



**Universidad del
Rosario**

Evaluación de la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en población ambiental y ocupacionalmente expuesta de los municipios de Aránzazu (Caldas) y Nechí (Antioquia), Colombia, 2023

Investigador

Julián Andrés Peláez Corredor

Trabajo presentado como requisito para optar por el

título de Maestría En Seguridad Y Salud En Trabajo

Universidad del Rosario

Bogotá, 2023

Evaluación de la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en población ambiental y ocupacionalmente expuesta de los municipios de Aránzazu (Caldas) y Nechí (Antioquia), Colombia, 2023

Estudiante:

Julián Andrés Peláez Corredor

Tutor temático:

Dra. Marcela Eugenia Varona Uribe.

Tutor metodológico:

Dra. Gilma Norela Hernández Herrera

Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo

Universidad del Rosario

Bogotá D.C., 2023

Evaluación de la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en población ambiental y ocupacionalmente expuesta de los municipios de Aránzazu (Caldas) y Nechí (Antioquia), Colombia, 2023

Julián Andrés Peláez Corredor
Maestrante en Seguridad y Salud en el Trabajo

Resumen

Introducción: El uso de plaguicidas de tipo organofosforados y carbamatos en Colombia es altamente diversificado como mecanismo para el control de plagas en los cultivos, sin embargo, su uso inadecuado puede producir efectos sobre la salud y el ambiente por lo que es importante conocer el impacto que estas sustancias tienen a nivel nacional desde una mirada integral, sin dejar de lado las evidencias mundiales que hablan de las consecuencias ante la exposición a este tipo de sustancias. **Objetivo:** Determinar la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en población ambiental y ocupacionalmente expuestas de los municipios de Aranzazu (Caldas) y Nechí (Antioquia), Colombia, 2023 **Metodología:** se realizó un estudio de tipo descriptivo transversal, con un muestreo no probabilístico, en 200 personas (100 individuos en Aranzazu (Caldas) y 100 en Nechí (Antioquia)), en cada uno de estos municipios el 50% de la muestra fue de personas ocupacionalmente expuestas y 50% ambientalmente expuestas. Se determinaron las características sociodemográficas, antecedentes laborales y hábitos de la población y se hicieron mediciones de plaguicidas organofosforados y carbamatos en muestras biológicas (orina y sangre). Se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión y se buscaron relaciones entre las variables incluidas en el estudio. **Resultados:** Ingresaron al estudio 117 personas expuestas ocupacionalmente y 90 ambientalmente. La edad en años promedio para el grupo de los expuestos ocupacionalmente y ambientalmente fue de 45.3 y 45.1 respectivamente. El plaguicida organofosforado Malathion presentó datos porcentualmente significativos en sangre. Hay una baja adherencia a uso de elementos de protección personal en las poblaciones de Nechí y de Aranzazu. Se distingue una mayor proporción de mujeres trabajadoras en agricultura en Nechí. **Conclusión:** Al comparar las concentraciones de los plaguicidas entre las personas ocupacionalmente expuestas y ambientalmente expuestas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a los niveles.

Introducción

Dentro de las diversas fuentes de ingresos que Colombia maneja se encuentra la producción agrícola, representando un 14 % del PIB (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, 2014). Con la finalidad de lograr una optimización de los resultados agrícolas, es de esperarse que el uso de plaguicidas se encuentre siempre presente para poder controlar cualquier tipo de contingencia y sobresalir en el mercado. Sin embargo, en muchas ocasiones se abusa de este tipo de sustancias en los procesos productivos, como en el caso de las plantaciones de brócoli a nivel nacional, en las cuales se encuentra uso de organofosforados de manera excesiva a fin de garantizar resultados óptimos (Rey, Otalvaro, Chaparro, Prieto, & López, 2018). A nivel nacional se han realizado estudios que han permitido conocer los efectos nocivos de los plaguicidas, tanto para la salud como para el ambiente en el cual se usan. Esto ha generado pronunciamientos por parte del Ministerio de Ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), con normas que prohíben el uso de algunos tipos de estas sustancias por parte del Ministerio de Salud (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017); sin embargo, aún existen diversos procesos que involucran el manejo y exposición de manera constante a plaguicidas. En el año 2017 en Colombia, se realizó un estudio en el municipio de Totoró Cauca con el fin de identificar los posibles efectos en la salud asociado al uso y manejo de plaguicidas en cultivos de papa (Díaz, Sanchez, Varona, Elijach, & Muñoz G., 2017) evidenciando un uso primordial de plaguicidas organofosforados y carbamatos en trabajadores expuestos. Los efectos en la salud varían de acuerdo a sus vías de exposición (Inhalatoria, oral, dérmica y ocular) y tiempo de duración (aguda y crónica) (Subdirección de Vigilancia y Control en Salud Pública INS, 2010).

