

Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a plaguicidas en el programa de control de vectores en México

María Isabel Ocotzi-Elías, M en SP,⁽¹⁾ Astrid Schilman, D en Epidemiol,⁽¹⁾
Luz Arenas-Monreal, D en Antropol.⁽²⁾

Ocotzi-Elías MI, Schilman A, Arenas-Monreal L.
Vigilancia de la salud de los trabajadores
expuestos a plaguicidas en el programa de
control de vectores en México.
Salud Publica Mex. 2022;64:299-310.
<https://doi.org/10.21149/12978>

Resumen

Objetivo. Analizar la interpretación e implementación de las políticas para la vigilancia de la salud de los trabajadores del programa para el control de vectores en México. **Material y métodos.** Se realizó un estudio transversal con métodos mixtos en cuatro estados de México; se incluyen entrevistas semiestructuradas, recolección de datos sobre los plaguicidas aplicados y los resultados del biomonitorio realizado a los trabajadores y obtenidos de los registros estatales. **Resultados.** En todos los estados participantes se identificó un uso extensivo y variado de plaguicidas altamente peligrosos. Los procesos para monitorear la exposición ocupacional a inhibidores de acetilcolinesterasa son diferentes en cada uno de ellos y en ninguno se calculan los índices biológicos de exposición. **Conclusiones.** El conocimiento sobre las políticas para vigilar la salud de los trabajadores debe fortalecerse y es necesario mejorar el contenido de las políticas vigentes de modo que abarquen los múltiples plaguicidas que aplican los trabajadores, así como sus posibles efectos combinados y a largo plazo.

Palabras clave: plaguicidas; salud laboral; vigilancia; políticas públicas de salud

Ocotzi-Elías MI, Schilman A, Arenas-Monreal L.
Pesticide exposed worker's health
surveillance in the vector control
program in Mexico.
Salud Publica Mex. 2022;64:299-310.
<https://doi.org/10.21149/12978>

Abstract

Objective. To analyze the interpretation and implementation of the policies for the worker's health surveillance in the vector control program in Mexico. **Materials and methods.** We conducted a cross-sectional study in four states of Mexico using mixed methods that include semi-structured interviews, data on pesticides applied and the workers' results for plasmatic acetylcholinesterase activity analysis collected from the states' registries. **Results.** We identified an extended and varied use of highly hazardous pesticides and different processes to monitor occupational exposure to acetylcholinesterase inhibitors in each state. None of the states calculated biological exposure indices. **Conclusions.** Knowledge of policies for workers' health surveillance needs to be strengthened and there is an urgent need to enhance the content of the existing policies to include the multiple, combined, and long-term occupational exposure of workers in the vector control program in Mexico.

Keywords: pesticides; occupational health; surveillance; public health policy

- (1) Dirección de Salud Ambiental, Centro de Investigación en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.
(2) Centro de Investigación en Sistemas de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

Fecha de recibido: 2 de julio de 2021 • Fecha de aceptado: 9 de marzo de 2022 • Publicado en línea: 2 de junio de 2022

Autor de correspondencia: Dra. Astrid Schilman. Instituto Nacional de Salud Pública. Av. Universidad 655,
col. Santa María Ahuacatlán. 62100 Cuernavaca, Morelos, México.
Correo electrónico: aschilman@insp.mx

Licencia: CC BY-NC-SA 4.0

En el mundo más de 80% de la población vive en zonas con riesgo de contraer enfermedades transmitidas por vectores (ETV), las cuales, por su alta morbilidad y mortalidad, implican altos costos económicos y limitan el desarrollo rural y urbano. Su transmisión se ha acelerado debido a diversos fenómenos como la urbanización no planificada, la ausencia de saneamiento básico, la gestión inadecuada de residuos y el cambio climático, mismos que condicionan que en México la aplicación de plaguicidas sea la principal estrategia para su control.¹⁻⁴ En México, la autorización y aplicación de dichos plaguicidas le compete al Centro Nacional para la Prevención y el Control de las Enfermedades (Cenaprece).⁵

Algunos estudios realizados en Latinoamérica han demostrado que los trabajadores que aplican plaguicidas para el control de vectores suelen tener prácticas higiénicas inadecuadas durante el proceso, además de que se enfrentan a condiciones adversas en el sitio de trabajo, a una provisión inadecuada del equipo de protección personal (EPP), incluso, no reciben capacitaciones adecuadas.^{1,6-11} Por ello, es crucial analizar las condiciones de salud de este grupo de trabajadores porque forman parte del personal que cuida la salud de la población y porque también, se espera, que éste sea un ejercicio que favorezca la generación de políticas que contribuyan a su derecho a un trabajo digno.

En México, el único instrumento de política que abarca esta problemática es la Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2011 sobre Salud ambiental-Índices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas, en donde se establece la cuantificación de la fracción eritrocitaria de la enzima acetilcolinesterasa (AChE)¹² como el mejor biomarcador para evaluar la exposición crónica a inhibidores de acetilcolinesterasa (IAC), debido a su biodisponibilidad y tejidos de expresión, en comparación con la fracción plasmática (BuChE).¹³⁻¹⁵ El índice biológico de exposición (IBE) a IAC refleja el porcentaje de inhibición de la AChE; el IBE es un valor límite (inhibición de 30% de la actividad basal) que posee una confiabilidad suficiente para ser considerado como un instrumento preventivo para la protección de la salud del trabajador y que sirve de sustento para implementar evaluaciones e intervenciones higiénicas y que tiene variabilidad intra e interindividual.^{12,16,17}

El objetivo de este estudio fue analizar la interpretación e implementación de las políticas para la vigilancia de la salud de los trabajadores del programa de control de vectores (de ahora en adelante definido como el Programa).

Material y métodos

Diseño y población de estudio

Se realizó un estudio transversal con métodos mixtos mediante investigación de gabinete y entrevistas semiestructuradas realizadas a personal que laboraba en el Programa en cuatro estados del centro y sur de México, los cuales fueron seleccionados a conveniencia.

