

Revisión

Exposición ocupacional a insecticidas en el control de vectores *Aedes* en Ecuador

Occupational exposure to pesticides in Aedes vector control in Ecuador

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.611.004>

Belinda Marta Lema Cachinell¹

<https://orcid.org/0000-0002-1403-336X>

Emma Zulay Delgado Saeteros¹

<https://orcid.org/0000-0003-1432-4885>

Alejandro Nicolás Lema Cachinell^{1,*}

<https://orcid.org/0000-0002-6402-9342>

Jessica Ivonne Navas Román²

<https://orcid.org/0000-0001-9139-4487>

Joselyn Melissa Gutiérrez Bermúdez²

<https://orcid.org/0000-0002-9299-4393>

Recibido: 13/11/2020

Aceptado: 03/02/2021

RESUMEN

Las Enfermedades de Transmisión Vectorial contribuyen de manera importante a la carga mundial de morbilidad afectando de manera especial a las poblaciones de los países en desarrollo. Ecuador es un país tropical, con condiciones climáticas favorables a para albergar mosquitos de las especies *Aedes* que son vectores activos de arbovirosis como el dengue, el zika, el chikungunya y la fiebre amarilla para las no existe un tratamiento específico ni métodos efectivos de inmunización, y la única forma de controlar la transmisión está dirigida hacia sus vectores. El uso de insecticidas químicos ha sido la forma más utilizada en los programas de Control, siendo Temephos, Deltametrina y Malathion los más comunes en Ecuador en la actualidad. El uso de los insecticidas tiene un efecto dual sobre la salud pública: Positivo, gracias al control que brinda a los vectores transmisores de ETV; y Negativo, traducido en los riesgos para la salud de trabajadores expuestos directamente y de la población en general causando efectos agudos y crónicos. El reconocimiento como trabajo de alto riesgo a la tarea de los fumigadores de Ecuador dado por el mayor ente ambiental del país, permite que se tomen las acciones necesarias para garantizar su salud y de ésta manera pueda verse reducido el impacto negativo, adoptando mejores y más eficientes métodos y equipos que sean seguros en la aplicación de insecticidas de control vectorial.

Palabras claves: Enfermedades de Transmisión Vectorial, insecticidas, organofosforados, riesgo laboral.

ABSTRACT

Vector-borne diseases contribute significantly to the global burden of disease, particularly affecting populations in developing countries. Ecuador is a tropical country, with favorable climatic conditions to house mosquitoes of *Aedes* species that are active vectors of arbovirosis such as dengue, Zika, chikungunya and yellow fever for which there is no specific treatment or effective method of immunization, and the only way to control transmission is to target their vectors. The use of chemical insecticides has been the most used form in Control programs, being Temephos, Deltametrina and Malathion the most common in Ecuador today. The use of insecticides has a dual effect on public health: Positive, thanks to the control provided to ETV transmitter vectors; and Negative, translated into the health risks to directly exposed workers and the general population causing acute and chronic effects. The recognition as high-risk work of the work of the Ecuadorian fumigators given by the largest environmental entity in the country, allows the necessary actions to be taken to guarantee their health and in this way the negative impact can be reduced, adopting better and more efficient methods and equipment that are safe in the application of vector control insecticides.

Key words: Vector Transmitted Diseases, insecticides, organophosphates, occupational risk

¹Instituto Superior Univerisatrio de Formación (UF); Ecuador

²RedGIA; Ecuador

*Autor de Correspondencia: alejandrol@formacion.edu.ec

Introducción

Las Enfermedades de Transmisión Vectorial (ETV), son aquellas transmitidas por mosquitos, chinches, pulgas, moscas o garrapatas, que actúan como vectores de los diferentes patógenos, bien sean protozoos (*Trypanosoma*, *Leishmania*, *Plasmodium*), virus (*Flavivirus*, *Alphavirus*, entre otras.), bacterias (*Rickettsia*, etc.) o filarias (*Onchocerca*, *Mansonella*, *Wuchereria*) entre otras. Las ETV contribuyen de manera importante a la carga mundial de morbilidad afectando de manera especial a las poblaciones de los países en desarrollo. Ecuador es un país tropical, con condiciones climáticas favorables para albergar mosquitos de las especies *Aedes* que son vectores activos de arbovirosis como el dengue, el zika, el chikungunya y la fiebre amarilla (OPS, 2019), para las no existe un tratamiento específico ni métodos efectivos de inmunización, y la única forma de controlar la transmisión está dirigida hacia sus vectores (Goindin *et al.*, 2017). El uso de insecticidas químicos ha sido la forma más utilizada en los programas de Control, y en la actualidad son usados los organoclorados, carbamatos y organofosforados de gran acción residual (INSPI, 2020). El uso de los insecticidas tiene un efecto dual sobre la salud pública: Positivo, gracias al control que brinda a los vectores transmisores de ETV; y Negativo, traducido en los riesgos para la salud de trabajadores expuestos directamente, y menor cuantía la población en general.