Es importante resaltar que el cuadro clínico en caso de intoxicaciones comienza entre 30 minutos y 2 horas después de la exposición, dependiendo de la vía de entrada, la dosis, el tipo de organofosforado y la susceptibilidad individual. Se calcula que para Colombia en los años de 1998 a 2011 se han presentado 4.835 muertes, con relación al uso de plaguicidas con un promedio anual de 345 fallecimientos. (Chaparro Narváez & Castañeda Orjuela, 2015)

Antecedentes en Colombia muestran que han existidos tres grandes casos de intoxicaciones a gran escala en las ciudades de Chiquinquirá con aproximadamente 500 personas intoxicadas con metilparatión (fallecieron 63), Puerto López con 190 personas intoxicadas con un organofosforado no determinado (fallecieron 7) y Pasto con 300 personas intoxicadas con paratión (fallecieron 15) (Fernández, Mancipe, & Fernánadez, 2010). Esta situación no es ajena en otros lugares del mundo, en Centroamérica se reportan incrementos en la tasa de intoxicaciones por organofosforados pasando en diez años del 6.3 al 19.5 por cien mil habitantes. Un estudio hecho en Chile evidencia el riesgo que existe de desarrollar polineuropatía a causa de la exposición de organofosforados, siendo 3.6 veces mayor el riesgo de presencia esta patología en trabajadores expuestos (Grillo Pizarro, Achú Peralta, Muñoz Quesada, & Moncada, 2018). La cantidad de intoxicaciones provocadas por

plaguicidas se estima entre 500.000 y 1.528.000 anualmente y se producen de 3.000 a 28.000 muertes por esta causa a nivel mundial según estudios realizados en diversas partes del mundo (García, 1998). Acorde a estimaciones realizadas por la OMS (organización Mundial de la Salud) se calcula que cada 4 horas fallece un trabajador agrícola en países en vías de desarrollo por exposición a plaguicidas. (García, 1998). Así mismo se calcula que de las intoxicaciones presentadas de manera anual el 7.3% tuvieron desenlaces mortales, de los cuales el 91% se relacionan con suicidios, 6% a intoxicaciones laborales y 3% a consumo de alimentos contaminados a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud, 1992). En países de la región se evidencian tendencias similares, como en Paraguay, en el cual se registra un 13.7% de intoxicación por plaguicidas, representando los organofosforados un 47.1% de este porcentaje. (Pedrozo, y otros, 2017). Cabe resaltar que de acuerdo a estos estudios se evidencia que el mayor porcentaje de casos reportados fue por absorción digestiva al consumo de agua contaminada.

Existe estudios que revelan exposiciones a plaguicidas organofosforados y carbamatos en diversas áreas agrícolas de Colombia (Subdirección de Vigilancia y Control en Salud Pública INS, 2010). La importancia de generar literatura y evidencias científicas a fin de controlar y contrarrestar sus efectos en la población se hace notoria para prevenir efectos nocivos no solo en los trabajadores, sino en la población general.

Con el fin determinar la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en población ambiental y ocupacionalmente expuesta de los municipios de Aránzazu (Caldas) y Nechí (Antioquia), se realizaron determinaciones de plaguicidas organofosforados y carbamatos en muestras biológicas (orina y sangre).

Materiales y métodos:

Se realizó un estudio descriptivo transversal, en el que se incluyó población ambiental y ocupacionalmente expuesta para determinar los niveles de plaguicidas organofosforados y carbamatos en muestras biológicas. El estudio se llevó a cabo en dos municipios de los departamentos de Caldas y Antioquia. Los municipios priorizados fueron Aranzazu y Nechí. La población objeto de estudio estaba expuesta a plaguicidas por las actividades agrícolas de cada zona. Se incluyeron dos grupos de estudio que fueron seleccionados mediante un muestreo por conveniencia, un grupo ocupacionalmente expuesto a plaguicidas organofosforados y carbamatos y un grupo ambientalmente expuesto a estas mismas sustancias químicas.

Se entiende por población ocupacionalmente expuesta la dedicada a la actividad agrícola, quienes por su trabajo manipulan plaguicidas, por lo que su exposición es directa (población trabajadora) y la ambientalmente expuesta es la que se expone de forma indirecta a través matrices ambientales como son aire, agua, suelos y alimento (población general).

Como criterios de Inclusión se tuvieron en cuenta: adultos de cualquier edad, sexo, grupo étnico, población expuesta ocupacionalmente con un tiempo de al menos seis meses utilizando metales

pesados, población expuesta ambientalmente a mezclas metales pesados que hayan vivido al menos seis meses en la zona y población de áreas urbana y rural de los municipios de Aranzazu y Nechí. Se excluyeron aquellos individuos que hayan presentado alguna enfermedad neurológica como epilepsia, Parkinson, evento cerebro vascular o trastornos mentales como esquizofrenia o alteración bipolar y a las personas que no firmaron el consentimiento informado.

Se calculó un tamaño de muestra mínimo para estudios descriptivos transversales en el aplicativo Open utilizando la población del municipio de Nechí (Antioquia) que de acuerdo con el censo de 2005 (DANE) era de 20.668 personas y de Aranzazu (Caldas) que era de 12.815. La frecuencia esperada del factor de estudio fue del 30.3%, que corresponde a la proporción de individuos ambientalmente expuestos con niveles de mercurio en orina que superan los límites permisibles, según estudio llevado a cabo en los Departamentos de Bolívar, Sucre, Antioquía y Córdoba. Se tomó el mercurio como químico de referencia, dada la importancia de este como contaminante ambiental en Colombia (Min Salud, 2018, p. 7).

El margen de error aceptable definido fue del 5%, con un nivel de confianza del 95%, quedando un tamaño de muestra de 200 personas incluyendo un 20% de pérdidas. Para este estudio se tomó una muestra de 100 individuos de Aranzazu y 100 de Nechí en donde el 50% fueron ambientalmente expuestos, y el 50% ocupacionalmente expuestos.

Las variables que se tuvieron en cuenta para este estudio fueron las siguientes: sociales y demográficas (edad, sexo, escolaridad, afiliación al SGSSS), laborales (oficio actual, tiempo en el oficio, antecedente de trabajo en actividades agrícolas, frecuencia semanal de uso de sustancias químicas, medidas de higiene), ambientales (residencia en área agrícola, fuente de agua), toxicológicas (condición de fumador y consumo de alcohol) y biológicas (sangre y orina como indicadores de exposición).

