



Universidad del
Rosario

Evaluación de la exposición a plaguicidas y efectos en la salud en población de
Montelíbano (Córdoba), Colombia, 2021.

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Sánchez Aranzazu Jesica Marcela.

Asesores

Marcela varona

Gilma Hernández

Bogotá, 2022

RESUMEN

Introducción: La exposición a plaguicidas es un tema de interés en salud pública por la gran cantidad de población expuesta y por los efectos en la salud que desencadenan. La agricultura es la actividad que más emplea este tipo de compuestos, consumiendo hasta el 85% de la producción mundial. Objetivo: determinar la exposición a plaguicidas y efectos en la salud causados en la población expuesta ocupacional y ambientalmente del municipio de Montelíbano (Córdoba) en el año 2021. Materiales y métodos: se llevó a cabo un estudio descriptivo transversal en 100 habitantes, de los cuales 50 estuvieron expuestos ambientalmente y 50 ocupacionalmente. Se realizó una encuesta con el fin de recolectar las variables sociodemográficas, laborales, manifestaciones clínicas relacionadas con la exposición a plaguicidas y se determinaron estas sustancias en muestras de sangre. Se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión y se buscaron relaciones con las variables de salud incluidas en el estudio. Resultados: De los 99 participantes del municipio Montelíbano, el 63.6% se encontraban expuestos ocupacionalmente a plaguicidas y el 36.4% su exposición era ambiental, el 57,6% trabajaba en minería y el 3% en labores agrícolas. El 33,3% de los plaguicidas empleados se clasificaron como moderadamente y muy peligrosos y respecto a los encontrados en sangre se reportaron los organoclorados los cuales están prohibidos en el país. Los síntomas que con mayor frecuencia se informaron fueron los respiratorios (82.5%) y los neurológicos (52.4%) en los participantes expuestos ocupacionalmente. Conclusión: se encuentra una exposición a mezclas de sustancias químicas ya que son trabajadores que laboran en minería, pero algunos de ellos también hacen actividades agrícolas. Es importante insistir en las conductas de autocuidado en la población, como también brindar capacitación en uso y manejo de sustancias químicas a los trabajadores con el fin de minimizar la exposición.

Palabras claves: pesticidas, salud, intoxicación, químicos.

INTRODUCCIÓN

Según la Organización mundial de la salud en el año 2016, la exposición a sustancias químicas causó más del 25% de las intoxicaciones y el 5% de los casos de enfermedades como cáncer, desórdenes neuro-psiquiátricos y enfermedades vasculares. Se estima que

las intoxicaciones agudas por sustancias químicas generan el 19% de la carga de enfermedad en la población infantil y causan 30.000 muertes en lugares de trabajo.¹

En la exposición a sustancias químicas predomina la exposición a plaguicidas lo cual genera un importante tema de salud pública por la gran cantidad de población expuesta y por los efectos en la salud que desencadenan. La Organización Mundial de la Salud, estima que cada año en el mundo se presentan unos tres millones de casos de intoxicaciones agudas con plaguicidas, de las cuales cerca de 220.000 tienen un desenlace fatal. Unos promedios de 300.000 casos anuales de intoxicación son derivados de exposición ocupacional accidental, además, las intoxicaciones autoinflingidas por ingesta de plaguicidas, ascienden a 186.000 muertes y 4.420.000 AVAD (Años de vida ajustados por discapacidad) en el año 2011.²

El 85% de plaguicidas producidos en el mundo, son utilizados por el sector agrícola. En países con estacionalidad, las intoxicaciones por plaguicidas ocurren con mayor frecuencia en primavera y verano, ya que son las épocas en que se utilizan más estos compuestos en dichas actividades.³

El Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas; define los plaguicidas como «cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos⁸. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte.⁴

Los plaguicidas pueden ser de naturaleza química y biológica. Entre los primeros existen alrededor de 1500 principios activos con los cuales se producen 60.000 formulados. Los

plaguicidas biológicos tienen 195 principios activos y con ellos se fabrican hasta 780 productos diferentes.⁴

Los plaguicidas son un riesgo potencial para la salud humana y de los animales. El desarrollo agrícola con el uso de plaguicidas y otras sustancias químicas, contaminan el agua, suelo, plantas, animales y al mismo ser humano. Colombia no es ajena a esta situación, ocupando el noveno lugar a nivel mundial en uso promedio de plaguicidas por área cultivada, con 13.17 kg/Ha.⁵

En revisiones de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), se ha demostrado que Colombia es protagonista en el incremento de la oferta mundial de alimentos, lo que plantea un posible aumento en el uso de agroquímicos en los próximos años.⁶