El mosquito *Aedes aegypti* adaptado a las zonas urbanas, se ha distribuido ampliamente en latitudes tropicales y subtropicales. Surgió de África durante el comercio esclavista en los siglos XV al XIX (Tabachnick *et al.*, 1979), llegando a América en el siglo XVII (Eisen & Moore, 2013 & Brown *et al.*, 2014) y a Asia en los siglos XVIII y XIX a través de intercambios comerciales, para finalmente extenderse a nivel mundial gracias a la masificación de la industria de transporte en los últimos 50 años (Mousson *et al.*, 2005). El *Ae. albopictus* puede actuar como vector en zonas rurales y urbanas, pudiendo desplazarse de un hábitat a otro libremente (Thirión-Icaza, 2010) alimentándose de una amplia gama de hospedadores, actuando en consecuencia como potencial puente de distintos virus hacia ambientes peridomésticos y, por lo tanto, aumentando el riesgo de infección humana con enfermedades como la fiebre del Valle del Rift, la encefalitis japonesa, los virus del Nilo Occidental, Sindbis y, en el caso de Suramérica, la encefalitis equina venezolana (Larsen & Ashely, 1971; Benedict *et al.*, 2007; Lambrechts *et al.*, 2010;). Adicionalmente, éstas dos especies de mosquitos son vectores competentes del virus del dengue, el virus de la fiebre amarilla, el virus del chikungunya y el virus del Zika (OMS, 2020a, b, c), y ocasionales transmisores de los virus de Potosí, Cache Valley, La Crosse, encefalitis equina oriental, encefalitis equina venezolana y Mayaro, causando en conjunto una gran carga para los sistemas de salud (Weaver & Reisen, 2010).

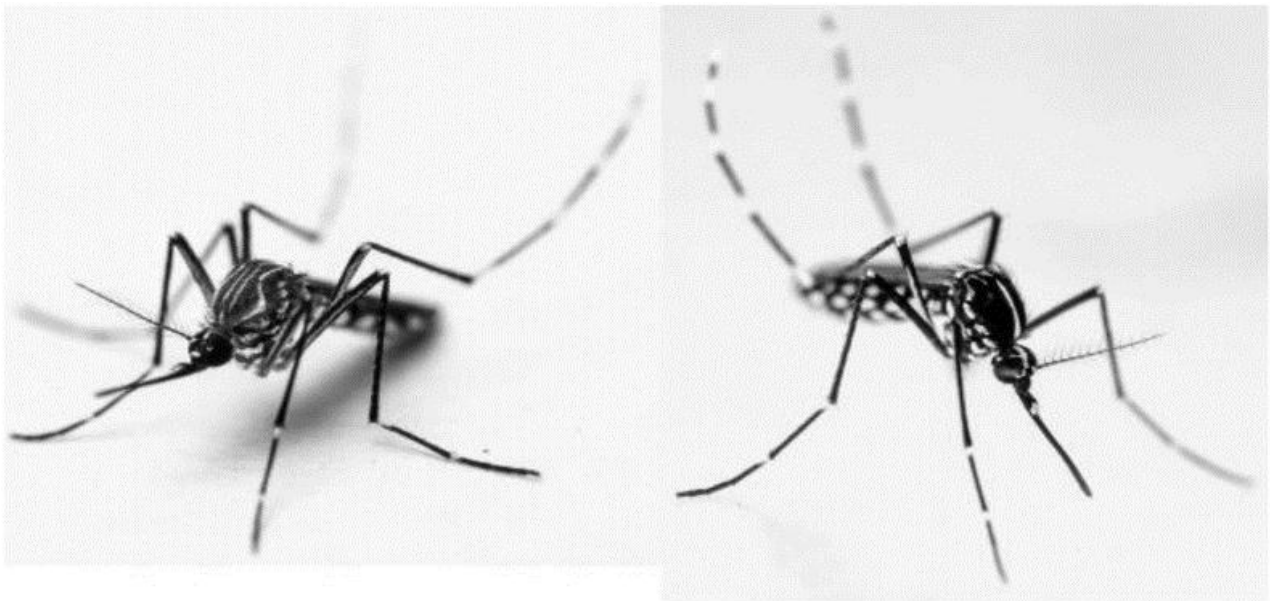


Figura 1. Mosquitos adultos de las especies *Ae. aegypti* (izquierda) y *Ae. albopictus* (derecha). Fuente: (Lwande *et al.*, 2020).