Se utilizó una encuesta para la recolección de la información que se aplicó en la totalidad a los individuos seleccionados tanto expuestos ocupacionales como ambientales, la cual fue adaptada del instrumento de evaluación en salud del Global Mercury Project (Veiga et al., 2004). Antes de iniciar la fase de recolección de la información se dio una inducción al personal encargado de diligenciar la encuesta a cada uno de los individuos seleccionados en la muestra. Esta inducción estuvo a cargo del grupo investigador.

Referente a los métodos para el control de la calidad de los datos y sesgos considerados para la investigación, se estableció en primer lugar el sesgo de selección, el cual implementó como estrategia de control la definición de criterios de inclusión y exclusión claros y el cálculo de tamaño de muestra con una confianza del 95%. Sobre el sesgo de información del observador, se incluyó una capacitación y estandarización de 8 horas en la aplicación de las entrevistas, toma y almacenamiento de muestras y posteriormente en campo se realizó un refuerzo de la capacitación y el entrenamiento de encuestadores. Igualmente, alrededor del sesgo de información de instrumentos, se presentaron como estrategia de control, el ensayo piloto de formulario y prueba piloto del formato de recolección

de información, el uso de reactivos certificados y el análisis de metales con métodos estandarizados y documentados.

Desde el sesgo de información del observado (sesgo de memoria) se establecieron como estrategias de control aplicar una encuesta estandarizada a todas las personas, lo que implicó el entrenamiento a encuestadores del estudio. Con respecto al sesgo de información, se realizó una prueba piloto para estandarizar instrumentos y problemas logísticos, ajustados antes del inicio del estudio. Por último, para el sesgo de confusión, se determinó la identificación de estos en fase de planeación y en el análisis estadístico se hizo su control.

A cada individuo se le proporcionó una hoja de consentimiento, la cual firmaron antes de contestar las preguntas de la encuesta individual y de la toma de muestras biológicas. Previo al inicio de la recolección de la información y de las muestras, se informó a los individuos los objetivos y el tipo de estudio que conllevó la investigación, comprendiendo la importancia y beneficios que representaría su participación, a quienes se les entregó posteriormente los resultados de las pruebas paraclínicas, cuyos datos fueron tratados con total confidencialidad por el grupo investigador.

Se le tomó una muestra de 10 ml de sangre por venopunción en tubos con EDTA a cada participante, para determinación de los plaguicidas de interés, organofosforados (paration, metilparation, malatión) y carbamatos (aldicarb, propoxur y carbofuran). También se recolectó orina de una micción (aproximadamente 50 ml), en frascos de polipropileno con tapa rosca, una vez tomada la muestra permaneció refrigerada hasta su procesamiento y análisis, para determinación de los plaguicidas mencionados. La toma de estas muestras estuvo a cargo de los médicos/bacteriólogos/enfermeros y otros profesionales de salud que participaron en el estudio. Las determinaciones se realizaron a través de digestión húmeda, reducción y espectrofotometría de absorción atómica por vapor frío (CVAAS) y cromatografía de gases de alta resolución con detector de captura de electrones (HRGC/ECD). Una vez procesadas, los resultados se registraron en la respectiva encuesta de cada individuo.

Cada muestra fue recodificada con números para preservar la identidad del participante y disminuir el sesgo del analista. Cabe destacar que los niveles obtenidos para plaguicidas fueron comparados con los reportados por la Comisión de Biomonitorio Humano de Alemania (Apel, Angerer, Wilhelm, & Kolossa-Gehring, 2017) y con los valores de la Asociación de Higienista Industriales de Estados Unidos (ACGIH. 2022 TLVs and BEIs). En caso que no se reportarán los valores límites permisibles en las bases citadas, todos los valores que se encontraron en las muestras fueron considerados como positivos.

Se llevó a cabo un estudio piloto en un 10% del total de la muestra de individuos, a quienes se le realizó la prueba de formularios, lo cual ayudó a contemplar ajustes, tanto de instrumentos como de tiempos y movimientos. Se aplicó el formulario a través de llamadas telefónicas, en la que tres de los investigadores del estudio, que estaban capacitados para esta actividad, hicieron las preguntas a un total de 10 personas, entre estudiantes pertenecientes a las universidades que hacen parte del estudio y personal operativo y administrativo del sector. Estos participantes, no formaron parte de la población muestra seleccionada en la investigación.

Para el análisis estadístico de este estudio se realizó con el software R 4.1.1 y Rstudio 2022.02.3+492 y la estimación de los parámetros se hizo con nivel de confianza del 95% y las pruebas de asociación con nivel de significación del 5%.

Se realizó un control de calidad del 100% de los registros incluidos en la base de datos. Esta actividad incluyó un análisis descriptivo de cada variable, para depuración de los datos, identificación de valores perdidos, valores de omisión y casillas en blanco como estrategias para aceptar o rechazar registros que presentasen problemas como errores, datos faltantes y valores fuera de rango (Outliers).

En el análisis estadístico descriptivo se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión para aquellas variables de naturaleza cuantitativa. Las variables de naturaleza cualitativa se describieron utilizando distribuciones de frecuencias absolutas y porcentajes. Para analizar la asociación estadística entre variables categóricas con el tipo de exposición se utilizó prueba Chi Cuadrado de asociación o prueba exacta de Fisher según el cumplimiento de supuestos. Para la comparación de los grupos de exposición en las variables cuantitativas se utilizó la prueba t de Student para comparación de medias, previa revisión de cumplimiento de supuesto de distribución normal y homocedasticidad.