Durante el 2019, se presentaron 17.549 muertes atribuibles a alguno de los factores de riesgo ambiental, aproximadamente el 8% del total de las muertes de ese año. Si se redujera a mínimos teóricos la exposición a estos factores de riesgo se evitaría el 18,1% de las muertes debida a los nueve eventos en salud analizados dentro del Informe de Carga de Enfermedad Ambiental en Colombia. En el año 2019 se notificaron 22.669 casos de intoxicaciones por sustancias químicas de los cuales el 17.4% fue por plaguicidas⁷

En la semana epidemiológica 34 de 2019 se notificaron 14.178 casos de intoxicaciones por sustancias químicas, que representa una incidencia para el país de 28,2 casos por cada 100.000 habitantes, en comparación con la incidencia del año anterior 2018 (29,2 casos por cada 100000 habitantes) muestra una discreta disminución. Las incidencias más altas se presentaron para las entidades territoriales de Vichada, Quindío, Cartagena y Caldas.⁸

Este estudio se estableció el nivel de exposición a plaguicidas y los efectos en salud en población del municipio de Montelíbano. Los datos generados son importantes ya que podrán ser utilizados posteriormente en la elaboración de programas de vigilancia epidemiológica que disminuyan los efectos de la salud a causa de la exposición a estas sustancias químicas.

METODOLOGIA

Este estudio hace parte del Programa de Investigación en Salud Ambiental, liderado por la Universidad Industrial de Santander y financiando por Minciencias mediante contrato 905 de 2019.

Se realizó un estudio descriptivo transversal en el año 2021, en el que se incluyó población ambiental y ocupacionalmente expuesta. El estudio se llevó a cabo en el municipio Montelíbano del departamento de Córdoba.

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).

Dentro de los criterios de inclusión estuvieron los adultos de cualquier edad, sexo, grupo étnico y mujeres embarazadas, la población expuesta ocupacionalmente que llevaran al menos seis meses utilizando plaguicidas, la población expuesta ambientalmente a mezclas de plaguicidas que hayan vivido al menos seis meses en la zona tanto de áreas urbanas como rurales del municipio de estudio. Se excluyeron los individuos que hubieran presentado alguna enfermedad neurológica como epilepsia, Parkinson, evento cerebro vascular o trastornos mentales como esquizofrenia o alteración bipolar y los que no firmaran el consentimiento informado.

Se calculó un tamaño de muestra mínimo para estudios descriptivos transversales en el aplicativo Open Epi, utilizando los datos poblacionales ofrecidos por el DANE (2005), la cual era de 73.247 para Montelíbano (Córdoba). 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 superaron los límites permisibles, según los estudios llevado a cabo por parte del Ministerio de Salud, 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 (MinSalud, 2018). El error aceptable definido por el equipo de investigación fue del 5% con un índice de confianza del 95%.

El tamaño de muestra obtenido fue de 100 individuos en Montelíbano (Córdoba), 50% de la muestra fue de personas ocupacionalmente expuestas y 50% ambientalmente expuestas. De estas 100 personas, se les tomó muestras de sangre a 99 de ellos; 63 fueron

individuos expuestos ocupacionalmente y 36 expuestos ambientalmente, en esta área geográfica se encuentra una mayor exposición a minerales que a plaguicidas.

Con el apoyo de la Secretaría de Salud Municipal se identificaron las áreas y lugares en donde se llevó a cabo la selección de la población, a la cual se le informó del estudio realizado, explicando sus objetivos y los beneficios que representó su participación.

Dentro del estudio se tuvieron en cuenta las siguientes variables, determinándose que las variables independientes fueron: laborales (oficio actual, tiempo en el oficio, antecedente de trabajo con plaguicidas, frecuencia de uso de sustancias químicas, medidas de higiene y equipos de protección), sociodemográficas (edad, sexo, escolaridad, afiliación al SGSSS), y clínicas (signos y síntomas compatibles con exposición a plaguicidas). Las dependientes fueron los indicadores de exposición de los plaguicidas en sangre.

Se aplicó a la totalidad de los individuos seleccionados tanto expuestos ocupacionales como los ambientales una encuesta la cual fue adaptada del instrumento de evaluación en salud del Global Mercury Project (Gunson & Veiga, 2004). Antes de iniciar la fase de recolección de la información se dio una inducción al personal encargado de diligenciar la encuesta para 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 la capacitación y estandarización de 8 horas en la aplicación de las entrevistas, toma y almacenamiento de muestras biológicas 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 plaguicidas con métodos estandarizados y documentados.