Recolección de datos

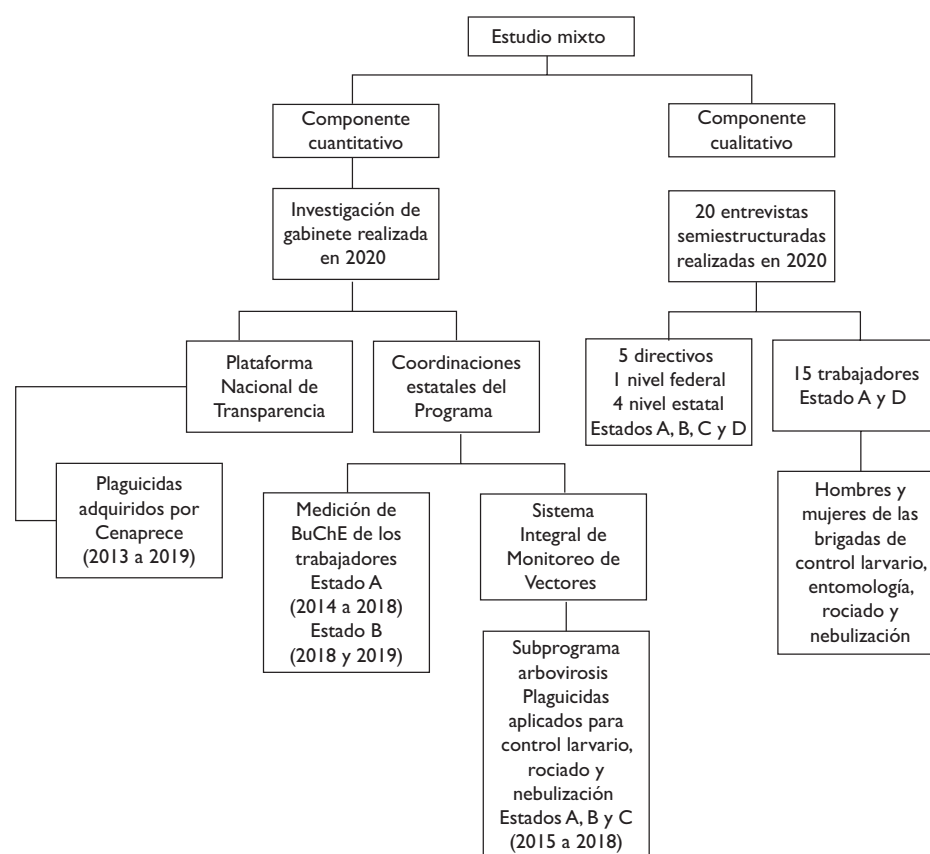
Entre febrero y junio de 2020 se realizaron 20 entrevistas a directivos de nivel estatal (estados A, B, C y D), federal y a trabajadores que laboraban en el Programa (estados A y D). Se exploraron los conocimientos, la percepción y las experiencias sobre las políticas para la vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con su exposición laboral a plaguicidas.¹⁸

A través de la Plataforma Nacional de Transparencia (PNT) se consultaron los plaguicidas adquiridos por el Cenaprece en el periodo de 2013 a 2019. Se recabaron datos sobre los plaguicidas aplicados para control larvario, rociado y nebulización por el subprograma de arbovirosis, de 2015 a 2018, en tres estados (A, B y C). Dos coordinaciones estatales proporcionaron los resultados del biomonitoreo que realizaron al cuantificar BuChE en el periodo 2014 a 2018 para el estado A y en el periodo 2018 a 2019 para el estado B.

Derivado de las condiciones de confinamiento por la Covid-19, de la disponibilidad de la información y de la accesibilidad geográfica no fue posible obtener datos cuantitativos y cualitativos en todos los estados. La estrategia para recolección de datos se resume en la figura 1.

Análisis de información

Los datos sobre plaguicidas adquiridos y aplicados se sistematizaron de acuerdo con su ingrediente activo, formulación, método de aplicación y cantidad. Las mediciones individuales de BuChE se reportan en unidades/litro por el laboratorio clínico que realizó las determinaciones. Los valores medidos se comparan entre periodos de biomonitoreo con la prueba Kruskal-Wallis y entre sexos con la prueba Mann-Whitney. Se identificaron las medidas repetidas para cada trabajador(a). Se definió la primera medición de cada trabajador(a) como el valor "basal", dado que no se conocen los niveles basales de los trabajadores antes de la exposición como lo indica la norma. La primera medición se comparó con los resul-



Cenaprece: Centro Nacional para la Prevención y el Control de las Enfermedades.
BuChE: fracción plasmática.

FIGURA 1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA EL ESTUDIO CON MÉTODOS MIXTOS. MÉXICO, 2020

tados subsecuentes para calcular el IBE, el cual se define como bajo cuando es igual o menor a 70% de la medición basal, de acuerdo con la NOM-047-SSA1-2011. Estos resultados se compararon entre periodos de biomonitorio y entre sexos usando la prueba de Ji cuadrada. Se utilizó el paquete estadístico Stata 14.0* y se consideró como significancia estadística un valor $p < 0.05$.

Las entrevistas se aplicaron previa firma del consentimiento informado. Éstas fueron audio grabadas y transcritas en un procesador de textos, codificadas de forma manual y se analizaron a través del método *framework*,¹⁹ el cual propone un análisis temático para identificar similitudes y diferencias. Las etapas del análisis fueron las siguientes: 1) lectura de las entrevistas; 2) codificación por cada integrante del equipo; 3) revisión de los códigos que se agruparon en categorías; 4) nueva codificación de entrevistas de acuerdo con los códigos

y categorías definidas previamente; y 5) interpretación de resultados. Con este método se identificaron cuatro categorías: 1) experiencia laboral; 2) organización del trabajo y exposición a plaguicidas; 3) salud, ocupación y exposición a plaguicidas; y 4) políticas de control de vectores para la salud de los trabajadores expuestos a plaguicidas.

La información cuantitativa y cualitativa se integró mediante un análisis comparativo constante a lo largo del estudio.

Este proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) (número K41).

Resultados

Componente cuantitativo

El Cenaprece reportó la compra de 20 plaguicidas entre 2013 y 2019 (cuadro I),²⁰ lo que en suma equivale a 1 431

* StataCorp. Statistical Software 14. College Station, TX: StataCorp LLC, 2015.