Teniendo en cuenta la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud que establece las normas académicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, en el Título II Capítulo I Artículo 11 sobre los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, se clasifica esta investigación como de riesgo mínimo. (Resolución 8430 de 1993)

El estudio cumplió con los principios y disposiciones de la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 1964) y los principios bioéticos (Emanuel, 1999). El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética y Metodologías de Investigación (CEMIN) del Instituto Nacional de Salud (INS) mediante acta CEMIN-23-2018.

Resultados

El estudio fue elaborado a partir de una encuesta ocupacional aplicada a 117 personas expuestas ocupacionalmente y 90 personas expuestas ambientalmente. La edad en años promedio para el grupo de los expuestos ocupacionalmente y ambientalmente fue de 45.3 y 45.1 respectivamente. De las personas a las que fue aplicada la encuesta con exposición ocupacional a plaguicidas el 3.4% se identifican con sexo masculino y el 96.6% corresponde a femenino; variable que se diferencia de la población expuesta ambientalmente con un 64.4% masculino y 35.6% femenino. En la tabla 1 se presentan todas las demás variables demográficas.

Tabla 1. Variables sociodemográficas de la población expuesta a mezclas de plaguicidas de los municipios de Aranzazu (Caldas) y Nechi (Antioquia) en Colombia, 2021

VARIABLES		ARANZAZU				Valor p	NECHÍ				Valor p	
		EXPUESTOS OCUPACIONALMENTE		EXPUESTOS AMBIENTALMENTE			EXPUESTOS OCUPACIONALMENTE		EXPUESTOS AMBIENTALMENTE			
N		55		48			62		42			
Edad en años		39,6	13,7	44,2	16,4		50,4	14,4	46,1	15,6		
Sexo	Masculino	1	1,8%	36	75,0%	<0.001	3	4,8%	22	52,4%	<0.001	
	Femenino	54	98,2%	12	25,0%		59	95,2%	20	47,6%		
Estado civil	Casado	13	23,6%	14	29,2%	0.246	9	14,5%	8	19,0%	0.335	
	Unión Libre	29	52,7%	19	39,6%		35	56,5%	18	42,9%		
	Separado	5	9,1%	2	4,2%		1	1,6%	1	2,4%		
	Soltero	8	14,5%	11	22,9%		16	25,8%	11	26,2%		
	Viudo			2	4,2%		1	1,6%	4	9,5%		
Escolaridad	Analfabeta	5	9,1%			NR	10	16,1%	3	7,1%	NR	
	Primaria incompleta	25	45,4%	16	33,4%		23	37,1%	14	33,3%		
	Primaria completa											
	Secundaria incompleta	24	43,6%	17	35,4%		17	27,4%	6	14,3%		
	Secundaria completa											
	Técnico incompleto			4	8,4%		8	12,9%	14	33,3%		
	Técnico completo											
	Universitario completo	1	1,8%	11	22,9%		4	6,5%	5	11,9%		
Universitario incompleto												
SSGS	Contributivo	45	81,8%	29	60,4%	0.022	6	9,7%	13	31,0%	0.024	
	Subsidiado	9	16,4%	19	39,6%		54	87,1%	27	64,3%		
	No afiliado	1	1,8%				1	1,6%	2	4,8%		
	Indeterminado						1	1,6%				
Oficio actual	Administrativo	2	3,6%	15	31,3%	NR	3	4,8%	7	16,7%	NR	
	Agricultura	52	94,5%				11	17,7%				
	Mantenimiento								4	9,5%		
	Minería y agricultura						38	61,3%				
	Pescador						7	11,3%	3	7,1%		
	Oficios varios			1	2,1%		2	3,2%	9	21,4%		
	Otras profesiones	1	1,8%	2	4,2%				1	2,4%		
	Servicios educativos			2	4,2%				2	4,8%		
	Servicios sanitarios			1	2,1%				2	4,8%		
	Pensionados			27	56,3%		1	1,6%	4	33,3%		
Área	Rural	37	67,3%	42	87,5%	0.015	37	67,3%	24	57,1%	0.816	
	Cabecera municipal	18	32,7%	6	12,5%		18	32,7%	18	42,9%		

Adicionalmente se indagó sobre características ocupacionales, tales como hábitos cotidianos (fumar, beber, comer en el lugar de trabajo), características de los elementos de protección para la población ocupacionalmente expuesta (protección de cabeza, tronco, miembros superiores e inferiores) y otras variables como hábitos y uso de plaguicidas (exposición o intoxicación a plaguicidas). En la tabla 2 se presentan las variables contempladas con sus rangos porcentuales.

Tabla 2. Variables de los hábitos ocupacionales y de cuidado de los municipios de Aranzazu (Caldas) y Nechí (Antioquia) en Colombia, 2021

