida especialmente en aquellas áreas sometidas a la presión de otros carbamatos de interés agrícola, principalmente en las provincias de Guanacaste y Puntarenas.

La resistencia encontrada al DDT y propoxur en algunas áreas, crearon la necesidad en 1985 de aplicar malatión en rociamientos intradomiciliares, en las áreas de alto riesgo y con transmisión, empleándose esta medida hasta 1994. Desde 1995, se utilizan solamente piretroides sintéticos en sustitución de los insecticidas tradicionales como medida focal complementaria.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos por la Dra. Yasmin Rubio Palis, para el año 2017 en Matina, considerado uno de los focos activos de malaria en el país, producto de una capacitación dirigida a los inspectores de salud, en la cual se evaluó el estado de la susceptibilidad de *Anopheles albimanus* al malatión. Si bien no ha sido un insecticida de uso para el control de *Anopheles*, era el único insecticida disponible para realizar la capacitación en el desarrollo de pruebas de resistencia a insecticidas.

Tabla 13. Estudios de susceptibilidad a insecticidas en *Anopheles albimanus*

Año	Fuente	Localidad*, Distrito**, Cantón*** y Provincia**** (Filial (F))	Insecticidas Adultos	Metodología empleada	Dosis empleada ug/botella: CDC	Resultados adultos (% mortalidad)
2017	Informe Dra. Yasmin Rubio Palis, capacitación a personal inspectores de salud	Barrio El Precario, Estrada, Matina, Limón.	Malatión	CDC	100 ug/botella	Resistente (19%)

3.11 Manejo y diseminación de los datos

La vigilancia entomológica para *Aedes aegypti*, se genera en los niveles locales por las actividades realizadas por el personal de vectores mediante la visita domiciliar programada en las encuestas entomológicas periódicas según situación epidemiológica de las arbovirosis (dengue, CHICK y ZIKA); dicha información es recolectada en formularios diseñados para tal fin, mismos que son recopilados al finalizar la encuesta. De la misma manera se recopila la información de las actividades de control vectorial con casas visitadas y tratadas, así como la población protegida.

El reporte de datos se establece mediante formularios diseñados para cada una de las actividades programadas generando índices aéricos e indicadores de impacto y de cobertura. Esta información es generada en los niveles locales y enviada al Nivel Regional, en este nivel la información es enviada a Nivel Central vía web a una dirección electrónica diseñada para tal fin.

En el caso de *An. albimanus* no se realiza una vigilancia entomológica programada, por lo que la información del vector se tiene parcialmente ante la aparición de casos. Esta información sobre todo de las fases inmaduras y sitios de cría se recopila en las fichas de investigación de caso de malaria, por lo que es un dato puntual y de poca utilidad que indica sólo presencia o ausencia.

Las fichas de investigación son enviadas por el responsable de vigilancia del nivel local al nivel regional y de ahí se envía vía correo electrónico a nivel central a la persona responsable de llevar la vigilancia del evento, para su análisis.

3.12 Vacíos de conocimiento

Al no existir en el país una estructura para el desarrollo de la Vigilancia entomológica, por ende, existen vacíos de conocimiento relacionados con la Vigilancia de resistencia a insecticidas de uso en salud pública, en los 3 niveles de gestión.

Acorde a los resultados existentes de los estudios citados desde el año 2013, se evidencian vacíos de conocimiento en:

- Mecanismos bioquímicos y moleculares asociados a resistencia a insecticidas
- Eficacia de los productos en campo (aunque se realizan pruebas biológicas las mismas deben ser fortalecidas)
- Estado de susceptibilidad a los insecticidas en vectores de malaria en focos activos
- Impacto por la presión de selección con insecticidas agrícolas en la aparición de resistencia a insecticidas de uso en salud pública en vectores de arbovirosis y malaria.

3.13 Contribución de socios

Tabla 14. Contribución de Socios

Institución	Contribución
Universidad de Costa Rica (UCR) Departamento de parasitología, Facultad de microbiología y CIET ((Centro de investigación de enfermedades tropicales))	<ul style="list-style-type: none">• Préstamo de instalaciones regionales y posibilidad de en una siguiente fase, ampliar estudios en las mismas poblaciones mediante detección de mecanismos enzimáticos y factores de sinergismo asociados a resistencia.• Participación en mesa intersectorial.
SENASA (Servicios Nacional de Salud animal)	<ul style="list-style-type: none">• Préstamo de instalaciones y participación en mesa intersectorial.
CDC	<ul style="list-style-type: none">• Suministro de cepas de referencia de <i>Aedes aegypti</i> (New Orleans) y asesoría técnica para la operativización del plan de manejo y monitoreo de la resistencia a los insecticidas.