Desde el sesgo de información del observado (sesgo de memoria) se establecieron como estrategias 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 y, 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 las encuestas individuales 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), carbamatos (aldicarb, propoxur y carbofuran) y organoclorados (endosulfan y otros). 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 en sangre 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.

Con respecto al análisis estadístico se recolectó la información en el programa Windows Excel (Microsoft, 2020) y se procesó con el software R 4.0.5 y R Studio 1.2.5033.

De acuerdo con los resultados aportados por el laboratorio para las concentraciones de plaguicidas en sangre y teniendo en cuenta los valores LOQ (concentraciones por debajo de límite de cuantificación), se realizaron imputaciones para estos valores, de tal manera que se generara un valor numérico para calcular los estadísticos de tendencia central y dispersión y otras medidas de resumen.

Los análisis estadísticos descriptivos e inferenciales se calcularon de manera diferencial entre los dos grupos de exposición (ocupacional vs ambiental), para esto se calcularon estadísticos de tendencia central (media, mediana), estadísticos de dispersión (desviación estándar, rango intercuartil) y estadísticos de posición (percentiles) para las variables de naturaleza cuantitativa. Así mismo, para las variables de naturaleza cualitativa se obtuvieron las distribuciones de frecuencias absolutas y porcentajes en los dos grupos de exposición. Para comparar los dos grupos según las concentraciones de plaguicidas se utilizó prueba t- Student o prueba de Mann-Whitney en la comparación de medias o medianas. Finalmente, para comprar las proporciones de personas que presentaron afectaciones a la salud por exposición a plaguicidas se utilizó la prueba Chi Cuadrado de comparación de proporciones o la prueba binomial si los valores esperados resultaran menores de 5. Para todos los análisis se estableció a priori un nivel de significación estadística igual o menor a $\alpha = 0,05$.

Teniendo en cuenta la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud esta investigación se clasifica como de riesgo mínimo y 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

De los 99 participantes del municipio Montelíbano, 63 (63.6%) se encontraban expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, mientras que el 36 (36.4%) su exposición era ambiental. Se puede evidenciar que tanto en el grupo de individuos expuestos ocupacionalmente como ambientalmente predomina el sexo masculino (95,2% y 63,9% respectivamente), y el área en el que reside la mayoría fue en la cabecera municipal (90.5% y 69.5% respectivamente).

El rango de edad en el que se encontraban los participantes expuestos de manera ocupacional iba desde 28 a 66 años con un promedio de 52 años, mientras que en los participantes expuestos de manera ambiental el rango se encontró entre 21 a 81 años con un promedio de 53 años.

El 92.1% de los encuestados que estuvieron expuestos ocupacionalmente pertenecían al régimen contributivo de Sistema General de Seguridad Social y el 66.7% de los expuestos ambientalmente. El resto de las características se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción sociodemográfica de la población expuesta a plaguicidas en Montelíbano (Córdoba), Colombia, 2021.

Variables sociodemográficas	Expuestos ocupacionalmente		Expuestos ambientalmente	
	N°	%	N°	%
<u>Sexo</u>				
Femenino	3	4.8%	13	36.1%
Masculino	60	95.2%	23	63.9%
<u>Área en la que reside</u>				
Rural	6	9.5%	11	30.6%
Cabecera municipal	57	90.5%	25	69.5%
<u>Tipo de afiliación al SGSS</u>				
No afiliado	0	0	1	2.8%
Subsidiado	5	7.9%	11	30.6%
Contributivo	58	92.1%	24	66.7%
<u>Escolaridad</u>				
Analfabeta	0	0	2	5.6%
Primaria	5	7.9%	7	19.4%
Secundaria	24	38.1%	11	30.6%

Técnico	26	41.3%	10	27.8%
Universitario	8	12.7%	6	16.7%

Los oficios a los cuales se dedicaban los habitantes estudiados fueron los siguientes: 6 eran administrativos (6.1%), 3 laboraban en la agricultura (3%), 57 en minería (57.6%), 1 en mantenimiento (1%), en oficios varios 6 (6.1%) y no realizaban ninguna labor 26 participantes (26.3 %), siendo el oficio de tipo minero el más común entre ellos.

Se encontró que de los habitantes encuestados 6 (6.1%) de ellos aceptaron que utilizaban plaguicidas en sus oficios bien sea de agricultores u oficios varios. El tiempo de exposición a plaguicidas osciló entre 36 y 540 meses. De los 6 trabajadores expuestos a plaguicidas 5 (83.3%) eran de sexo masculino, el 83.3% (5) vivían en área rural y la mayoría el 66.7% (4) estaban en el régimen de seguridad social subsidiado con un nivel de escolaridad de primaria.