Variables		ARANZAZU				NECHÍ					
		Expuestos ocupacionalmente		Expuestos ambientalmente		Valor p	Expuestos ocupacionalmente		Expuestos ambientalmente		Valor p
N		55		48			62		42		
Trabaja en agricultura	No	7	12,7%	48	100,0%	<0.001	35	56,5%	42	100,0%	<0.001
	Si	48	87,3%				27	43,5%			
Usted consume licor	No	31	56,4%	28	58,3%	0.840	32	51,6%	25	59,5%	0.426
	Si	24	43,6%	20	41,7%		30	48,4%	17	40,5%	
Fuma actualmente	No	13	23,6%	12	25,0%	0.072	19	30,6%	11	26,2%	0.702
	Si	17	30,9%	5	10,4%		7	11,3%	3	7,1%	
	NR	25	45,5%	31	64,6%		36	58,1%	28	66,7%	
Ha fumado alguna vez	No	25	45,5%	31	64,6%	0.052	36	58,1%	28	66,7%	0.376
	Si	30	54,5%	17	35,4%		26	41,9%	14	33,3%	
Fuma en su sitio de trabajo	No	11	20,0%	4	8,3%	0.0519	1	1,6%	3	7,1%	0,011
	Si	6	10,9%	1	2,1%		6	9,7%	0	0,0%	
Hace cuanto tiempo trabaja en actividades relacionadas con plaguicidas en agricultura*		122,6	(19,5-189)				243,7	(120-360)			
Mencione los plaguicidas que emplea	Amina						1	1,6%			
	Cipermetrina						6	9,7%			
	Danadin	2	3,6%								
	Danisaraba	1	1,8%								
	Dinastia	1	1,8%								
	Glifosato	6	10,9%				14	22,6%			
	Gramoxone						1	1,6%			
	Lorsban						1	1,6%			
	Magister	1	1,8%								
Malathion	2	3,6%									

	Monocotrofox						1	1,6%			
	No sabe	31	56,4%				1	1,6%			
	Panser	1	1,8%								
	Paraquat	3	5,5%								
	Propanil						1	1,6%			
	Tordon						1	1,6%			
Su residencia está o ha estado ubicada en una zona industrial	No	54	98,2%	48	100,0%		62	100,0%	42	100,0%	
	Si	1	1,8%								
¿Toma algún alimento mientras trabaja?	No	47	85,5%				41	66,1%			
	Si	2	3,6%				19	30,6%			
Con qué frecuencia ingiere estos alimentos	Siempre	1	1,8%				10	16,1%			
	A veces	1	1,8%				7	11,3%			
	Nunca						2	3,2%			
Consumo Frutas	No	4	7,3%	2	4,2%	0.502	4	6,5%	3	7,1%	0.502
	Sí	51	92,7%	46	95,3%		58	93,5%	39	92,1%	
Consumo verduras	No	4	7,3%	2	4,2%	0.890	1	1,6%	2	4,8%	0.346
	Sí	51	92,7%	46	95,8%		61	98,4%	40	95,2%	
Se ha intoxicado alguna vez con un plaguicida	No	54	98,2%	48	100,0%		58	93,5%	41	97,6%	
	Si	1	1,8%				4	6,5%	1	2,4%	
¿Que hizo cuando se intoxicó?	Consultó al médico	1	1,8%						1	2,4%	
	Se automedico						1	1,6%			
	Se hizo remedios caseros						2	3,2%			
	No hizo nada						1	1,6%			
	Consultó al médico										
De qué fuente proviene el agua que consume	1	39	70,9%	27	56,3%		39	62,9%	30	71,4%	
	2	3	5,5%	1	2,1%		13	21,0%	7	16,7%	
	3	4	7,3%	2	4,2%		1	1,6%	1	2,4%	
	4	1	1,8%	1	2,1%		2	3,2%	1	2,4%	
	5						1	1,6%			
	6	8	14,5%	17	35,4%		2	3,2%	2	4,8%	
	7						4	6,5%	1	2,4%	

*Mediana (Q1;Q3)

Se identificó un uso generalizado de elementos de protección personal, aunque no en la mayoría de trabajadores, con una diferencia en los trabajadores del municipio de Nechí con respecto a los trabajadores del municipio de Aranzazu. En la tabla 3 se identifican las diferencias entre uso de EPP por municipios.

Tabla 3.- Uso de EPP y hábitos de cuidado de los trabajadores de los municipios de Aranzazu (Caldas) y Nechí (Antioquia) en Colombia, 2021

Variables		Aranzazu		Nechí	
		Expuestos ocupacionalmente		Expuestos ocupacionalmente	
N		55		62	
Se lava o baña las manos antes de ingerir alimentos	Siempre	2	3,6%	15	24,2%
	A veces			3	4,8%
	Nunca			1	1,6%
Se ducha el cuerpo al finalizar la jornada de trabajo	Siempre	42	76,4%	49	79,0%
	A veces	1	1,8%	2	3,2%
	Nunca	6	10,9%	8	12,9%
Mencione que tipo de protección dérmica utiliza (Peto o delantal)	No	33	60,0%	58	93,5%
	Si	16	29,1%	2	3,2%
De que material el peto	Carnaza	39	70,9%	1	1,6%
	Caucho	5	9,1%		
	Cuero	4	7,3%		
	Plástico	7	12,7%		
	Vaqueta			1	1,6%
Guantes	No	9	16,4%	45	72,6%
	Si	40	72,7%	15	24,2%
De que material son los guantes	Carnaza	1	1,8%	4	6,4%
	Caucho	12	21,8%	2	3,2%
	Cuero			6	9,7%
	Lana	2	3,6%		
	Lana y caucho	1	1,8%		
	Lana Industriales	1	1,8%		
	Látex	9	16,3%		