Tanto *Ae. aegypti* como *Ae. albopictus* se alimentan de una amplia gama de hospedadores vertebrados (Barrera *et al.*, 2012); sin embargo, el primero es más antropofílico que el segundo, y por lo tanto, un vector más eficiente en áreas urbanas. Ambas especies prosperan en climas cálidos y húmedos, y se han adaptado a los asentamientos humanos desarrollando sus ciclos de vida y reproducción en los entornos domiciliarios y peridomiciliarios, prefiriendo lugares oscuros y tranquilos para reposar donde se establece la mayor parte del tiempo. Su alcance de vuelo es de unos 100 metros, aunque puede alcanzar autonomía de hasta 400 metros cuando se encuentra en búsqueda de fuentes de alimentación (OPS, 2016 & 2020a). Las hembras *Ae. aegypti* ponen múltiples lotes de huevos cada 3 o 4 días, mientras que *Ae. albopictus* colocan lotes individuales después de una ingesta de sangre, depositándolos en recipientes con agua no fluyente, residual o de uso doméstico, donde se adhieren a las paredes de los contenedores. En condiciones favorables, especialmente a altas temperaturas y en inundación, los huevos eclosionan a los pocos días en larvas; mientras que, en condiciones de sequía, los huevos pueden resistir durante más de un año y luego convertirse en larvas cuando vuelve la humedad al entorno. Las larvas pasan posteriormente por cuatro mudas, que pueden tardar entre 9 y 13 días. Los mosquitos machos se desarrollan más rápido que las hembras y se transforman antes en crisálidas. Después de un período cercano a 2 días, éstas se convierten en mosquitos adultos, etapa en la pueden vivir hasta 6 semanas, con una morfología común a ambas especies caracterizada por el color oscuro con franjas blancas en la espalda y las patas. Sin embargo, *Ae. albopictus* es más pequeño, con una única raya longitudinal plateada dorsal, mientras que *Ae. aegypti* tiene un patrón dorsal plateado en forma de lira en su escudo (Lwande *et al.*, 2020; Figura 1).

El almacenamiento de agua potable y otras aguas urbanas, de contenedores que incluyen bidones, bases de macetas, canalones, lonas, llantas y contenedores desechados, pueden recoger agua de lluvia y proporcionar hábitats vitales en la ovoposición de estas especies vectoriales derivando en la permanencia o aumento de sus poblaciones como también del riesgo epidemiológico. Un estudio de Cuartas *et al.* (2017) aplicado en la ciudad colombiana de Cali analizó la distribución espacial de criaderos este vector, encontrando una correlación positiva entre las zonas con

poblaciones existentes de *Ae. aegypti* y los criaderos potenciales con presencia de sumideros, escombros, botaderos crónicos de basura, recipientes y llantas desechadas en los intra y peridomicilios. Adicionalmente, en una zona epidémica de la ciudad de Cebú, Filipinas, Edillo *et al.* (2012) evidenciaron alta presencia de criaderos efectivos de *Ae. aegypti* en bidones plásticos y de *Ae. albopictus* en cuencas vegetativas, tambores plásticos, neumáticos residuales en relación a la totalidad de 554 criaderos potenciales en el extradomicilio de 279 casas. Observaciones similares obtenidas por Morales-Pérez *et al.* (2017) en 12000 hogares de tres regiones costeras del estado de Guerrero, México, concluyeron la alta presencia de crisálidas de *Ae. aegypti* en Tanques de hormigón (pilas, bateas) y barriles (65%), asociando la acción de cubrir los contenedores de agua con un menor riesgo de presencia de larvas y tener más de cuatro recipientes de agua se asoció con la infestación doméstica tanto en las áreas rurales. El rápido crecimiento de la población humana y el aumento de la urbanización han dado paso a la creación de viviendas deficientes, con sistemas inadecuados de suministros de agua y gestión de desechos y, en consecuencia, a una abundancia de espacios propicios para los criaderos de mosquitos con el subsecuente aumento del riesgo epidemiológico que conlleva.

En ausencia de tratamientos específicos o vacunas disponibles contra las arbovirosis, la única forma de controlar sus niveles de transmisión está dirigida hacia sus vectores (Goindin *et al.*, 2017). Por esto, las actividades de control vectorial son las principales estrategias disponibles para prevenir y reducir el impacto en la salud pública. Aunque no es la única, el uso de insecticidas químicos ha sido la medida más utilizada en los programas de control para bajar la densidad de mosquitos en sus diferentes estadios de desarrollo (adulto o larva), siendo empleada por más de 60 años con resultados variables. Inicialmente se usaron piretrinas, de corto efecto de noqueo. Posteriormente, se introdujeron insecticidas de mayor acción residual como los organoclorados, carbamatos y organofosforados (OPS, 2019)

En Ecuador, en el año de 1967 fue creado el Servicio Nacional de Control de Enfermedades Transmitidas por Vectores Artrópodos-SNEM, teniendo a su cargo las actividades de fumigación, rociado, abatización y promoción de la salud con énfasis en las enfermedades metaxénicas. En el período comprendido entre los años 2007 a 2012, se aplicaron larvicidas en más de 11 millones de casas con el objetivo de eliminar los criaderos del *Ae. aegypti* en la fase acuática, además de la fumigación de casi 4 millones de casas y 2 millones de manzanas para disminuir la población adulta del mosquito *Ae. aegypti* en las áreas de riesgo (Tabla 1).