Cuadro I
CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS ADQUIRIDOS POR EL CENAPRECE PARA EL CONTROL
DE VECTORES EN MÉXICO DE 2013 A 2019. MÉXICO, 2020

Clase de plaguicidas	Plaguicida	Formulación	PAP	Criterio de peligrosidad
Inhibidores de acetilcolinesterasa	Clorpirifós-etil	Líquido	Sí	Muy tóxico en abejas
	Malatión	Líquido	Sí	IARC: probable carcinógeno; y muy tóxico en abejas
	Pirimifos-metil	Líquido	Sí	Muy tóxico en abejas
	Temefós	Líquido/Sólido	Sí	Muy tóxico en abejas
	Bendiocarb	Sólido	Sí	Muy tóxico en abejas
Carbamatos	Propoxur	Sólido	Sí	US EPA: probable carcinógeno; y muy tóxico en abejas
	Bifentrina	Sólido	Sí	EU: Disruptor endócrino o potencial disruptor endócrino GHS: Categorías 1 y 2 (fatales por vía oral, dérmica y/o inhalada / Inductor probable o conocido de mutaciones hereditarias en células germinales / Carcinógeno humano conocido o probable) Muy tóxico en abejas
	Deltametrina	Sólido	Sí	EU: Disruptor endócrino o potencial disruptor endócrino GHS: Categorías 1 y 2 (fatales por vía oral, dérmica y/o inhalada / Inductor probable o conocido de mutaciones hereditarias en células germinales / Carcinógeno humano conocido o probable) Muy tóxico en abejas
	D-Fenotrina* + Butóxido de piperonilo [‡]	Líquido	d-fenotrina: NC	--
	D-Fenotrina* + Praletrina*	Líquido	d-fenotrina: NC Praletrina: Sí	d-fenotrina: -- Praletrina: Muy tóxico en abejas
Piretroides y combinados	Imidacloprid [§] + Praletrina*	Líquido	Imidacloprid: Sí Praletrina: Sí	Muy tóxicos en abejas
	Lambda cihalotrina	Sólido	Sí	EU: Disruptor endócrino o potencial disruptor endócrino GHS: Categorías 1 y 2 (fatales por vía oral, dérmica y/o inhalada / Inductor probable o conocido de mutaciones hereditarias en células germinales / Carcinógeno humano conocido o probable) Muy tóxico en abejas
	Transflutrina	Líquido	NC	--
	Metopreno	Sólido	NC	--
	Piriproxifen	Sólido	NC	--
Natural tipo spinosin	Spinosad	Líquido/Sólido	Sí	Muy tóxico en abejas
Benzofenilureas	Novalurón	Líquido/Sólido	NC	--
Otros	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>	Sólido	NC	--
	Piretrinas Naturales I y II, aceite de extracto de canela y aceite extracto de Neem	Líquido	NC	--
	Alcohol isostearyl etoxilado	Líquido	NC	--

NC: No clasificado

* Piretroides

‡ Sinérgico

§ Neonicotinoide

Cenaprece: Centro Nacional para la Prevención y el Control de las Enfermedades; IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer; EU: Unión Europea; GHS: Sistema Global Armonizado; US EPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos; PAP: plaguicidas altamente peligrosos

Fuente: Elaboración propia con datos de Cenaprece y Pesticide Action Network International²⁰

544 litros de formulados líquidos y 4 064 toneladas de formulados sólidos; además, se compraron 10 956 000 tabletas de Spinosad al 7.48%; 41 101 unidades de pabellón en malla impregnado con insecticida y 443 cubetas (4 y 20 litros) de Propoxur al 1%. Entre los IAC, Malatión al 40, 41 y 44% y Temefós fueron el líquido y el sólido más adquiridos en el periodo, respectivamente. En el cuadro I se muestran los criterios de peligrosidad de los plaguicidas autorizados por el Cenaprece.

En el estado A, entre 2015 y 2018, el subprograma de arbovirosis (cuadro II) aplicó ocho plaguicidas distintos mediante rociado y nebulización, cinco de ellos fueron IAC; Malatión se aplicó en todos los años. Los sólidos se aplicaron principalmente para control larvario y Temefós fue el más aplicado. El consumo mensual de IAC fue variable en cada jurisdicción sanitaria (JS) y con mayor intensidad hacia la segunda mitad del año (resultados mostrados en el material complementario).²¹

En el estado B se aplicaron 16 plaguicidas (cuadro II); Clorpirifós etil, Malatión y Pirimifos metil fueron los líquidos más aplicados; Temefós fue el sólido más utilizado en 2015-2018. Se identificaron registros de uso de Malatión y Clorpirifós como sólidos y Bendiocarb y Propoxur como líquidos; sin embargo, dichas formulaciones no se encuentran en el catálogo anual del Cenaprece.

En el estado C se aplicaron 13 plaguicidas (cuadro II); Clorpirifós etil y Malatión fueron los líquidos más aplicados y Temefós, Clorpirifós etil, Deltametrina y Malatión fueron los sólidos más utilizados. El uso mensual de cada plaguicida tuvo gran variabilidad y algunos plaguicidas no se utilizaron de forma constante. Se identificaron registros de Clorpirifós etil como sólido y de Propoxur como líquido, pero estas formulaciones no aparecen en el catálogo anual del Cenaprece.

Biomonitoreo de los trabajadores

Se realizó biomonitoreo solamente en dos estados, en A se realizaron mediciones en el periodo de 2014 a 2018 y en B dos mediciones en 2018 y 2019. En ninguno de los estados donde se ha medido BuChE se cuenta con la medición basal previa a la exposición, por lo cual se realizó la comparación porcentual del IBE solamente en aquellos(as) trabajadores(as) que tuvieran al menos dos mediciones, en el entendido de que la primera de ellas es la línea basal.

En el estado A un laboratorio particular realizó determinación de BuChE en muestras de suero con un rango de referencia entre 4 970 y 13 977 U/L en seis ocasiones, sumando 508 mediciones en el periodo 2014-2018, que corresponden a 183 trabajadores (166 hombres y 17 mujeres). La comparación de los resultados

entre sexos y entre periodos de monitoreo indica una diferencia significativa ($p < 0.05$). El rango de los valores medidos fue de 2 693 a 17 205 U/L; seis (1% del total) se encontraron por debajo del rango de referencia del laboratorio, tres fueron medidos en hombres (0.6%) y tres en mujeres (9.4%), con una diferencia significativa ($p < 0.05$) en la proporción por sexo. De los 183 trabajadores con alguna medición en el periodo reportado, 60 presentan resultado en una sola ocasión. Para los 123 trabajadores con al menos dos mediciones fue posible calcular 324 IBE, 13 de los cuales fueron bajos (4%) (cuadro III).

En el estado B el laboratorio estatal determinó BuChE con un rango de referencia de 3 000-9 300 U/L. Se realizaron mediciones en dos años: en 2018 a trabajadores de cinco de siete JS, en una de las cuales no se contaba con registro de la edad, y en 2019 al total de trabajadores(as). En total se realizaron 660 mediciones a 463 trabajadores (367 hombres y 95 mujeres). La comparación entre sexos indica una diferencia significativa ($p < 0.05$). El rango de valores medidos fue muy amplio de 313 a 41 152 U/L. Un total de 263 valores (40%) se encontraron por debajo del rango de referencia del laboratorio, que correspondían a 196 mediciones en hombres (37%) y 67 en mujeres (50%) con una diferencia significativa ($p < 0.05$) en la prevalencia por sexo. De los 463 trabajadores con alguna medición, 197 contaron con resultado en los dos periodos de biomonitoreo, lo cual permitió calcular el IBE, de los cuales 46 fueron bajos (23%) y correspondieron a 37 hombres (23%) y 9 mujeres (24%) (cuadro III).