<p>Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría técnica para la organización y estructuración de la Vigilancia entomológica en el país, así como para la elaboración de documentos técnicos relacionados y operativización del Plan Nacional de manejo y vigilancia de la resistencia a los insecticidas. • Apoyo en el desarrollo de los planes de capacitación al recurso humano responsable de la implementación del Plan Nacional de Vigilancia de la Resistencia a los insecticidas. • Dotación de papeles impregnados y kits de OMS para la evaluación de la susceptibilidad a los insecticidas.
<p>Universidad del Valle, Guatemala (UVG)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría técnica y ejecución o acompañamiento en las pruebas de resistencia a insecticidas.
<p>Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica (COMISCA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dotación de papel pellón para monitoreo y colecta de material biológico mediante las ovitrampas. • Apoyo político y económico. • Apoyo técnico para unificación de criterios y la tropicalización de temas asociados al Manejo Integrado de Vectores.

3.14 FODA

A continuación, se identifican las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del país para el desarrollo de la Vigilancia de la resistencia a los insecticidas:

<p>Debilidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de personal profesional especializado (Entomólogos) -Personal poco capacitado para realizar vigilancia a resistencia de insecticidas. -No todas las Regiones de Salud cuentan con un espacio físico adecuado para implementar un “laboratorio de entomología”. -No existen lineamientos para realizar vigilancia y monitoreo de resistencia a insecticidas. -Falta de un sistema de información para vigilancia entomológica. - Falta de transporte para movilización de personal
---------------------------	---



	-No existe una estructura clara del funcionamiento del personal de vigilancia entomológica.
Fortalezas	-Voluntad política para la implementación de la vigilancia entomológica y de la resistencia a insecticidas. -Personal de vectores en todo el país
Amenaza	- Presupuesto insuficiente para el pago de viáticos - Presupuesto insuficiente para la compra de insumos para la vigilancia entomológica. - No sostenibilidad de la vigilancia entomológica a nivel nacional. - Presión de selección por el uso de insecticidas agrícolas
Oportunidades	-Coordinación con otras instituciones (Ministerios, Universidades y centro de investigación). -Inclusión del monitoreo de la resistencia a los insecticidas en el Plan para la eliminación de la malaria. -Apoyo técnico OPS/OMS

4. MARCO DE IMPLEMENTACIÓN

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo General

Implementar en el país el componente de la vigilancia y manejo de la resistencia a los insecticidas en vectores de arbovirosis y malaria, como un componente de la Vigilancia entomológica acorde con el plan Nacional.

4.1.2 Objetivos específicos

Determinar el estado de resistencia y/o susceptibilidad en vectores *Ae. aegypti* y *Anopheles albimanus* a insecticidas de tipo piretroide, organofosforado y carbamato en las principales regiones geográficas del país.

Generar evidencia que oriente la toma de decisiones del Grupo técnico de control de vectores para el Manejo Integrado de vectores.

Desarrollar capacidades técnicas a nivel local, regional y central para implementar la vigilancia entomológica en localidades centinela.



4.2 Monitoreo de la resistencia a insecticidas

4.2.1 Sitios centinela

Considerando la información epidemiológica, entomológica, frecuente presión de selección con insecticidas de uso en salud pública y agrícola, debido a que son zonas de grandes extensiones de cultivos como piña, banano y arroz principalmente (ver tabla 19) y antecedentes de resistencia a insecticidas, a continuación, se presenta la propuesta de localidades centinela para la evaluación del estado de susceptibilidad y/o resistencia a insecticidas, seleccionando **13** localidades centinela para la vigilancia de la resistencia a los insecticidas para vectores de Arbovirosis y **6** localidades centinela para la vigilancia de la resistencia a los insecticidas para vectores de malaria.

Las localidades centinela para malaria, serán las mismas localidades de estudio entomológico prioritario para la caracterización entomológica de los sitios actuales que se encuentran como focos activos de malaria, considerando la recomendación de OMS para países cercanos a la eliminación en los que debe priorizarse focos de transmisión o zonas con incremento de casos. (Ver tabla 17 y tabla 18). Ante la aparición de nuevos focos de malaria, será necesario realizar estudios de resistencia en las localidades que conforman el foco.