Al encuestar a los 6 participantes que aceptaron utilizar plaguicidas se encontraron 7 grupos químicos utilizados por ellos, evidenciando que el Round up (N-Fosfometil glycina) fue el más utilizado por 3 de los participantes (33.3%). Respecto a la categoría toxicológica, se reportaron dos plaguicidas organofosforados clasificados como muy peligrosos para la salud humana (Chlorpyrifos y Methamidophos) (tabla 2).

Tabla 2. Plaguicidas utilizados por la población de Montelíbano (Córdoba), Colombia, 2021.

Nombre de plaguicidas	Grupo químico	Categoría toxicológica	Clasificación IARC	Participantes que usaron el plaguicida	
				N°	%
Gramafin	Biperidilo	II (moderadamente peligroso)	3*	1	11.1%
Round up	Fosfometil glycina	III (poco peligroso)	2A**	3	33.3%
Regent	Fenil pirazoles	III (poco peligroso)	3*	1	11.1%
Tordon	Fenoxicarboxílicos	III (poco peligroso)	3*	1	11.1%
Rafaga	Organofosforado (Chlorpyrifos)	Ib (muy peligroso)	--	1	11.1%

Tamaron	Organofosforado Methamidophos	Ib (muy peligroso)	--	1	11.1%
Cipermetrina	Piretroide	II (moderadame nte peligroso)	--	1	11.1%

*No clasificable como carcinogénico en humanos

**Probablemente carcinogénico para los seres humanos

En cuanto a los plaguicidas estudiados en muestras de sangre de los participantes se puede mencionar que el paratión etil, paratión metil, hexaclorobenceno, endosulfan sulfato, endosulfan beta, mostraron concentraciones levemente elevadas en los participantes expuestos ocupacionalmente con respecto a los expuestos de manera ambiental. Mientras que el aldicarb, malatión, propoxur y carbofuran, reportaron concentraciones más elevadas en los participantes expuestos ambientalmente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones de los plaguicidas entre los expuestos ocupacionalmente y ambientalmente ($p > 0.05$) (tabla 3).

Tabla 3. Niveles de plaguicidas en sangre en población expuesta ocupacional y ambientalmente de Montelíbano (Córdoba), Colombia, 2021.

Exposición (ocupacionalmente expuestos)												
	Aldicarb	Endosulfan alpha	Endosulfan betha	Endosulfan sulfato	Malathion	Hexaclorobenceno	Paraoxon etil	Paraoxon metil	Paration etil	Paration metil	Propoxur	Carbofuran
Mínimo	0,01	0,64	0,53	0,23	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Máximo	0,07	4,48	4,47	1,79	0,11	37,26	0,15	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Media	0,03	2,52	2,55	1,03	0,01	0,72	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Desviación estándar	0,02	1,18	1,21	0,50	0,01	4,72	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Exposición (ambientalmente expuestos)												

	Aldicarb	Endosulfan alpha	Endosulfan betha	Endosulfan sulfato	Malathion	Hexaclorobenceno	Paraoxon etil	Paraoxon metil	Paration etil	Paration metil	Propoxur	Carbofuran
Mínimo	0,01	0,71	0,61	0,29	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Máximo	0,07	4,44	4,47	1,74	0,50	0,25	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07
Media	0,04	2,40	2,19	1,02	0,02	0,10	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Desviación estándar	0,02	1,23	1,27	0,44	0,09	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

En cuanto a las manifestaciones clínicas reportadas por lo individuos incluidos en el estudio, en la tabla 4 se puede evidenciar que en la población expuesta ocupacionalmente se presentó la mayoría de signos y síntomas de los diferentes sistemas en comparación con la población expuesta ambientalmente. En cuanto a los síntomas renales se observó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos de exposición ($p < 0.05$).

En la población expuesta ocupacionalmente 52 individuos (82.5%) presentaron síntomas respiratorios, seguido de síntomas neurológicos en 33 individuos (52.4%) y en la población expuesta ambientalmente también se presentó con mayor frecuencia los síntomas respiratorios correspondiendo a 28 individuos (77.8%), seguido de los síntomas neurológicos en 20 de ellos (55.6%) (tabla 4).

Tabla 4. Manifestaciones clínicas presentadas en población expuesta ocupacional y ambientalmente de Montelíbano (Córdoba), Colombia, 2021.