Componente cualitativo

Se entrevistó a tres mujeres y 17 hombres, cinco directivos (cuatro estatales y uno federal). La edad osciló entre 31 y 75 años, la antigüedad en el Programa fue de cuatro hasta 49 años y la escolaridad se consideró desde nivel básico incompleto hasta posgrado.

1. Experiencia laboral.
El personal operativo refirió experiencia en múltiples puestos dentro del Programa, siendo rotados a distintas brigadas para realizar actividades de control de vectores o administrativas. Las trabajadoras sólo habían participado en las brigadas de entomología y control larvario. Los directivos entrevistados reportaron experiencia en actividades gerenciales y administrativas.
2. Organización del trabajo y exposición a plaguicidas.
Dentro del Programa se encuentran los subprogramas para las arbovirosis (antes dengue), las rickettsiosis, la enfermedad de Chagas y alacranismo. El primero cuenta con brigadas de entomología, con-

Cuadro II
PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN LAS ACCIONES DE CONTROL QUÍMICO DE ARBOVIROSIS EN TRES ENTIDADES
FEDERATIVAS DE 2015 A 2018. México, 2020

Entidad	Plaguicida aplicado (ingrediente activo)	Formulación (unidad de medida)	Método de aplicación	Cantidad aplicada por año			
				2015	2016	2017	2018
A	Clorpirifós etil 13.62%	Líquido (litros)	Nebulización	1 702	0	1 540	1 898
	Malatión 40, 41%	Líquido (litros)	Nebulización	15 618	144 578	13 742	5 959
	Pirimifós metil 49%	Líquido (litros)	Nebulización	252	0	0	94
	Temefós 5 y 1%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	106 695	92 295	7 505	50 440
	Bendiocarb 80%	Líquido (litros)	Rociado	144	0	0	0
	Bendiocarb 80%	Sólido (kilogramos)	Rociado	0	233	8	83
	Propoxur 70%	Sólido (kilogramos)	Rociado	774	42	8	381
	Lambda cihalotrina 9.7, 10%	Sólido (kilogramos)	Rociado	0	131	17	118
	Permetrina	Líquido (litros)	Rociado	0.2	0	0	0
	Ciflutrina	Líquido (litros)	Nebulización	21	0	0	0
	Metopreno 1.3%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	0	0	493
	Spinosad granular 2.5%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	0	3	109
	Novalurón 0.2%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	0	0	259
	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> 37.4%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	0	0	188
	Clorpirifós etil 13.6%	Sólido (kilogramos)	Rociado	6	0	0	0
	Clorpirifós etil 13.6%	Líquido (litros)	Rociado-Nebulización	188 273	65 816	18 312	48 126
B	Malatión 40%	Sólido (kilogramos)	Rociado	8	0	0	0
	Malatión 40% / 41%	Líquido (litros)	Nebulización	8 019	15 686	7 148	8 759
	Pirimifós metil 28.1%	Sólido (kilogramos)	Rociado	0	0	0	77
	Pirimifós metil 49%	Líquido (litros)	Nebulización	0	3 108	8 705	7 330
	Temefós 1%, 5%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	143 828	75 527	4 719	1 150
	Temefós 500	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	0	4	0
	Temefós 500, Novalurón 10%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	3	0	0
	Bendiocarb 80%	Sólido (kilogramos)	Rociado	10 514	6 740	3 079	5 519
	Bendiocarb 80%	Líquido (litros)	Rociado-Nebulización	24	5	0	5
	Propoxur 70%	Sólido (kilogramos)	Rociado	5 908	3 328	2 234	1 494
	Propoxur 1%	Líquido (litros)	Rociado	0	0	0	200
	Propoxur 70%	Líquido (litros)	Rociado-Nebulización	182	0.6	8	0.2
	Bifentrina 10%	Sólido (kilogramos)	Rociado	2	2	216	0.3
	Deltametrina 2%	Líquido (litros)	Nebulización	0	0	0.5	0
	Deltametrina 5%, 25.3%	Sólido (kilogramos)	Rociado	0	8	0	0
	Lambda cihalotrina 9.7%, 10%	Sólido (kilogramos)	Rociado	0	3	0	0
	Alfациpermetrina 5.8%	Sólido (kilogramos)	Rociado	0.9	0.4	0	0
	Ciflutrina	Líquido (litros)	Nebulización	13	0	0	0
	Metopreno 1.3%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	0	0	654
	Piriproxifen 0.5%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	0	0	98
	Spinosad 20.6% / 7.4%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	0	5 438	2 239
	Spinosad 2.5%, Metopreno 1.3%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	1 137	0	0
	Novalurón 0.2% / 9.3%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	0	14	1 270
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>israelensis</i> 37.4%, 5%	Sólido (kilogramos)	Control larvario	0	9 211	4 122	2 151

(continúa...)

(continuación)

C	Clorpirifós etil	Sólido (kilogramos)	Rociado	700	0	0	0
	Clorpirifós etil 13.6%	Líquido (litros)	Nebulización	104 331	43 094	65 687	39 778
	Clorpirifós-etil 13.6% + Praletrina al 0.5%	Líquido (litros)	Nebulización	0	0	0	12
	Malatión	Sólido (kilogramos)	Rociado	2	0	0	0
	Malatión 40 y 41%	Líquido (litros)	Nebulización	6 927	2 358	8 308	24 542
	Pirimifos metil 28.16%	Sólido (kilogramos)	Rociado	0	0	0	45
	Pirimifos-metil 49%	Líquido (litros)	Nebulización	0	3 333	1 983	2 513
	Temefós	Sólido (kilogramos)	Control larvario	37 644	571 189	107 880	5 874
	Bendiocarb 80%	Sólido (kilogramos)	Rociado	195	0	191	95
	Propoxur 1% y 70%	Sólido (kilogramos)	Rociado	5 052	2 524	554	1 166
	Propoxur	Líquido (litros)	Nebulización	1 321	0	0	0
	Deltametrina	Sólido (kilogramos)	Rociado	1	113	3	0
	Deltametrina 2%	Líquido (litros)	Nebulización	92	11	28	29
	Lambda cihalotrina 9.5%, 9.7% y 10%	Sólido (kilogramos)	Rociado	3	0	4	0
	Transflutrina 20%	Sólido (kilogramos)	Rociado	0	0	0.1	0
	Permetrina	Sólido (kilogramos)	Rociado	5	0	0	0
	Permetrina 10.87% + Esbioaletrina 0.15%	Líquido (litros)	Nebulización	0	6	0	0
	Fenotrina 10%	Líquido (litros)	Nebulización	11	0	0	0