4.2.2 Periodicidad

Las localidades centinela serán evaluadas en el primer año de implementación de este plan (2019), ante la aparición de resistencia a insecticidas deberá monitorearse cada seis meses la misma población y ante resultados de susceptibilidad cada año. De acuerdo con capacidad operativa de los niveles locales, se irá ampliando el estudio de susceptibilidad a otras localidades con alta transmisión.

4.2.3 Metodología

- **Recolección de mosquitos *Aedes aegypti***

Las formas inmaduras de *Aedes aegypti* se recolectarán en viviendas seleccionadas de forma aleatoria donde se inspeccionarán potenciales criaderos del mosquito como llantas usadas, tanques, barriles, canoas, plásticos y macetas entre otros y se transportarán a los sitios seleccionados por los sitios centinela, considerando que actualmente no existe infraestructura establecida que haga las veces de Laboratorio de Entomología básicos.

Los estadios inmaduros se transportarán en recipientes de 500 ml para la obtención de la generación F1 en condiciones semicontrolada a una temperatura entre los 28°C y 32°C, humedad relativa entre 60% y 80% y fotoperiodo natural 12 horas luz – 12 oscuridad.



Las larvas en campo se transferirán a bandejas plásticas de 1 litro, en agua reposada libre de cloro y se alimentarán con comida para roedores hasta el estadio de pupa, una vez en estadio de pupa se llevarán a vasos plásticos de 350 ml a la espera de la emergencia del adulto. Los adultos recién emergidos serán liberados en jaulas, las cuales contarán con solución azucarada al 10% para la alimentación de los mosquitos. Las hembras se alimentarán durante 2-3 días por semana empleando fuente sanguínea animal. Finalmente, dentro de cada jaula se ubicará un vaso plástico con toallas de papel absorbente y un tercio de agua reposada libre de cloro para su oviposición.

Tabla 15. Sitios centinela seleccionados para la evaluación de resistencia a insecticidas en *Aedes aegypti* 2021 - 2022

REGION	Provincia	Cantón	Distrito	Localidad	METODOLOGIA	Insecticidas a evaluar (Concentración)
PACIFICO CENTRAL	Puntarenas	Orotina	Orotina	Santa Rita	OMS	Temefos (0,012 ppm) Lamdacialotrina (0,03%) Permetrina (0,25%) Deltametrina (0,03%) Malatión (5%) Bendiocarb (0,1%)
		Garabito	Jacó	Sector 5		
		Puntarenas	Barranca	Libertad 81		
HUETAR CARIBE	Limón	Matina	Matina	Bristol / Baltimore / Santa Marta		
		Limón	Valle La Estrella/ Limón	Valle La Estrella/ Limón		
		Talamanca	Sixaola	Sixaola / Ania / Paraíso		
		Guácimo	Guácimo/ Río Jiménez	Guácimo / La Selva / Río Jiménez		
		Siquirres	Siquirres / El Cairo	San Martín / El Cairo		
BRUNCA	San José	Perez Zeledón	San Isidro de El general	Cocorí		
	Puntarenas	Golfito	Guaycará	San Ramón		
		Buenos Aires	Buenos Aires	Santa Cruz		
CHOROTEGA	Guanacaste	Santa Cruz	Santa Cruz	Santa Cruz		
		Carrillo	Sardinal	Sardinal		
CENTRAL NORTE	Heredia	Sarapiquí	Puerto Viejo	Puerto Viejo		
HUETAR NORTE	Alajuela	San Carlos	Pital	Pital		

- Para el estadio de larvas se evaluará únicamente temefos y para el estadio adultos se evaluarán los insecticidas restantes que se listan en la tabla posterior a temefos.



Tabla 16. Insecticidas utilizados en los principales cultivos del país⁹

Localidades Centinelas	Principales cultivos	Plaguicidas utilizados para cada tipo de cultivo
Buenos Aires Cutris Pital Pocosol	Piña	<p>Arroz</p> <p>Herbicidas: 2,4-D propapil, pendimetalina, butaclor, imazapic.</p> <p>Fungicidas: mancozeb, carbendazim. Insecticidas: dimetoato, triazofos, imidacloprid, cipermetrina y otros piretroides.</p>
Carrandí Matina	Banano	<p>Banano</p> <p>Fungicidas: Mancozeb, tridemorf, conazoles (fenbuconazole, tebuconazole) azoxiestrobina, trifloxiestrobina.</p> <p>Insecticidas - nematicidas: terbufos, etoprofos, fenamifos, cadusafos, clorpirifos, bifentrina. Fungicidas post-cosecha: imazalil y tiabendazol.</p>
Golfito	Arroz y Palma Africana	<p>Cítricos</p> <p>Herbicidas: glifosato, paraquat, diuron. Fungicidas: hidróxido de cobre, difenoconazole, carbendazina.</p> <p>Insecticida: Octaborato de sodio, dimetoato.</p>
Los Chiles	Cítricos	<p>Palma Africana</p> <p>Herbicidas: glifosato, paraquat, diuron. Insecticida: carbaril.</p>
Puerto Viejo Siquirres	Piña y Banano	<p>Piña</p> <p>Insecticidas: diazinón, etoprofos, carbaril. Herbicidas: ametrina, bromacil, diurón, paraquat.</p> <p>Regulador de crecimiento: etefón.</p> <p>Fungicidas: fosetil, mancozeb, metalaxil, triadimefón.</p>