Tabla 1. Alcance del uso de insecticidas de control vectorial en Ecuador entre 2007 a 2012

| Objetivo | Indicador | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Totales |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Eliminar los criaderos del <i>Ae. aegypti</i> en la fase acuática | Casas intervenidas con aplicación de larvicidas | 1.332.313 | 1.407.335 | 1.571.886 | 2.148.048 | 2.233.643 | 2.600.634 | 11.293.859 |
| Disminuir la población adulta del mosquito <i>Ae. aegypti</i> en las áreas de riesgo | Casas fumigadas | 0 | 0 | 768.820 | 1.148.561 | 836.576 | 1.165.665 | 3.919.622 |
| | Manzanas fumigadas | 356.815 | 290.079 | 406.909 | 404.589 | 312.218 | 309.626 | 2.080.236 |

Fuente: SNEM, 2013

En 2013, en el marco del Proyecto de vigilancia y control de vectores para la prevención de la transmisión de enfermedades metaxénicas en el Ecuador, se destinaron recursos para la adquisición de insecticidas por el monto de 10.175.084 USD en el caso de Temephos, 1.124.963 USD para la importación de Deltametrina líquida al 2.5% y 1.892.457 en la compra de Malathion al 96%. Gt. El plan incluía intervenciones con insecticidas en 165 cantones distribuidos en 23 provincias del territorio nacional, y como medida específica en la lucha contra los vectores del dengue, la aplicación del larvicida Temephos al 1% (fase acuática) en todos los recipientes útiles que pudiesen contener agua a nivel domiciliario que sirven como criaderos del *Ae. aegypti*. Complementariamente, se realizaron trabajos de control del vector en fase adulta a través de las fumigaciones con equipos portátiles y montados en vehículos en el interior y alrededor de los domicilios para reducir los índices de infestación y control de brotes y epidemias. (Tabla 2).

En 2014, la estructura organizacional del SNEM es integrada al Ministerio de Salud de Ecuador, y en específico a la Subsecretaría Nacional de Vigilancia de la Salud Pública, aplicando de las estrategias del Proyecto de vigilancia y control de vectores para la prevención de la transmisión de enfermedades metaxénicas planteado el anterior año, continuando con los programas de uso de insecticidas hasta la actualidad (MSP, 2016). Adicionalmente, como parte de las funciones y responsabilidades de la Dirección Zonal de Vigilancia de Salud Pública, se promulgaron importantes lineamientos en beneficio de la salud ocupacional del componente humano encargado de ejecutar las tareas de fumigación y riego. Destacándose:

- “Garantizar que a los servidores o trabajadores públicos que están en contacto con plaguicidas (organofosforados), específicamente a aquellos que realizan fumigaciones, se les reduzca su carga laboral, acorde a las normas nacionales e internacionales sobre trabajo de alto riesgo”.

- “Garantizar que a los servidores y trabajadores públicos expuestos a plaguicidas (organofosforados), se les realicen controles periódicos para valorar los niveles de toxicidad, tiempo de exposición y su repercusión en su salud, y por ende medidas de desintoxicación”.

Tabla 2. Insecticidas usados en el control vectorial en Ecuador

| | | | |
|--|--|---|--|
| Insecticida aplicado | Temephos | Deltametrina | Malathion |
| Concentración | 1 % (fase acuática) | 2.5% (líquida y polvo humectable) | Líquido al 96% G.T, |
| Clase | Órgano Fosforado de acción residual | Piretroide sintético de acción residual | Órgano Fosforado sintético |
| Vector Objetivo | <i>Aedesy Anopheles</i> en su estado larvario | <i>Anopheles</i> en estado adulto | <i>Aedes</i> en estado adulto |
| Tipo | Domiciliar | Domiciliar y peridomiciliar | Extradomiciliar |
| Metodología | Aplicación del larvicida en todos los recipientes útiles que pudiesen contener agua a nivel domiciliar | Fumigación con máquinas portátiles a ultra bajo volumen (ulv) y Rociado con bombas de aspersión | Fumigación de Manzanas con máquinas montadas en vehículos desde la calle |
| Ejecutor | Visitador | Fumigador / rociador | Conductor y Operario de ULV |
| Equipo de protección específico | Ninguno | Mascarillas para insecticidas (con protector ocular), botas de cuero, guantes de hule y protectores de oído | Mascarillas 3M con filtro, Cascos, Botas de cuero o caña larga impermeable |
| Jornada laboral | 8 horas diarias | 6 horas diarias | 6 horas diarias |
| Rendimiento esperado | 30 casas diarias | 60 casas diarias cuando se fumiga con máquinas portátiles a ultra bajo volumen. 7 casas diarias cuando se rocia con insecticidas de acción residual | 80 a 100 Manzanas diarias |