Cuadro III
ANÁLISIS DE LOS VALORES DE ACETILCOLINESTERASA PLASMÁTICA (BuChE)
MEDIDOS EN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS A Y B. México, 2020

Estado A						Estado B					
Periodo de biomonitoreo	Valor medido U/L		Valores de referencia 4 970-13 977 U/L	Índice biológico de exposición (IBE)		Periodo de biomonitoreo	Valor medido U/L		Valor de referencia 3 000-9 300 U/L	Índice biológico de exposición (IBE)	
	n	Media (Rango)	Resultado bajo n, %	n	IBE bajo n, %		n	Media (Rango)	Resultado bajo n, %	n	IBE bajo n, %
Mar-Abr 2014	135	9 921 (4 646-16 612)*	1, 0.7	ND	ND	Nov-Dic 2018	291	3 388 (571-9 415)	113, 38.8	ND	ND
Dic 2014	69	8 995 (4 685-12 625)*	1, 1.5	64	4, 6.2						
Oct 2015	141	9 383 (4 764-12 499)*	1, 0.7	97	3, 3.1						
Jul 2016	74	9 902 (2 693-17 205)*	3, 3.4	88	3, 3.4	Nov-Dic 2019	369	3 474 (313-41 152)	151, 40.9	197	46, 23.3
May 2017	49	9 776 (6 924-12 778)*	0, 0.0	54	2, 3.7						
Jun 2018	76	8 898 (5 880-11 536)*	0, 0.0	21	1, 4.8						
Hombres	476	9 581 (4 632-17 204)*	3, 0.6*	309	12, 3.9	Hombres	526	3 541 (383- 41 152)*	196, 37.2*	159	37, 23.3
Mujeres	32	8 552 (2 693-12 932)*	3, 9.4*	15	1, 6.7	Mujeres	133	3 024 (313-5 990)*	67, 50.4*	38	9, 23.7
Todos los periodos	508	9 516 (2 693- 17 205)	6, 1.2	324	13, 4.0	Todos los periodos	660‡	3 436 (313-41 152)	263, 39.9	197	46, 23.0

Resultado bajo: Resultado menor al límite inferior del rango de referencia reportado por el laboratorio que realizó los análisis de BuChE

IBE bajo: Resultado igual o menor a 70% de la primera medición que se considera el basal

ND: No determinado

* $p < 0.05$, comparación entre sexos y entre momentos en que se realizó el biomonitoreo

† Un resultado no contaba con la información de sexo.

Un resultado no contaba con la información de sexo

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos de las coordinaciones estatales del Programa

trol larvario (o abatización), nebulización (equipos portátiles y pesados) y rociado. De acuerdo con los directivos y trabajadores, esta última consume más de 90% de las actividades de las brigadas y del total de plaguicidas aplicados por el Programa, mismos que son seleccionadas por su eficacia sobre los vectores.

Existen dos modalidades de contratación: quienes laboran de forma permanente (y se encuentran sindicalizados) y quienes laboran bajo contratos temporales; estos últimos ingresan al Programa hacia el tercer trimestre del año, debido al incremento en la incidencia de los casos de dengue. Todos los entrevistados se encontraban laborando de forma permanente.

La aplicación de larvicidas es manual y los trabajadores refirieron utilizar inconsistentemente guantes y cubrebocas; mientras que para la nebulización, termonebulización o rociado utilizan mascarillas, guantes, casco o gorra, uniforme de tela de algodón y botas. La composición material del EPP es variable.

Los trabajadores y directivos consideran que quienes laboran en rociado tienen mayor exposición a los plaguicidas; sin embargo, los trabajadores estimaron que también es importante la exposición durante el control larvario y las actividades administrativas, ya que la aplicación de larvicidas es diaria y se hace rotación del personal (cuadro IV).

3. Salud, ocupación y exposición a plaguicidas. La mayoría de los entrevistados percibe riesgos a la salud por la exposición a los plaguicidas. Para los trabajadores los cuadros agudos son frecuentes, pero no solicitan atención médica ya que deben suspender sus labores y esto afecta su salario.

La mayoría de los entrevistados reconocen la existencia de riesgos a largo plazo (cáncer) debido a la exposición crónica, la omisión y la subutilización frecuente del EPP; para los directivos y algunos trabajadores estas conductas se deben principalmente a la decisión de los trabajadores, quienes, por el contrario, las atribuyen a la provisión inadecuada del EPP y a las incomodidades que acompañan su uso. Por otro lado, los trabajadores y algunos directivos agregaron que los riesgos a largo plazo existen a pesar del uso "adecuado" del EPP, sobre lo cual otros directivos señalaron que los plaguicidas y las dosis aplicadas son inocuos siempre que se haga uso del EPP (cuadro IV).

Fue constante la alusión al personal bajo contrato temporal, pues tiene menor apego al uso del EPP, ya que por su salario no adquiere los elementos

que se deterioran o que no son provistos por el Programa. Este personal no cuenta con seguridad social a través del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), por lo que su acceso a servicios de salud es menor.

4. Políticas para la salud de los trabajadores del control de vectores expuestos a plaguicidas

4.1. Conocimiento y percepción de las políticas

El personal se refirió de forma constante a la NOM-032-SSA2-2014, *Para la vigilancia epide-*

Cuadro IV

TESTIMONIOS SOBRE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO, SALUD, OCUPACIÓN Y PLAGUICIDAS; POLÍTICAS PARA LA SALUD. MÉXICO, 2020

Organización del trabajo y exposición a plaguicidas

"El jefe de brigada, pos en teoría nada más es la supervisión; pero sin embargo, si un compañero pasa a un domicilio y tiene una casa muy complicada de trabajar, el jefe de brigada apoya al compañero, y también por ese medio tiene contacto con el producto; no es muy frecuente, claro está, pero sí tiene ese contacto. El jefe de sector no, se dedica más a las supervisiones y a la organización y distribución de las brigadas [en control larvario]... Y en rociado pues sí definitivamente son todos: es el rociador, el responsable que también hace la actividad, y el jefe de sector también, porque si hace una supervisión tiene que entrar a ver la aplicación, y está en contacto con el producto. Nebulización [...] el jefe de sector hace la actividad cuando se nos satura el trabajo, le estoy hablando a lo mejor... de 10 días, cinco tiene intervención con la actividad y con el producto. En teoría deberían tener su equipo de protección, pero sí hay contacto..." (Trabajador operativo).