Tabla 17. Sitios centinela para la evaluación de *Anopheles albimanus* 2021 - 2022

REGION	Provincia	Cantón	Distrito	Localidad	METODOLOGIA	Insecticidas a evaluar (Concentración)
HUETAR CARIBE	Limón	Matina	Carrandí	Saborio	OMS	Alfacipermetrina (0,05%) Deltametrina (0,05%) Malatión (5%) Bendiocarb (0,1%) Lambdacialotrina (0,05%)
			Matina	23 Millas y/o 4 Millas		
		Limón	Limón	Westfaslia		
PACÍFICO CENTRAL	Puntarenas	Puntarenas	Lepanto	Jicaral		
			Puntarenas	Morales		
HUETAR NORTE	Alajuela	San Carlos	Pital	Pital		
			Cutris	Cutris		
			Pocosol	Pocosol		
	Alajuela	Los Chiles	Los Chiles	Los Chiles		

- *Considerando la dificultad en la consecución del material de campo debido a las bajas densidades de mosquitos Anopheles en los sitios seleccionados y al próximo vencimiento de papeles piretroides, se dará prioridad a la evaluación de los insecticidas que se listan en rojo. Una vez evaluados los insecticidas priorizados, se continuará con la evaluación de los otros.*

- **Ensayos biológicos**

- **Pruebas biológicas OMS en larvas de *Ae. aegypti*.**

Los bioensayos se realizarán siguiendo la metodología recomendada por la OMS (1981) para las 13 muestras de las poblaciones de estudio. La concentración de referencia inicial evaluada será la dosis diagnóstica de temefos reconocida internacionalmente: 0.012 ppm (mg/L) y recomendada por la OMS.

Para ello, se realizarán de 1 a 2 bioensayos, los cuales estarán constituidos por cuatro réplicas (cada una estará representada por un vaso de precipitado de vidrio de 150 ml el cual contenía insecticida) y un control al cual se le adicionará etanol. A cada vaso de precipitado se le adicionarán 99 ml de agua reposada libre de cloro, posteriormente a los vasos tratamiento se les agregará 1 ml de temefos de acuerdo y se homogenizará la dilución por agitación, finalmente luego de 15 minutos se adicionarán en seco de 20 a 25 larvas de tercer estadio tardío a cuarto temprano. La lectura de mortalidad se realizará a las 24 horas pos-exposición empleando el criterio de la OMS: se considerarán como muertas las larvas que al ser perturbadas presenten movimientos anormales de tal manera que, si se encuentran en la superficie del agua, no sean capaces de sumergirse hasta el fondo del recipiente o de lo contrario, si están en el fondo no sean capaces de nadar hasta la superficie en un tiempo no mayor a un minuto.

En caso de que los resultados sean compatibles con resistencia, se explorará la posibilidad de terminar grados de resistencia, con el apoyo de centros de investigación, universidades a nivel nacional u otro apoyo de una institución externa.

- **Pruebas biológicas OMS en adultos de *Aedes aegypti* y *Anopheles albimanus*.**

La metodología del ensayo biológico de los papeles impregnados de la OMS consiste en dos tubos plásticos, uno de observación que contiene un papel blanco y otro de exposición con el papel impregnado de insecticida a evaluar. Estos tubos se conectarán entre sí por medio de un sistema corredizo que permite el paso de los insectos de un tubo al otro, de esta manera, se controlará el tiempo de exposición de los individuos y su posterior evaluación. Esta prueba constará de tres momentos. El primero, es un periodo de preexposición, en el cual las hembras se introducirán con la ayuda de un aspirador bucal al tubo de observación durante un espacio de 15 a 20 minutos. Luego, las hembras se trasladarán suavemente al tubo de exposición en donde se llevará a cabo la evaluación del estado de susceptibilidad de cada una de las poblaciones, examinándose cada 10 minutos durante una (1) hora el número de individuos vivos y muertos. Finalmente, los insectos se trasladarán nuevamente al tubo de observación donde permanecerán 24 horas con una pequeña torunda de agua y solución azucarada. Transcurrido este tiempo se registrará la mortalidad¹⁶.