		Nitrilo	4	7,3%	1	1,6%
		No sabe	3	5,5%		
		Plástico	4	7,3%		
		Polietileno	1	1,8%		
		Tela	1	1,8%	2	3,2%
Mencione que tipo de protección respiratoria usa	Respirador	No	11	20,0%	54	87,1%
		Si	38	69,1%	6	9,7%
	Tapabocas desechable	No				
		Si				
	Pañuelo Húmedo	No				
		Si				
Sombrero o gorra		No				
		Si				
Visor		No	33	60,0%	53	85,5%
		Si	16	29,1%	7	11,3%
Monogafas		No	32	58,2%	55	88,7%
		Si	17	30,9%	5	8,1%
Mencione que tipo de protección en miembros inferiores utiliza	Botas de caucho	No	6	10,9%	30	48,4%
		Si	49	89,1%	30	48,4%
	Botas en cuero	No	46	83,6%	48	77,4%
		Si	3	5,5%	12	19,4%
	Zapatos	No	49	89,1%	57	91,9%
		Si	6	10,9%	3	4,8%
	Tenis	No	49	89,1%	53	85,5%
		Si	6	10,9%	7	11,3%
¿Que tipo de ropa usa para trabajar?		Ropa de diario	6	10,9%	54	87,1%
		Uniforme o ropa de trabajo	43	78,2%	6	9,7%
Se cambia de ropa de trabajo luego de terminar su jornada laboral		No	3	5,5%	8	9,4%
		Si	45	81,8%	52	83,9%
Cada cuánto se cambia la ropa que usa en su trabajo		Diario	36	65,5%	50	80,6%
		Una vez por semana	2	3,6%	4	6,5%
		Dos veces por semana	10	18,2%	5	8,1%

	Tres veces por semana	1	1,8%		
	Nunca			1	1,6%
En dónde lava la ropa que usa en el trabajo	En una fuente de agua			9	14,5%
	En el lugar de trabajo	20	36,4%	6	9,7%
	En la casa	29	52,7%	45	72,6%
Si la lava en casa, lo hace junto con el resto de ropa	No	33	60,0%	33	53,2%
	Si	2	3,6%	12	19,4%

Con respecto a los plaguicidas reportados por los trabajadores que utilizan en las labores de agricultura en este municipio, se describen en la tabla 3 con el grupo químico a que pertenecen y la categoría toxicológica según Organización Mundial de la Salud:

Tabla 4. – Plaguicidas empleados por los trabajadores del municipio de Aranzazu (Caldas) y Nechí (Antioquia) en Colombia, por grupo químico y categoría toxicológica, 2021

Plaguicidas que emplea	GRUPO QUÍMICO	POR ORGANISMO QUE CONTROLAN	CATEGORIA TOXICOLOGIA SEGUN OMS 2020
Amina	diclorofenoxi-acético	Herbicida	U (poco probable que presente un peligro agudo)
Cipermetrina	Piretroide	Insecticida	II (moderadamente peligroso)
Danadin	Organofosforado	Insecticida	II (moderadamente peligroso)
Danisaraba	Benzoylacetonitrilos	Acaricida	III (poco peligroso)
Dinastia	Neonicotinoide	Insecticida	II (moderadamente peligroso)
Glifosato	N-(Fosfonometil) glycina	Herbicida	III (poco peligroso)
Gramoxone	Bipiridilo	Herbicida	II (moderadamente peligroso)
Lorsban	Organofosforado	Insecticida	III (poco peligroso)
Magister	Quinazoline	Acaricida	II (moderadamente peligroso)
Malathion	Organofosforado	Insecticida	III (poco peligroso)
Monocotrofox	Organofosforado	Insecticida	Ib (muy peligroso)

Panser	N-(Fosfonometil) glycina	Herbicida	II (moderadamente peligroso)
Paraquat	Bipiridilo	Herbicida	II (moderadamente peligroso)
Propanil	Dicloropropiananilida	Herbicida	II (moderadamente peligroso)
Tordon	Fenoxicarboxílicos	Herbicida	III (poco peligroso)

Se realizaron mediciones de plaguicidas organofosforados y carbamatos en muestras de orina (Aldicarb, Propoxur, Carbofuran, Malathion, Paraoxon etil, Paraoxon metil, Paratión etil, Paratión metil) y en sangre (Aldicarb, Propoxur, Carbofuran, Malathion, Paraoxon metil, Paratión etil, Paratión metil). Acorde con los resultados manifestados en las muestras de sangre y orina, se encontró solo concentraciones a resaltar en el plaguicida Malathion en sangre. Las concentraciones en sangre halladas y analizadas muestran un mínimo de 0.07 y máximo de 0.75 con una desviación estándar de 0.0048. Estos datos provienen de los resultados en sangre de 7 muestras del municipio de Aranzazú. Dichas muestras un valor p de 0.045 en relación entre las personas expuestas ocupacionalmente (mínimo 0.07 máximo 0.08) y ambientalmente (0.07 máximo 0.13).

Discusión

La exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en el territorio nacional es fuente de debates frente a sus efectos nocivos para la salud e impacto ambiental evidenciable. La exposición a este tipo de sustancias puede generar efectos en la salud humana (González Ulibarry, 2019); sin embargo, es importante resaltar la existencia de factores que pueden potenciar o atenuar los efectos de las mismas en los individuos, tales como uso de elementos de protección personal, los hábitos del trabajador (hábitos de alimentación, higiene, uso de sustancias psicoactivas), la duración de la exposición y el tipo de sustancia entre otros. Todo esto puede desencadenar diferentes escenarios y desenlaces sobre la salud humana, lo que genera un mayor margen de opciones para su tratamiento y prevención. Este estudio buscó evidenciar la exposición a plaguicidas organofosforados en dos poblaciones (expuestos ocupacional y ambientalmente) de dos municipios colombianos, tanto en trabajadores del sector agrícola de los municipios como en residentes de los mismos.