Salud, ocupación y exposición a plaguicidas

"Las dosificaciones que empleamos nosotros pues son inocuas, la forma en que el personal lo aplica pues es muy seguro. Cuando nosotros aprobamos el uso de insecticidas es porque hay inocuidad y hay seguridad" (Directivo). "El riesgo incrementa si no se ocupa el equipo de protección. Realmente cuando traen el equipo de protección el riesgo es muy muy bajo; entonces incrementa el riesgo en medida que no se cuente con los equipos, de que no se cuente con la supervisión de que el personal está usando el equipo, entonces creo que ahí es donde incrementa el riesgo; no hay riesgo mayor a ello si se usan las cosas como deben de usarse. En medida de que esto está siendo cada vez más aceptado por el personal no nos quedaría ningún tipo de problema ni riesgo mayúsculo en la población." (Directivo). "Ahorita, le comento, la mayoría es personal sindicalizado, entonces comúnmente pues sí se compran unas cosas: los guantes, el cubrebocas; pero cuando entra personal voluntario pues no todo mundo se lo compra, porque bueno, les pagamos retrasado, el pago es mucho muy bajo a comparación de un sindicalizado" (Trabajador operativo).

Políticas para la salud de los trabajadores

"Hay una guía que precisamente nos indica qué tenemos que hacer en lo que se refiere para la vigilancia de estos trabajadores, donde nos indica, de manera muy general, que tenemos que hacer un expediente médico de cada trabajador que está aplicando insecticidas; que sería prácticamente todo el trabajador, porque todos los trabajadores tienen contacto con estos productos, ya sea bioinsecticidas o químicos; en donde nos dice que tiene que aplicarse un examen médico, digamos con los generales y posteriormente hacer un examen en sangre de los niveles de colinesterasa para cada trabajador. Sí existe ese documento y nos da la guía para cómo nosotros, como parte gerencial y administrativa del programa, tenemos que aplicar recursos para que se les apliquen estas pruebas... una vez al año." (Directivo).

miológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores y las guías operativas del Cenaprece como instrumentos normativos para la vigilancia de su salud en relación con su exposición a plaguicidas. El personal explicó que éstos incorporan lineamientos sobre las medidas de seguridad e higiene para prevenir la exposición.

Asimismo, los trabajadores no identificaron la *Guía operativa para la prevención de intoxicación por insecticidas carbamatos y organofosforados y monitoreo de niveles de colinesterasa en personal operativo* (la Guía Operativa); pero entre los directivos existió mejor reconocimiento de ésta y consideran que la determinación de BuChE es un método para evaluar el estado de salud de los trabajadores y descartar efectos a largo plazo (cuadro IV). Para un directivo fue relevante que los rangos de normalidad establecidos por los laboratorios sean distintos, lo que genera incertidumbre sobre la interpretación de los resultados.

Para algunos trabajadores y directivos las guías operativas sólo son instrumentos diseñados para lograr los objetivos propios del control de las ETV, de modo que éstas desatienden la salud del personal.

Un directivo añadió que la Guía Operativa se apega a los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual está basada en la NOM-010 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y en las Guías de práctica clínica *para la prevención primaria, diagnóstico precoz y tratamiento oportuno de la intoxicación aguda por agroquímicos*. En ninguna de las entrevistas se hizo referencia a la NOM-047-SSA1-2011.

4.2. Implementación del biomonitoreo y vigilancia médica

Los directivos estatales describieron distintos procesos para la determinación de BuChE y la vigilancia médica de los trabajadores en relación con su exposición laboral a plaguicidas. En uno de los estados no se había realizado biomonitoreo y en los restantes se hizo únicamente cuando fue posible gestionar presupuesto a nivel estatal o federal.

Las mediciones suelen estar a cargo de laboratorios privados, los cuales son previamente autorizados por el laboratorio estatal. En los estados con mayor número de JS, la medición de BuChE fue realizada por más de un laboratorio, la entrega de los resultados está a cargo de

los jefes inmediatos o jurisdiccionales y los trabajadores evaluados laboran en las brigadas de rociado y nebulización; ocasionalmente se ha incluido a trabajadores de las brigadas de control larvario y entomología, a jefes de brigada o jefes de sector.

La fracción de la enzima que debe medirse suele ser desconocida para los directivos y la temporalidad de las mediciones depende del financiamiento gestionado por las coordinaciones estatales.

Ante casos de niveles inferiores al rango de normalidad establecido por el laboratorio, el trabajador es asignado a otra actividad dentro del Programa donde se considera que existe menor exposición a los plaguicidas, como control larvario, entomología o el área administrativa. Los entrevistados desconocen la duración de este cambio de puesto y el proceso de seguimiento.

La vigilancia médica a través de un interrogatorio clínico, previo a la medición de BuChE, sólo fue reportada en un estado, en donde se incluyen preguntas sobre la exposición a plaguicidas en el trabajo y variables que puedan influenciar esta medición.

Para varios trabajadores y directivos las campañas de vacunación y detección de enfermedades crónicas forman parte de la vigilancia y protección de su salud, pero no guardan relación con la exposición a plaguicidas.

Un directivo refirió que colaboran con organizaciones y fabricantes de plaguicidas, como la Unión Mexicana de Fabricantes y Formuladores de Agroquímicos A.C. (UMFFAAC), Protección de Cultivos, Ciencia y Tecnología, A.C. (Proccyt) y el Servicio de Información Toxicológica (Sintox), quienes proveen botiquines y asesoría ante eventos de intoxicación aguda.

Los trabajadores consideran que se requiere de mejor apego a los lineamientos de las guías operativas y las normas oficiales relacionadas para prevenir los riesgos a su salud, y que debe realizarse vigilancia médica especializada continua, así como sensibilizar a los directivos estatales y favorecer la gestión de recursos para el biomonitoreo.

Discusión

Este estudio muestra que tanto a nivel federal como estatal existe un elevado uso de IAc para el control de vectores y de otros ingredientes activos que también han sido calificados como plaguicidas altamente peligrosos (PAP),^{6,20,22} como Bifentrina, Deltametrina, Lambda cihalotrina y Propoxur.

Los procedimientos para el biomonitoreo no han sido homogéneos en los estados; sin embargo, poseen algunas características comunes: se ha evaluado la exposición mediante la determinación de BuChE, a pesar de que ésta sólo traduce los efectos de exposiciones

recientes a IAc;¹⁴⁻¹⁷ y la temporalidad de las mediciones se encontró sujeta a la disponibilidad de recursos y a la capacidad de gestión de las coordinaciones estatales. Esto significa que los resultados del biomonitoreo han traducido únicamente el efecto de los IAc durante los días cercanos a la fecha en la que se realizó la determinación de la BuChE y no representan su efecto a largo plazo, lo que sí podría evaluarse al medir AChE.