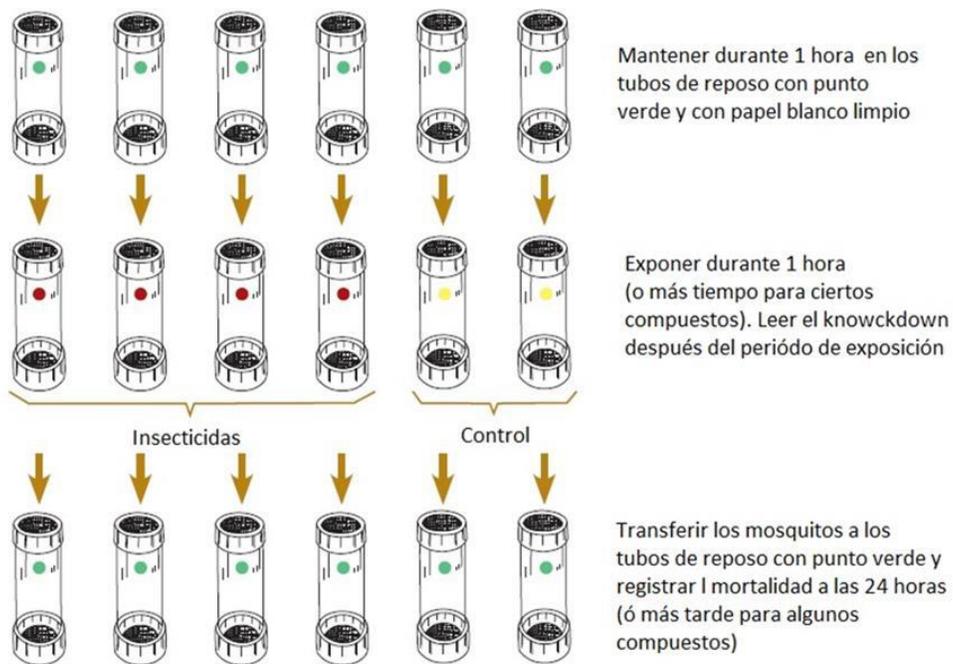


Se hace necesario aclarar que para los ensayos con adultos de *Aedes aegypti* se procurará emplear la generación F1 máximo F2 obtenida en colonia y para el caso de *Anopheles albimanus*, el material se obtendrá de las recolectas que se realicen en las mismas localidades centinela de estudio entomológico en la que posterior a las actividades de actividad de picadura empleando atrayente humano protegido y recolección de material en reposo, se realizarán las pruebas de susceptibilidad o resistencia a insecticidas.

A pesar de que el insecticida Bendiocarb, actualmente no es utilizado en el país, se realizará la evaluación de resistencia para *Aedes aegypti*, debido a que, según la revisión de literatura, *Aedes aegypti* en las localidades evaluadas presentó resultados compatibles con susceptibilidad. Adicionalmente, la evaluación de resistencia a otros insecticidas como tipo piretroides está identificado resistencia en algunas poblaciones, por lo cual es necesario considerar otras alternativas para control químico que el país, que eventualmente, se puedan usar ante un panorama de resistencia a los productos utilizados actualmente.

Para los ensayos en vectores de arbovirosis, se requerirán controles positivos para lo cual será necesario realizar la gestión con el CDC de Atlanta para el suministro de colonias de referencia de *Aedes aegypti* (cepa New Orleans).

Ilustración 13. Procedimiento para el desarrollo de pruebas OMS¹⁶





- **Empaque de material para pruebas posteriores para la determinación de mecanismo de resistencia a insecticidas.**

El material obtenido de las pruebas biológicas con *Aedes aegypti*, será debidamente rotulado y separado en tubos de centrifuga individualmente, identificado uno a uno la condición de vivo o muerto una vez finalizada la prueba. Para el caso de *Anopheles*, una vez finalizado el ensayo deberá procederse a la identificación taxonómica de los mosquitos hasta llegar a nivel de especie para lo cual se contará con el apoyo del nivel central para ello, posterior a la identificación taxonómica se realizará la individualización de la misma manera que se describió para *Aedes aegypti*. Este material será preservado a una temperatura de -70°C , en un laboratorio que se identificará para ello, con el fin de custodiar las muestras hasta que se tenga la capacidad de infraestructura y operativa para la detección de mecanismos de resistencia asociados.