Fuente: Compilación de datos aportados por SNEM, 2013 & MPS, 2015

El uso de los insecticidas tienen un efecto dual sobre la salud pública: Positivo, gracias al control que brinda en los vectores transmisores manteniendo ambientes urbanos libres de insectos y de esta forma incidiendo en la disminución de las enfermedades metaxénicas; y Negativo, traducido en los riesgos para la salud de trabajadores expuestos directamente y de la población en general; debido a la similitud de los mecanismos bioquímicos y fisiológicos entre los humanos y las especies que se desean eliminar, siendo por lo tanto también susceptibles a los efectos tóxicos de los plaguicidas (Karam *et al.*, 2004)

Los insecticidas ocasionan efectos adversos tanto agudos como crónicos. Los primeros se presentan generalmente en el lapso de minutos u horas de la exposición y pueden ser locales o sistémicos, teniendo gran impacto en la morbi-mortalidad (Karam *et al.*, 2004) en la población, ocasionando un conjunto de signos y síntomas como cambios en el estado de conciencia, debilidad muscular y excesiva actividad excretora (Fernández *et al.*, 2010). Los segundos, pueden manifestarse hasta años después de la exposición, siendo los más comunes los efectos neurotóxicos, oncogénicos, teratogénicos, daños en pulmones, ojos, sistema inmunológico y esterilidad (Karam *et al.*, 2004) como también, la enfermedad de Parkinson, leucemia linfocítica crónica, aumento en la frecuencia de infecciones, entre otros (Ortega-Ceseña *et al.*, 1994). Los efectos crónicos en sistema nervioso central incluyen la disminución persistente del rendimiento neuropsicológico tanto en individuos con eventos confirmados de exposición laboral (Rosentock *et al.*, 1991) como en casos de continua exposición a organofosforados sin evidencia de un episodio agudo de la intoxicación, que pueden derivar en cambios sutiles en el rendimiento neuropsicológico (Fiedler *et al.*, 1997). Martínez-Valenzuela & Gómez-Arroyo (2007) evidenciaron, además, correlación positiva entre el tiempo, dosis y elevadas frecuencias de exposición a organofosforados, en relación a efectos genotóxicos como aberraciones cromosómicas, micronúcleos, intercambio de cromátidas hermanas y producción de cometas en personas ocupacionalmente expuestas.

El diagnóstico de esta intoxicación, se realiza basándose en la historia clínica del trabajador a la exposición y en el análisis de la enzima acetilcolinesterasa, en plasma de pacientes expuestos, debido a que es un buen indicador para hacer seguimiento y control de las intoxicaciones por los organofosforados (Mármol-Maneiro, 2003; Fernández *et al.* 2010, & Monier Torres *et al.* 2010).

A pesar de los riesgos documentados, estudios evidencian la falta de preocupación con relación al tema de las enfermedades ocasionadas por la manipulación y contacto con los plaguicidas, así como también se constata la falta de conocimiento previo de los trabajadores en cuanto a los riesgos derivados de dicha exposición, entre otros factores. Gómez y Cáceres (2010), determinando las condiciones de salud y su relación con la exposición a plaguicidas en 50 trabajadores fumigadores en la campaña contra el dengue, adscritos a la Corporación de Salud del estado Aragua (Corposalud-Aragua) en Venezuela en el año 2008; demostraron que, a mayor cantidad de años de labor como

fumigador, mayor fue la intensidad de los signos y síntomas de intoxicación, llegando a desarrollar ciertas enfermedades. Por otra parte, se pudo constatar que solo 40% de los trabajadores tenían conocimientos previos de los efectos agudos y crónicos derivados del uso inadecuado del plaguicida organofosforado, de los cuales 62% presentaron antecedentes de intoxicación dentro de los que resaltan: mareos, debilidad, astenia como síntomas leves, irritación de piel, mucosa, disnea, convulsiones, como síntomas específicos y otro grupo de padecimientos más graves, como enfermedades cardiovasculares, gastrointestinales y neurológicas. En relación con los niveles de acetilcolinesterasa, resultaron alterados en 38% de los participantes, lo que se pudo relacionar en cierto grado con los años de exposición (mayor de 5) así como, con la falta de conocimiento en cuanto a los efectos causados por los plaguicidas.

En otro estudio, realizado por Monier Torres *et al.* (2010), se evaluó el grado de satisfacción, de 60 operadores del Servicio de Vectores, del Policlínico Docente “28 de septiembre” perteneciente Consejo Popular Altamira de Santiago de Cuba, en la lucha anti- *Aedes aegypti*, en términos de lo que significa Calidad del servicio para la OMS. En este trabajo se buscaba demostrar cuali-cuantitativamente aspectos como el estado de salud de los operadores y su calidad de vida, para relacionarlo con el impacto de la campaña anti vectorial. Dentro de los resultados más relevantes, se encuentra que aspectos como situación socioeconómica, organización del trabajo, capacitación recibida, atención médica recibida y atención al operario adulticida, no se consideran satisfactorios por los trabajadores. Reportándose que solamente a 21,7% de los trabajadores se les había realizado chequeo médico periódico y solo a cuatro operadores adulticidas, se les había realizado la prueba sanguínea colinesterasa, la cual es considerada actualmente como una prueba de pre-empleo que debe realizarse cada tres meses (Monier Torres *et al.*, 2010).