Otro elemento común es la interpretación de los valores de BuChE, basada en el rango de normalidad del laboratorio sin el cálculo de IBE; esto limita el alcance del biomonitoreo, ya que no considera la variabilidad inter e intraindividual en la actividad de la enzima.^{14-18,23} El biomonitoreo se ha centrado, esencialmente, en los trabajadores que realizan rociado y nebulización por considerarse que tienen mayor exposición y riesgo de daños a la salud; esto excluye a la mayoría de las trabajadoras, quienes realizan principalmente control larvario. No obstante, a estos equipos de trabajo se les provee EPP en menor frecuencia y cantidad, además de que se ha identificado que algunos plaguicidas podrían ejercer un efecto diferenciado en las mujeres, debido a factores biológicos.²³⁻²⁵ Lo anterior podría estar relacionado con las diferencias significativas en los valores absolutos de BuChE entre hombres y mujeres; sin embargo, esta hipótesis no pudo ser fortalecida al comparar los IBE por sexo, ya que éstos no se estimaron a partir del valor basal previo a la exposición a IAc y debido a la pequeña proporción de pruebas realizadas en mujeres, lo que representa una limitación del estudio.

No se encontró bibliografía que señale a qué se debe que el Programa de vectores no proporcione con frecuencia EPP a los trabajadores, sin embargo, un estudio que analizó las políticas públicas en una JS en México reportó que la incertidumbre presupuestal es un elemento que influye para que se presente esta situación, lo cual es similar a lo que manifestaron los entrevistados en este estudio.²⁶ Los presentes hallazgos muestran resultados consistentes con otros estudios realizados en países de la región como Venezuela y Ecuador,^{12,14} así como en otros estados de México como Morelos, Nayarit, Nuevo León y Yucatán,^{7,8,10,11} en donde, además del uso inadecuado de plaguicidas, se ha documentado una insuficiente capacitación provista a los trabajadores en materia de riesgos por exposición laboral a plaguicidas, lo que, aunado a la falta de homogeneidad en los procedimientos estatales para el biomonitoreo de la exposición, puede explicar los vacíos de conocimiento que existen sobre lo establecido en la NOM-047-SSA1-2011 y en la Guía Operativa, mismos que no cuentan con procedimientos claros para evaluar su implementación, lo que deriva en la ausencia de mecanismos de retroalimentación para

fortalecer la vigilancia de la salud de los trabajadores e, incluso, mejorar sus prácticas higiénicas.

También se observó que los trabajadores(as) perciben el riesgo por exposición a los plaguicidas, sin embargo, no siguen prácticas higiénicas para evitarlo dado que éstas están ligadas a condiciones del ámbito laboral y, por tanto, niegan o minimizan dicho riesgo como un recurso para conservar su empleo. Este hecho es semejante a lo reportado en otras investigaciones.^{8,27,28} Además la precariedad laboral dificulta la incorporación de prácticas preventivas, especialmente en el personal contratado de manera eventual, y se ha reportado que la precariedad laboral se asocia con las peores condiciones de salud de la población trabajadora.²⁹

Una limitación del estudio es que no fue posible recabar la misma información para todos los estados debido a los recursos materiales y económicos disponibles. Sin embargo, la consistencia de estos hallazgos permite sugerir que la actualización de la NOM-047-SSA1-2011 y la Guía Operativa requieren de la participación de expertos en materia de seguridad e higiene relacionadas con la exposición a plaguicidas, en colaboración con los equipos directivos y operativos del Programa, tanto estatales como federales. Con esto se podrán establecer lineamientos y estrategias integrales para el biomonitoreo de la exposición a IAc y para mejorar las medidas higiénicas de los trabajadores relacionadas con su exposición a múltiples clases de plaguicidas.

Conclusión

Los factores que influyen en que los trabajadores(as) del Programa se expongan a plaguicidas abarcan aspectos de su condición laboral, de las condiciones físicas del centro de trabajo, de la provisión del EPP, de la percepción del riesgo y de la organización del trabajo. En esta última se inserta la carga de trabajo, determinada por la incidencia de las ETV, el puesto laboral del trabajador o trabajadora, los requerimientos técnicos de la aplicación de plaguicidas y el amplio espectro de sustancias que se utilizan.

La magnitud de uso de IAc representa riesgos relevantes para la salud de los trabajadores y el biomonitoreo preciso y oportuno de su exposición a plaguicidas es un elemento central para proteger su salud. Esto adquiere un carácter urgente y de mayores dimensiones al considerar que se exponen a múltiples PAP y a otros plaguicidas cuyos efectos sobre la salud humana no han sido definidos.

Estas evidencias deben, además, orientar a los tomadores de decisiones para impulsar el uso racional de plaguicidas en el control de vectores y la aprobación de sustancias más seguras, de modo que la efectividad

biológica sobre los vectores no sea el único criterio de aprobación y se consideren los potenciales riesgos a la salud de los trabajadores(as).

Por tanto, las políticas para vigilar la salud de los trabajadores(as) deben formularse, diseñarse e implementarse sobre la base del complejo contexto de la exposición que se ha documentado.

Agradecimientos

A los trabajadores y directivos del programa de enfermedades transmitidas por vector en México. María Isabel Ocotzi Elías agradece la beca otorgada por Conacyt para realizar sus estudios de maestría en salud pública con área de concentración en salud ambiental.