- **Listado de papeles recibidos por donación de OPS al país.**

A continuación, se presenta una tabla con los papeles que han sido donados por OPS/OMS al país en el año 2019, para la implementación del presente plan. Adicionalmente, se ha donado al país conos para la evaluación de superficies impregnadas.

Tabla 18. Papeles impregnados y kit de OMS donado para Costa Rica:

Nombre de insecticida	No. Cajas	Fecha de Vencimiento
Control piretroides	12	Enero del 2020
Control Carbamatos	8	Enero del 2022
Permetrina 0,25%	2	Enero del 2020
Lamdacilotrina 0,03%	2	Diciembre de 2019
Alfacipermetrina 0,05%	2	Enero del 2020
Pirimifos - metyl 0,25%	4	Diciembre de 2021
Malatión 5%	4	Diciembre de 2021
Bendiocarb 0,1%	4	Diciembre de 2021
Deltametrina 0.05%	2	Noviembre de 2019
Deltametrina 0,03%	2	Enero de 2020
Lamdacilotrina 0,05%	2	Enero de 2020
Temefos 0.012 ppm		

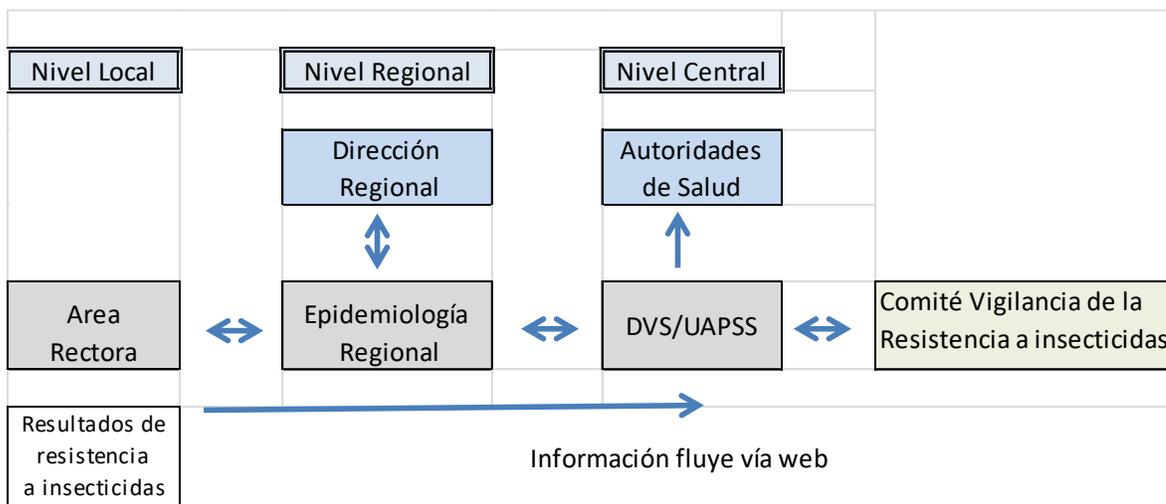
4.2.4 Sistema de información

Una vez que la vigilancia centinela de resistencia a insecticidas esté funcionando y se tengan los instrumentos necesarios para recopilar la información, se diseñará un módulo automatizado para



la vigilancia entomológica que funcione en los tres niveles de gestión, iniciando en el primer nivel. La información deberá fluir del nivel local al regional y de ahí al central, así:

Ilustración 14. Flujo de información



Los funcionarios de vectores capacitados en vigilancia entomológica deberán realizar las labores de campo necesarias para ejecutar la vigilancia centinela de resistencia a insecticidas, acorde a lo estipulado en este Plan. La información consolidada deberá ser analizada de forma mensual y anual por el comité de vigilancia de la resistencia a insecticidas, el informe final será remitido a las autoridades correspondientes, con el respectivo plan remedial.