En diversos trabajos, se recomienda el uso de equipos y vestimenta adecuada como una de las principales medidas de prevención a tener en cuenta para evitar intoxicaciones con los organofosforados (MS-Brasil, 2001, Karam *et al.*, 2004 & Montaña *et al.* 2009). Contrariamente, Leme *et al.* (2014) reportaron un inquietante resultado obtenido de la evaluación de la vestimenta utilizada como equipo de protección personal, por los fumigadores de Malatión en el control del dengue, en la ciudad de São Paulo, Brasil. Posterior a las jornadas de fumigación, se realizaron ensayos por cromatografía de gas, para verificar si la ropa usada había sido capaz de servir como barrera protectora a los trabajadores, evidenciándose en este estudio, que la vestimenta no fue capaz de retener el Malatión, con lo que el uso de dicha ropa protectora no evita la exposición al insecticida, aun siendo nueva sin haberse sometido previamente a ningún proceso de lavado (Leme *et al.*, 2014).

Botti (2010) en un ensayo controlado para evaluar la vía de entrada al organismo del Malatión, llevado a cabo en São Paulo, Brasil, encontró que, aun utilizando el equipo adecuado para la aplicación del organofosforado, los aplicadores presentaron exposición positiva, siendo el 99% de la exposición por vía cutánea y que, si bien la exposición por vía respiratoria fue insignificante, debe destacarse que los aplicadores utilizaban máscaras con filtro de carbón activado. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Edwards *et al.* (2007), en un trabajo de investigación llevado a cabo para determinar la puerta de entrada de insecticidas organofosforados (Malatión y Fentión) en una fumigación simulada para estimar el riesgo en el uso de estos compuestos, donde se reporta que a pesar de usar el equipo de protección adecuado, hubo contacto con el insecticida al momento de quitarse la ropa protectora y los guantes, constituyendo la vía dérmica una de las puertas de entrada, a pesar de no representar un alto porcentaje en sí misma, se adiciona el hecho de la contaminación por vía oral por estar las manos contaminadas.

Dichos resultados, constituyen por sí mismos un grave problema para la salud de los trabajadores de saneamiento ambiental, dado que tal y como se evidencia, el uso del equipo y/o ropa especial de trabajo no evita el riesgo de contaminación, y si a ello se le suma el hecho que en nuestro país es poca la supervisión sobre la correcta manipulación por parte de estos trabajadores, y muchas veces no existen los equipos adecuados para la manipulación de estas sustancias, o si existen, los mismos trabajadores no los utilizan, por resultarles incómodos (Gómez & Cáceres, 2010), la amenaza para la salud es aún mayor.

Para tratar de disminuir los efectos que sobre la salud tiene la exposición a los plaguicidas, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003) ha creado una normativa, que contiene una serie de directrices sobre la gestión de los plaguicidas usados en salud pública, cuyo objetivo es ayudar a los diferentes países a formular políticas públicas, así como colaborar en la creación de una base legislativa, que garantice el uso adecuado de los plaguicidas, para evitar los riesgos ocasionados por la exposición laboral a los mismos. En ésta se especifica, por ejemplo, todo lo concerniente al registro, adquisición, formulación, reenvasado, almacenamiento, transporte, distribución, aplicación y eliminación de dichas sustancias. Con la reglamentación del uso de los plaguicidas, se busca proteger a la sociedad de los efectos adversos de los mismos, sin negarle el acceso a los beneficios derivados de su utilización. Por lo que la OMS recomienda establecer o fortalecer, en los países una “dependencia central de lucha contra los vectores/plagas en la salud pública, para orientar, respaldar, supervisar y vigilar las actividades de lucha antivectorial” (OMS, 2003: p.12). Así como también, apoyar en la planificación, vigilancia y evaluación de las actividades de lucha contra los vectores, establecimiento de vinculaciones con los sistemas de vigilancia y gestión de la información en el ámbito del sector sanitario, adquisición de plaguicidas y equipos adecuados para su aplicación y manipulación, así como la capacitación y certificación del personal encargado de la lucha antivectorial sobre los métodos de gestión integrada de vectores (OMS, 2003).

El reconocimiento como trabajo de alto riesgo a la tarea de los fumigadores de Ecuador dado por el mayor ente ambiental del país, permite que se tomen las acciones necesarias para garantizar su salud y de esta manera pueda verse reducido el impacto negativo, adoptando mejores y más eficientes métodos y equipos que sean seguros en la aplicación de insecticidas de control vectorial. Queda establecido el camino para que posteriores investigaciones indaguen sobre los determinantes y consecuencias a largo plazo de los actuales programas de fumigación con insecticidas que buscan controlar las enfermedades metaxénicas en Ecuador, el continente y en el mundo.