El grupo mayormente expuesto ocupacionalmente a plaguicidas organofosforados y carbamatos fue el de las mujeres con un 53.8 % de la muestra con dedicación a la agricultura de tiempo completo, con un rango de edad entre los 19 a los 80 años de edad, lo que supone un margen de edad bastante amplio, el cual coincide con la edad margen de personas que se encuentran expuestos ambientalmente. Estos datos contrastan, ya que en otros estudios realizados en Colombia (Cárdenas, Silva, Morales, & Ortiz, 2005) se evidenció que la población de mayor impacto fueron hombres con 78.9% de la población total. Sin embargo, la edad productiva sigue siendo la más afectada, lo que repercute inevitablemente en la calidad de los procesos productivos, en la carga ocupacional y en los efectos a largo plazo para el sistema de salud en atención a enfermedades crónicas (Rey, Otalvaro, Chaparro, Prieto, & López, 2018). La exposición a plaguicidas en las jornadas

laborales es de aproximadamente 5 a 9 horas diarias de trabajo; lo cual conlleva la responsabilidad de un uso adecuado y constante de elementos de protección personal. La población ha presentado una baja cantidad reportada de intoxicaciones provocadas por plaguicidas, lo cual supone retos de verificación de los datos; bien sea por el sub registro de datos provocado por la baja cultura de reporte de accidentes de trabajo ante medidas coercitivas por parte de empleadores, o por los hábitos de cuidado que los trabajadores aplican en sus jornadas laborales.

Un ejemplo de ello es el uso de elementos de protección personal. De acuerdo con los datos recolectados se evidencia un bajo porcentaje en el uso de elementos de protección respiratoria, protección para el torso, monogafas o uso de algún tipo de guantes. Esto supone una tendencia a no utilizar los elementos de protección personal de manera constante o adecuada; sin embargo, se debe resaltar que en muchas ocasiones las condiciones climatológicas o la poca adherencia a estos hábitos generen fallas; a pesar de contar con normativas para tal fin (Ministerio de Salud y Protección Social, 20221). Adicionalmente se observa que más de la mitad de los trabajadores utilizan prendas de vestir de diario para realizar las actividades laborales cotidianas, tendencia que es similar en trabajadores de agricultura del país, en particular en cultivos de papa (Díaz, Sanchez, Varona, Elijach, & Muñoz G., 2017). A pesar de ello se evidencian hábitos de cuidado, ya que la mayoría de trabajadores realizan cambio de la ropa después de terminar su jornada laboral de manera diaria, realizan el lavado de las prendas de vestir en sus hogares, pero aparte de las demás prendas de la casa. Esta tendencia puede ser explicada por el tipo de vínculo laboral de los trabajadores, ya que, en muchas ocasiones al ser trabajos artesanales o cultivos propios, no se ve la necesidad de usar protección particular; tan solo protección a ciertas áreas del cuerpo (ojos, boca y manos). Adicionalmente existe riesgo de contaminación para las familias de quienes realizan lavado de las prendas junto con la ropa de la familia. El cuidado de la salud en el trabajo supone una constante creación de hábitos que deben ser reforzados en todo momento. Otro factor a evaluar se centra en identificar las causas de la adherencia regular al uso de elementos de protección personal, bien sea porque existen factores ambientales que inciden en el no uso (altas temperaturas), desconocimiento de la importancia del uso de EPP o poco interés por parte de empleadores que no los proporcionan. Es importante realizar énfasis en la educación y capacitación al trabajador, en el uso adecuado de plaguicidas y en que comprenda la importancia de cumplir con normas específicas de cuidado al momento de manipular estas sustancias.

Un dato muy importante a resaltar es que la mayoría de trabajadores cuentan con una afiliación al SGSSS a través de régimen contributivo o subsidiado. Sin embargo, cuando se han presentado episodios de intoxicaciones, 2 de los trabajadores intoxicados realizó remedios caseros, 1 trabajador no realizó ninguna actividad de cuidado y solo 1 trabajador consultó al médico, lo cual refleja la poca cultura de atención hospitalaria existente entre la población afectada. Las consecuencias pueden ser catastróficas, dado la alta incidencia de desenlaces fatales como cáncer, leucemia, párkinson, asma (González Ulibarry, 2019) y enfermedades neurodegenerativas como polineuropatías que pueden ser generadas por la exposición a plaguicidas (Grillo Pizarro, Achú Peralta, Muñoz Quesada, & Moncada, 2018). Sin embargo, para los trabajadores rurales puede deberse a una relación con manejos culturales de la salud, en donde priman los tratamientos caseros, la atención homeopática y las costumbres de cuidado que perduran por generaciones. La accesibilidad a puestos de salud, las

costumbres de la población en sus cuidados propios o familiares y las creencias arraigadas por generaciones influyen en el manejo de accidentes y sus posibles desenlaces.

La evidencia científica de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos a nivel nacional e internacional tiene la particularidad de exponer las consecuencias en salud a los trabajadores o personas expuestas (González Ulibarry, 2019) y las repercusiones que para sí mismos y sus familias generan. El tipo de vinculación laboral, accesos a capacitación en adecuado uso de elementos de protección personal o de plaguicidas (Díaz, Sanchez, Varona, Elijach, & Muñoz G., 2017) son fundamentales para comprender el contexto de la población y el porqué de sus actividades de cuidado. Otro factor importante es la accesibilidad de los sitios de trabajo o residencia, ya que ante una emergencia los tiempos de desplazamiento son fundamentales para garantizar una atención oportuna por entes de salud cercanos en caso de que los haya. Esto ligado a las costumbres propias de la población van a generar producir diferentes desenlaces a las exposiciones que se generan a diario, con el agravante de que en muchas ocasiones el trabajador no les da la importancia requerida a estos accidentes ya sea por desconocimiento o por poca introspección de su propia salud.