Con el fin de estandarizar instrumentos de reporte de resultados, los datos nacionales serán analizados y reportados a la Red Regional de Resistencia a insecticidas de la OPS, empleando la herramienta disponible de reporte regional y ajustada a las condiciones de Costa Rica como se observa a continuación (debido a la cantidad de variables se presenta en dos secciones):

Pruebas			Colección de mosquitos		Ubicación					Mosquitos			Ensayos				
Tipo de Investigación	Tipo de prueba	Insecticida utilizado	Año	Mes de inicio	Provincia	Cantón	Distrito	Localidad	Latitud (grados decimales)	Longitud (grados decimales)	Especie de mosquito	Estadio	Especie usado en control	Número de replicas en el ensayo	Total de mosquitos en el ensayo	Número de replicas en el control	Total de mosquitos en control
▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼



Resultados de pruebas fenotípicas					Comentarios
Tiempo en cual se midió la mortalidad	Promedio de mortalidad en ensayos (%)	Promedio de mortalidad en control (%)	Estimado promedio de mortalidad después de ajustes (% o numero muertos)	Estado de resistencia Susceptible:(>=98%) Moderado:(90-98%) Alto:(<90%)	

4.2.5 Manejo de la resistencia a insecticidas

Se hace necesario de la conformación de un comité técnico interdisciplinario e intersectorial público y privado liderado por el Ministerio de Salud, para analizar los resultados de las evaluaciones de la susceptibilidad a los insecticidas y proponer estrategias para el manejo adecuado de la resistencia y rotación de productos para evitar su aparición.

4.2.6 Actividades y cronograma

A continuación, se presentan las actividades planeadas para dos años de implementación, la planificación de los siguientes años se realizará progresivamente posterior a la obtención de los resultados.

Tabla 19. Actividades y cronograma años 2021 – 2022

Actividad	Año 1 (2021)				Año 2 (2022)			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
	Fase 1. Diseño, creación e implementación							
1. Diagnóstico situacional a nivel Regional y local en términos de estructura física, insumos y personal para la vigilancia entomológica (inspectores de salud)			■	■				
2. Adecuación mínima de los sitios que funcionará como unidades básicas de vigilancia entomológica.	■	■	■					
3. Dotación de insumos necesarios para vigilancia entomológica.	■	■	■					
4. Actualización del Plan Nacional de Vigilancia entomológica.		■	■	■				
5. Conformación de un grupo técnico intersectorial e interdisciplinario para el análisis de los resultados.					■	■		
6. Socialización del Plan de la Vigilancia a la Resistencia a Insecticidas (actualización 2021)				■				
	Fase 2. Operativización del Plan de resistencia							
1. Selección de localidades por Distrito para sitios centinela.			■					



Tabla 20. Indicadores de evaluación del plan

Insecticida	Localidad centinela	Evento (Malaria o arbovirosis)	Pruebas programadas año 1	Pruebas realizadas año 1	% de mortalidad Resultado (RR o SS)
Permetrina 0.25%					
Lamdaciotrina 0.03%					
Alfacipermetrina 0.05%					
Pirimifos-metyl 0.25%					
Malatión 5%					
Bendiocarb 0.1%					
Deltametrina 0.05%					
Deltametrina 0.03%					
Lamdaciotrina 0.05%					
Temefos 0.012 ppm					

4.2.8 Recursos Humanos

Actualmente el país cuenta con aproximadamente 300 funcionarios (inspector de salud 1 y 2) en los tres niveles de gestión, encargados de realizar actividades entomológicas puntuales y control vectorial. De estos funcionarios, se capacitará un grupo por cada región en vigilancia entomológica, los cuales se encargarán de operativizar este plan de evaluación de susceptibilidad a los insecticidas a nivel local. Los inspectores 2 se encargarán de supervisar las actividades desarrolladas por los inspectores 1 y de socializar los resultados y analizar con el equipo de vigilancia epidemiológica de los niveles locales y a su vez estos con los niveles regionales y estos a nivel Nacional. Dentro del equipo de control de vectores nacional se ha identificado un profesional en Biología, el cual eventualmente podrá ser capacitado como entomólogo para fortalecer todas las acciones en este campo.

La conducción técnica de los inspectores 1 y 2 se orientará por la normativa de control de vectores descrita en las normas técnicas para malaria y arbovirosis y bajo la jefatura del director de área o director regional en su defecto.



4.2.9 Presupuesto

A continuación, se presenta un presupuesto estimado para la ejecución del Plan de Monitoreo y Vigilancia de la resistencia a los insecticidas para dos años. La principal fuente de financiamiento serán fondos del premio de la EMMIE (Eliminación de Malaria en Mesoamérica e Isla Española). La financiación de recurso humano transporte y otros insumos básicos serán asumidos por el Ministerio de Salud.