Conflictos de intereses

Ninguno para declarar.

Referencias

- Barrera, R., Bingham, A. M., Hassan, H. K., Amador, M., Mackay, A. J., & Unnasch, T. R. (2012). Vertebrate hosts of *Aedes aegypti* and *Aedes mediovittatus* (Diptera: Culicidae) in rural Puerto Rico. *Journal of medical entomology*, 49(4), 917–921. <https://doi.org/10.1603/me12046>. PMID: 22897052 PMCID: PMC4627690.
- Benedict, M. Q., Levine, R. S., Hawley, W. A., & Lounibos, L. P. (2007). Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N.Y.)*, 7(1), 76–85. <https://doi.org/10.1089/vbz.2006.0562>. PMID: 17417960 PMCID: PMC2212601.
- Botti MV. (2010). Controle de *Aedes aegypti*: período residual de temefós na água em recipientes de plástico, vidro e borracha, ação larvicida residual em recipientes de borracha e segurança das condições de trabalho na nebulização de malathion. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias [Disertação Doutorado], pp. 110.
- Brown, J. E., Evans, B. R., Zheng, W., Obas, V., Barrera-Martinez, L., Egizi, A., Zhao, H., Caccone, A., & Powell, J. R. (2014). Human impacts have shaped historical and recent evolution in *Aedes aegypti*, the dengue and yellow fever mosquito. *Evolution; international journal of organic evolution*, 68(2), 514–525. <https://doi.org/10.1111/evo.12281>. PMID: 24111703 PMCID: PMC3946797
- Cuartas, D. E., Martínez, G., Caicedo, D. M., Garcés, J., Ariza-Araujo, Y., Peña, M., & Mendéz, F. (2017). Distribución espacial de los criaderos de *Aedes aegypti* potenciales y positivos *Biomedica: revista del Instituto Nacional de Salud*, 37(0), 59–66. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i0.3471>. PMID: 29161478.
- Edillo, F. E., Roble, N. D., & Otero, N. D., 2nd (2012). The key breeding sites by pupal survey for dengue mosquito vectors, *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse), in Guba, Cebu City, Philippines. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 43(6), 1365–1374. PMID: 23413699.
- Edwards JW, Lee SG, Heath LM, Pisaniello DL. (2007). Worker exposure and a risk assessment of Malathion and Fenthion used in the control of Mediterranean fruit fly in South Australia. *Environ. Res.* 103(1): 38-45.
- Eisen, L., & Moore, C. G. (2013). *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* in the continental United States: a vector at the cool margin of its geographic range. *Journal of medical entomology*, 50(3), 467–478. <https://doi.org/10.1603/me12245>. PMID: 23802440.
- Fernández DG, Mancipe LC, Fernández DC. (2010). Intoxicación por organofosforados. *Rev. Fac. Med.* 18(1):84-92.
- Fiedler N, Kipen H, Kelly-McNeil K, Fenske R. (1997). Long-term use of organophosphates and neuropsychological performance. *Am. J. Ind. Med.* 32(5):487-496.
- Goindin D, Delannay C, Gelasse A, Ramdini C, Gaude T, Faucon F, *et al.* (2017). Levels of insecticide resistance to deltamethrin, malathion, and temephos, and associated mechanisms in *Aedes aegypti* mosquitoes from the Guadeloupe and Saint Martin islands (French West Indies). *Infect Dis Poverty.* 6(1).
- Gómez MJ, Cáceres JL. (2010). Toxicidad por insecticidas organofosforados en fumigadores de campaña contra el dengue, estado Aragua, Venezuela, año 2008. *Bol. Mal. Salud Amb.* 50(1):119-125.
- INSPI Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública, Ministerio de Salud Pública de Ecuador. (2020). Manual para la resistencia a los insecticidas en el Ecuador. Disponible en: https://www.inspilip.gob.ec/wp-content/uploads/2020/02/Manual_resistencia_version1.0D.pdf. <https://doi.org/10.31790/inspilip.v3i2.89.g164>.
- Karam MA, Ramirez G, Bustamante LP, Galván JM. (2004). Plaguicidas y salud de la población. *Cienc. Ergo Sum.* 11(3):246-254.
- Larsen, J. R., & Ashley, R. F. (1971). Demonstration of Venezuelan equine encephalomyelitis virus in tissues of *Aedes Aegypti*. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 20(5), 754–760. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1971.20.754>. PMID: 5106526.