El plaguicida organofosforado Malathion fue el único con resultados en sangre, destacando su baja incidencia en intoxicaciones agudas ante su exposición. Los plaguicidas utilizados por los trabajadores de Nechí y Aranzazu en su gran mayoría presentan bajo porcentaje en incidencia de intoxicaciones ante la exposición aguda. La exposición a estos agentes químicos puede causar intoxicaciones, daños a la salud y efectos para las personas expuestas o sus familiares. Sin embargo, el riesgo de daño en la población estudio de ambos municipios no es concluyente, dado a que solo uno de los plaguicidas empleados por la población fue hallado en una muestra sanguínea y este presenta riesgo bajo (grado III) de daño a la salud humana.

Conclusiones:

De los plaguicidas hallados en sangre la categoría toxicológica fue Clase III para Malathion.

Al comparar las concentraciones de los plaguicidas entre las personas ocupacionalmente expuestas y ambientalmente expuestas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a los niveles.

A pesar de que las concentraciones de los plaguicidas a los que estaban expuestos la población de Nechí y Aranzazu se encuentran por debajo del límite de cuantificación, no significa que no se presentaran exposiciones de riesgo a estos plaguicidas; solo evidencian un bajo nivel de exposición.

El uso de elementos de protección personal presenta bajo porcentaje de adherencia en ambas poblaciones. Sin embargo, se evidencia una mayor adherencia en el municipio de Nechí.

Los hábitos de cuidado de la población desempeñan un papel fundamental en el desenlace de las exposiciones a plaguicidas y sus efectos en la salud de los trabajadores.

Se resalta que en estos municipios en especial Aranzazu se evidencia producción minera, lo que genera un mayor riesgo a la exposición de mezclas entre plaguicidas y metales pesados.

Recomendaciones:

Realizar vigilancia activa de la exposición a plaguicidas por parte de las Secretarías de Salud, generando un mayor incentivo en la cultura de reporte ante accidentes con exposición a estas sustancias químicas.

Incentivar una mayor educación en el manejo adecuado de elementos de protección personal, sensibilizando a los trabajadores en el uso y mantenimiento de los mismos y en llevar a cabo actividades de cuidado dentro y fuera de las actividades agrícolas.

Revisar las condiciones de contratación e inserción de los trabajadores al sistema de riesgos laborales y seguridad social y la protección efectiva ante la exposición a los plaguicidas.

Conflicto de intereses

Los autores que participaron en este artículo no presentaron ningún tipo de conflicto de intereses durante ningún paso en la elaboración del mismo.

Bibliografía

- Cárdenas, O., Silva, E., Morales, L., & Ortiz, J. (2005). Estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en siete departamentos colombianos, 1998-2001. *Biomédica*, 170-180.
- Chaparro Narváez, P., & Castañeda Orjuela, C. (2015). Mortalidad debida a intoxicación por plaguicidas en Colombia entre 1998 y 2011. *Biomédica*, 90-102.
doi:<http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2472>
- Díaz, S. M., Sanchez, F., Varona, M., Elijach, V., & Muñoz G., M. N. (2017). Niveles de colinesterasa en cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, Totoró, Cauca. *Revista de la Universidad Industrial de Santander.*, 85-92.
- Fernández, D., Mancipe, L., & Fernánadez, D. (2010). Intoxicación por Organofosforados. *Revista Facultad de Medicina*, 84-92.

- García, J. E. (1998). Intoxicaciones agudas con plaguicidas: costos humanos y económicos. *Revista Panam Salud Pública*, 383-387.
- González Ulibarry, P. (Enero de 2019). *Efectos de los plaguicidas sobre la salud humana; exposición e impactos*. Chile: Biblioteca del congreso Nacional de Chile.
- Grillo Pizarro, A., Achú Peralta, E., Muñoz Quesada, M. T., & Moncada, B. L. (2018). Exposición a plaguicidas organofosforados y polineuropatía periférica en trabajadores de la región del Maule, Chile. *Rev Esp Salud Pública*, 1-10.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Lo que debemos Saber sobre COP (contaminantes orgánicos persistentes)*. Bogotá.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (Julio de 20221). GESTIÓN INTEGRAL DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP). 1-10. Bogotá, Colombia. Obtenido de minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GTHS02.pdf
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (2014). Colombia Nota de análisis Sectorial; Agricultura y Desarrollo Rural.
- Organización Mundial de la Salud. (1992). *Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura*. Obtenido de Repositorio institucional para compartir información: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39175/9243561391_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pedrozo, M. E., Ocampos, S., Galeano, R., Ojeda, A., Cabello, A., & De Assis, D. (2017). Casos de intoxicación aguda por plaguicidas en la colonia Puerto Pirapó, Itapúa, Paraguay, febrero de 2014. *Biomédica*, 158-163. doi:<http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v37i3.3264>
- Rey, J. F., Otalvaro, A. M., Chaparro, M. P., Prieto, L., & López, A. (2018). Residuos de plaguicidas organofosforados en la cadena productiva del brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) y coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) en Colombia: aproximación a un perfil de riesgo. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 156-165.
- Subdirección de Vigilancia y Control en Salud Pública INS. (13 de 08 de 2010). Protocolo de vigilancia y control de Intoxicación aguda por plaguicidas. 00, 1-46. Bogotá, Colombia.
- World Medical Association. (junio de 1964). *Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Obtenido de WMA: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>