Tabla 21. Presupuesto implementación del plan

Categoría de costo	Año 1 (2019)	Año 2 (2020)
	USD	USD
Adecuación mínima de infraestructura	8.750,00	8.750,00
Compra de insumos y equipos	20.000,00	10.000,00
Logística desarrollo de capacitaciones a inspectores de salud (personal para entomología y control de vectores)	10.000,00	10.000,00
Diseño de sistema de información de vigilancia entomológica	20.000,00	20.000,00
Formación de profesionales especializados en entomología médica.	15.000,00	15.000,00
Visitas de seguimiento a nivel Regional y local	3.000,00	3.000,00
Logística desarrollo de talleres y reuniones nacionales	5.000,00	5.000,00
Imprevistos	5.000,00	5.000,00
Total, por año	86.750,00	86.750,00
TOTAL		173.500,00



5. BIBLIOGRAFÍA

1. Manso, P.; Stolz, W. y Fallas J.C. 2005. Régimen de precipitación en Costa Rica. En: Revista Ambientico, No. 144. Setiembre 2005. San José, Costa Rica.
2. República de Costa Rica. Ministerio de Salud de Costa Rica. Manual de organización y funciones. Enero 2020. 131 pp.
3. Organización Panamericana de la Salud. *Estrategia de gestión integrada para la prevención y el control de las enfermedades arbovirales en las Américas*. Washington: OPS; 2019. [Internet]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51787>
4. Organización Mundial de la Salud. Enfermedad por el virus del Zika. [Internet]. Disponible en: <https://www.who.int/emergencias/zika-virus/es/>
5. World Health Organization = Organisation mondiale de la Santé. (2017). Zika virus: an epidemiological update – Virus Zika: le point de la situation épidémiologique. Weekly Epidemiological Record = Relevé épidémiologique hebdomadaire, 92 (15), 188 - 192. World Health Organization = Organisation mondiale de la Santé. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/255010>
6. Organización Mundial de la Salud. Estrategia técnica mundial contra la malaria 2016 – 2030. Junio de 2015. <https://www.who.int/malaria/publications/atoz/9789241564991/es/>
7. Registro de productos de interés sanitario. Disponible en: (<https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/registro-de-productos-de-interes-sanitario?id=639>, consultado el 10 de octubre de 2018).)
8. OMS-TDR. Operational guide for assessing the productivity of *Aedes aegypti* breeding sites. [Internet] 2011. Disponible en: <https://www.who.int/tdr/publications/documents/sop-pupal-surveys.pdf>
9. Organización Panamericana de la Salud . Diagnóstico situacional de la malaria y el uso del DDT en Costa Rica. [Internet] 2001. Disponible en: <https://www.binasss.sa.cr/opac-ms/media/digitales/Diagn%C3%B3stico%20situacional%20de%20la%20malaria%20y%20el%20uso%20de%20DDT%20en%20Costa%20Rica.pdf>
10. Bisset. J; Marín, R. Rodríguez, M. Severson. D.; Ricardo. Y; French.L; Diaz. M y Pérez. O. Insecticide Resistance in two *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) strains from Costa Rica. Journal of Medical Entomology. 2013



- 11.-Arguedas, O; Troyo, A. Perfil de resistencia a insecticidas en una cepa de *Aedes aegypti* (Linnaeus) de la región Caribe de Costa Rica. Revista Cubana de Medicina Tropical. 2014; 66(3):351 – 359.
12. Miranda, K; Troyo, A; Arguedas, O. Evaluación de la resistencia a insecticidas en cepas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de la Región Caribe de Costa Rica. Rev. costarric. salud pública vol.28 n.1 San José Jan./Jun. 2019.
13. Arguedas, O; Miranda, K; Troyo, A. Resistencia a insecticidas en cepas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de tres distritos de la Región Pacífico Central de Costa Rica. Revista Cubana de Medicina Tropical. 2018;70(3).
14. Miranda, K; Troyo, A; Arguedas, O. Resistencia de *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) a insecticidas organofosforados y piretroides en la localidad de Orotina, Alajuela, Costa Rica. Rev. costarric. salud pública vol.28 n.1 San José Jan./Jun. 2019.
15. CDC. Instrucciones para la Evaluación de la Resistencia a Insecticida en Vectores mediante del Ensayo Biológico de la Botella de los CDC. Disponible en: https://www.cdc.gov/malaria/resources/pdf/fsp/ir_manual/ir_cdc_bioassay_es.pdf
16. Organización Mundial de la Salud. Procedimientos de las pruebas para la vigilancia de la resistencia a los insecticidas en los mosquitos vectores del paludismo. 2017.
- 16.. Ramírez, F; Bravo, V; de la Cruz, E. Importación y Uso de Plaguicidas en Costa Rica: período 2006-2012. Informe Área Diagnóstico, Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 2012.