- Leme TS, Papini S, Vieira E, Luchini LC. (2014). Avaliação da vestimenta utilizada como equipamento de proteção individual pelos aplicadores de malationa no controle da dengue em São Paulo, Brasil. *Cad. Saúde Pública*. 30(3):567-576.
- Lwande OW., Obanda V., Lindström A., Ahlm C., Evander M., Näslund J. & Bucht G. (2020). Globe-Trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: Risk Factors for Arbovirus Pandemics. *Vector borne and zoonotic diseases* (Larchmont, N.Y.), 20(2), 71–81. <https://doi.org/10.1089/vbz.2019.2486>. PMID: 31556813 PMCID: PMC7041325.
- Mármol-Maneiro L, Fernández-DPool J, Sánchez BJ, Sirit Y. (2003). Perfil seminal en trabajadores expuestos a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa. *Invest. Clin*. 44(2):105-117.
- Martínez-Valenzuela C, Gómez-Arroyo S. (2007). Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Rev. Int. Contam. Ambient*. 23(4):185-200.
- Monier Torres A, Gilart Torres N, Sanchez Jacas I. (2010). Evaluación de la satisfacción de los operarios de la campaña antivectorial contra el *Aedes aegypti*. *MEDISAN*. 14(6):761-766.
- Montaña M, Montilla J, Perdomo V, Valera Y & Valenzuela JA. (2009). Causas y efectos del mal manejo de insecticidas sobre la salud del agricultor. *Creando*. 7-8:138-139.
- Morales-Pérez A., Nava-Aguilera E., Balanzar-Martínez A., Cortés-Guzmán AJ., Gasga-Salinas D., Rodríguez-Ramos IE, *et al.* (2017). *Aedes aegypti* breeding ecology in Guerrero: cross-sectional study of mosquito breeding sites from the baseline for the Camino Verde trial in Mexico. *BMC public health*, 17(Suppl 1), 450. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4293-9>. PMID: 28699559 PMCID: PMC5506586.
- Mousson L., Dauga C., Garrigues T., Schaffner F., Vazeille M. & Failloux A. (2005). Filogeografía de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) y *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) basada en variaciones del ADN mitocondrial. *Investigación genética*, 86 (1), 1-11. <https://doi.org/10.1017/S0016672305007627>.
- MS-Brasil Ministério da Saúde - Fundação Nacional de Saúde (2001). Dengue instruções para pessoal de combate ao vector: manual de normas técnicas. Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, Brasília, Brasil: 75.
- MSP Ministerio de Salud Pública de Ecuador (2015). Instructivo para la transferencia del talento humano, activos fijos y metodología técnica del SNEM a las entidades operativas desconcentradas del Ministerio De Salud Pública. Disponible en: https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/sigobito/tareas_seguimiento/1756/instructivo_26_de_enero_2015.pdf.
- MSP Ministerio de Salud Pública de Ecuador (2016). Ficha Informativa de Proyecto 2016. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/Metax%C3%A9nicas.pdf>.
- OMS (2020a). Dengue y dengue grave. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>.
- OMS (2020b). Chikungunya. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>.
- OMS (2020c). Enfermedad por el virus de Zika. Disponible en: <https://www.who.int/topics/zika/es/>
- OPS (2016). Preguntas frecuentes sobre el control de vectores del virus del Zika. Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11841:preguntas-frecuentes-control-vectores-virus-zika&Itemid=41711&lang=es.
- OPS (2019). Documento operativo de aplicación del manejo integrado de vectores adaptado al contexto de las Américas. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51760>.
- OPS (2020). Control vectorial del *aedes aegypti* mediante rociado espacial. Disponible en: https://www.paho.org/par/index.php?option=com_content&view=article&id=443:control-vectorial-aedes-aegypti-mediante-rociado-espacial&Itemid=258.
- Ortega-Ceseña J, Espinosa-Torres F, López-Carrillo L. (1994). El control de los riesgos para la salud generados por los plaguicidas organofosforados en México: retos ante el Tratado de Libre Comercio. *Salud Pública Méx*. 36(6):624-632.
- Rosentock L, Keifer M, Daniell WE, McConnell R, Claypoole K. (1991). Chronic central nervous system effects of the acute organophosphate intoxication. *Lancet*. 338(8761):223-227.
- SNEM Servicio Nacional de Control de enfermedades Transmitidas por Vectores Artrópodos (2013). Proyecto de vigilancia y control de vectores para la prevención de la transmisión de enfermedades metaxénicas en el Ecuador 2013 – 2017. Disponible en: <http://instituciones.msp.gob.ec/dps/snem/imagenes/proyectocontroldevectoresmetaxenicass.pdf>.

- Tabachnick WJ, Munstermann LE, Powell JR. (1979). Genetic distinctness of sympatric forms of *Aedes aegypti* in East Africa. *Evolution*; 33(1):287-295. <https://doi.org/10.2307/2407619>.
- Thiri6n-Icaza, J (2010). El mosquito *Aedes aegypti* y el dengue en M6xico [Monografía]. M6xico: Bayer Environmental Science. Disponible en: http://www.slipe.org/pdf/libro_jthpdf.pdf. (Acceso Octubre de 2020).
- Weaver, S. C., & Reisen, W. K. (2010). Present and future arboviral threats. *Antiviral research*, 85(2), 328–345. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2009.10.008>.