Declaración de conflicto de intereses. Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Ruiz-Gamboa KD, Cámara-Vallejo RM, Medina-Moreno MR, Albertos-Alpuche NE, Esperón-Hernández RI, Zapata-Vázquez RE, et al. Occupational exposure to pesticides and knowledge about related policies in urban pest control operators from southeast Mexico. *Rev Int Contam Ambient.* 2018;34:45-55. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.esp02.04>
- Organización Panamericana de la Salud. Actualización Epidemiológica: Dengue y otras Arbovirosis - 10 de junio de 2020. Washington, DC: 2020;1-15 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/actualizacion-epidemiologica-dengue-otras-arbovirosis-10-junio-2020>
- Secretaría de Salud. Histórico Boletín Epidemiológico. Histórico Boletín Epidemiológico. Ciudad de México: Dirección General de Epidemiología, 2020 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/historico-boletin-epidemiologico>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Estudio diagnóstico del derecho al medio ambiente sano 2018. Informes y publicaciones. México: Coneval, 2018 [citado feb 12, 2022]. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/Paginas/Estudio-Diagnostico-Medio-Ambiente-Sano-2018.aspx>
- Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2014, Para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación, 2015 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5389045&fecha=16/04/2015
- Organización Mundial de la Salud. Protección de la salud y la seguridad de quienes trabajan en el control de emergencia de mosquitos vectores del género *Aedes*. Orientación provisional para quienes trabajan en el control de vectores y el personal sanitario. Ginebra: OMS, 2016 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/205560>
- Niño-Moreno D. Factores ocupacionales y prácticas higiénicas relacionadas con la exposición a piretroides y efectos agudos sobre la salud en rociadores del programa para el control del dengue en el estado de Nuevo León. Cuernavaca, Morelos: Instituto Nacional de Salud Pública, 2013 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: <https://catalogoinsp.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=13100>
- Morales-Galindo E. Prácticas higiénicas, ocupacionales y percepción de riesgos en quienes manejan plaguicidas para el control de *Aedes aegypti* en el estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos: Instituto Nacional de Salud Pública, 2014 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: https://catalogoinsp.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=18024&query_desc=au%2Cwrdl%3A%20edmund%20morales
- Bermúdez-Casillas JE. Diseño de un instrumento para evaluar el nivel de exposición a insecticidas en trabajadores del programa de control de vectores del dengue de la jurisdicción sanitaria VII de Tapachula, Chiapas. Tapachula: Instituto Nacional de Salud Pública, 2014 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: https://catalogoinsp.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=12607&query_desc=au%2Cwrdl%3A%20casillas
- Herrera-Moreno JF, Benítez-Trinidad AB, Xotlanihua-Gervacio MC, Bernal-Hernández YY, Medina-Díaz IM, Barrón-Vivanco BS, et al. Factores de riesgo de exposición durante el manejo y uso de plaguicidas en fumigadores urbanos. *Rev Int Contam Ambient.* 2018;34:33-44. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.esp02.03>
- Rojas-García AE, Zepeda-Arce RD. Evaluación del estrés oxidativo y daño genético en fumigadores expuestos a plaguicidas en el estado de Nayarit. Xalisco, Nayarit: Universidad Autónoma de Nayarit, 2016 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/1339>
- Pernalet-Ruiz ME, Hernández-Piñero AJ. Riesgos laborales por exposición a plaguicidas contra el mosquito *Aedes aegypti*. *Saber.* 2016;28(1):5-17.
- Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2011, Salud ambiental-Índices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación, 2012 [citado jun 23, 2021]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5249877&fecha=06/06/2012
- Alvarado G, Ayllón-Sanyer LE, Chiriboga-Bernal PP. Efectos neuropsiquiátricos de la exposición crónica a organofosforados en trabajadores de control vectorial. Samborombón: Universidad Espíritu Santo, 2019 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/3023>
- Restrepo-Cortés B, Londoño-Franco ÁL, Sánchez-López JF. Valores de colinesterasa plasmática y eritrocitaria con ácido 6-6'-ditiiodinicotínico (DTNA) como indicador. *Rev Colomb Química.* 2017;46(1):13.
- Cotton J, Lewandowski P, Brumby S. Cholinesterase Research Outreach Project (CROP): measuring cholinesterase activity and pesticide use in an agricultural community. *BMC Public Health.* 2015;15(1):748.
- Vikkey HA, Fidel D, Pazou-Elisabeth Y, Hilaire H, Hervé L, Badirou A, et al. Risk factors of pesticide poisoning and pesticide users' cholinesterase levels in cotton production areas: Glazoué and Savé Townships, in Central Republic of Benin. *Environ Health Insights.* 2017;11:1-10. <https://doi.org/10.1177/1178630217704659>
- Consejo de Salud Ocupacional. NTP 661: Control biológico de trabajadores expuestos a plaguicidas (II): técnicas específicas. España: Consejo de Salud Ocupacional, 2016;6 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: http://www.dianelos.com/legislacion/normas_tecnicas.aspx
- Gale NK, Heath G, Cameron E, Rashid S, Redwood S. Using the framework method for the analysis of qualitative data in multi-disciplinary health research. *BMC Med Res Methodol.* 2013;13(1):117. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-13-117>
- Pesticide Action Network International. PAN International List of Highly Hazardous Pesticides (PAN List of HHPs). Hamburg: PAN International, 2019;43 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: https://pan-international.org/wp-content/uploads/PAN_HHP_List.pdf
- Schilman A. Material suplementario para el artículo "Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a plaguicidas en el programa de control de vectores en México". Harvard Dataverse, 2021. <https://doi.org/10.7910/DVN/3VNBZ>
- Naciones Unidas. Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA). Ginebra: Naciones Unidas, 2011; 607 [citado jun 22, 2021]. Disponible en: <https://unece.org/DAM/>

- trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/Spanish/ST-SG-AC10-30-Rev4sp.pdf
23. Carmona-Fonseca J. Valores de referencia de la actividad de la colinesterasa eritrocitaria según las técnicas de Michel y EQM® en población laboral de Antioquia, Colombia. *Rev Panam Salud Publica*. 2003;14(5) [citado jun 22, 2021]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/8292>
24. Hung D-Z, Yang H-J, Li Y-F, Lin C-L, Chang S-Y, Sung F-C, et al. The long-term effects of organophosphates poisoning as a risk factor of CVDs: A nationwide population-based cohort study. *PLoS One*. 2015;10(9):e0137632. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137632>
25. Hilgert JPC, dos Santos CR, Troina-Maraslis F, Pimentel L, Feijó AJL, Iomara Silva C, et al. Markers of genotoxicity and oxidative stress in farmers exposed to pesticides. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2018;148:177-83. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.10.004>
26. Izaguirre DLF. Políticas públicas en una jurisdicción sanitaria de Sinaloa, México. *Teorías, Enfoques y Aplicaciones en las Ciencias Sociales. Rev Cient*. 2012;5(10):51-73 [citado feb 12, 2022]. Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/teacs/article/view/1638>
27. Montgomery MP, Postel E, Umbach DM, Richards M, Watson M, Blair A, et al. Pesticide use and age-related macular degeneration in the agricultural health study. *Environ Health Perspect*. 2017;125(7):077013.
28. Leroy D. Riesgos relacionados con el uso de pesticidas: prácticas, percepciones y consecuencias sanitarias en los páramos colombianos y venezolanos. *Soc Amb*. 2020;23:1-35. <https://doi.org/10.31840/sya.vi23.2184>
29. Benach J, Julià M, Tarafa G, Mir J, Molinero E, Vives A. La precariedad laboral medida de forma multidimensional: distribución social y asociación con la salud en Cataluña. *Gac Sanit*. 2015;29(5):375-8.