Signos y síntomas presentados	Expuestos ocupacionalmente n=63		Expuestos ambientalmente n=36		Valor p
	N.	%	N.	%	
Síntomas respiratorios	52	82.5%	28	77.8%	0,753

Antecedentes de Asma, neumonía, presencia de tos crónica, irritación en nariz o garganta, dificultad para respirar.					
Síntomas digestivos					
Sabor metálico, salivación excesiva.	20	31.7%	10	27.8%	0,8525
Síntomas cardiovasculares					
Dolor en pecho, fatiga.	22	34.9%	16	44.4%	0,47
Síntomas renales					
Orina con sangre, orina oscura, incontinencia urinaria	32	50,80%	10	27.8%	0,043
Síntomas neurológicos					
Visión borrosa	33	52.4%	20	55.6%	0,94

Respecto a las medidas de higiene y seguridad industrial, la ropa que utilizaban los 63 encuestados expuestos de manera ocupacional, se encontró que 10 de ellos (15.8%) utilizaban ropa de uso diario en su trabajo mientras que 50 (84.1%) empleaban uniforme específico para el desarrollo de sus actividades laborales. El 77.8% (49) utilizaban guantes, mientras que el 22.2 % (14) no los empleaban.

El 30.2% (19) de los expuestos ocupacionalmente usaban tapabocas desechables mientras que 44 individuos (69.8%) no y el 68.3% (43) utilizaban monogafas.

De los 63 individuos expuestos ocupacionalmente, 26 (41.2%) toman algún alimento en su lugar de trabajo mientras que 37 de ellos (58.7%) no lo hacen.

DISCUSION

Los plaguicidas son agentes químicos ampliamente utilizados por el hombre, para el control de vectores y plagas, además tienen uso pecuario y doméstico. Uno de los problemas más importantes es la exposición ocupacional a estos compuestos, por lo que se han realizado diversos estudios para evaluar el riesgo que implican, sobre todo para los trabajadores agrícolas.

De los individuos expuestos ocupacionalmente la mayoría que corresponde al 95.2% eran hombres en edades entre los 28 a 66 años, como se evidencia también en el estudio

realizado por Díaz SM y cols⁹ donde gran parte eran hombres (63.2%) en edad productiva quienes son los que desempeñan actividades agrícolas por lo que pueden tener mayor riesgo de intoxicación.

La población objeto del estudio reportó que el 66.7% pertenece al régimen de seguridad social contributivo y que tienen un nivel de escolaridad secundaria, esto porque la mayor parte vive en el área urbana, trabajan en una empresa minera legalmente constituida con contrato laboral, lo que les permite acceder a la atención en salud y tener un mejor nivel educativo, lo cual difiere con el estudio realizado por Díaz y cols, donde la mayoría tenían un régimen subsidiado con escolaridad de primaria incompleta, esto puede deberse a que gran parte de los trabajadores laboran informalmente, por lo cual es más difícil acceder a una atención en salud.⁹ Estos resultados también son similares a los encontrados en el estudio realizado en Venezuela en el año 2017 donde hubo predominio de trabajadores con estudios de primaria incompleta, mostrando que los agricultores en su mayoría son personas con un nivel educativo básico.¹⁰

Entre los plaguicidas que los encuestados refirieron utilizar se encuentran dos organofosforados clasificados como altamente peligrosos que pueden desencadenar tanto efectos agudos como crónicos, también informaron emplear plaguicidas como el metamidofos el cual fue eliminado de su uso en algunos países de Europa debido a su toxicidad, en el estudio de López y cols, realizado en Cuba, también se encontraron compuestos utilizados hace muchos años, como el metamidofos y el acefato que fueron eliminados en otros países, y que aún se siguen usando en Cuba¹¹. En el estudio realizado en México por Bernardino y cols se observó el uso de varios ingredientes activos (IA) que han sido prohibidos, restringidos o eliminados en Estados Unidos, entre los cuales destacan metamidofos y paraquat¹². En México se realizó un estudio para evaluar los plaguicidas presentes en alimentos donde se detectaron plaguicidas prohibidos (metamidofos, monocrotofos, triazofos y clorpirifos) que superaron las dosis de referencia establecidas¹³. En nuestro estudio se encontraron el metamidofos y Chlorpyrifos los cual están categorizados como muy peligrosos.

En el estudio realizado por López y cols sobre el uso de plaguicidas en cultivos de arroz en Natagaima- Tolima encontró el uso de carbofurán, un carbamato clasificado por la OMS en el grupo 1b (muy peligroso), el cual debido a su alta toxicidad ha sido restringido en E.E.U.U y la Unión Europea y en nuestro estudio fue hallado en concentraciones mínimas en sangre, lo que indica que se está empleando.

En la determinación de plaguicidas en sangre se encontraron niveles de varios pertenecientes al grupo de organoclorados como el Endosulfan, Aldicarb y Hexaclorobenceno cuyo uso está prohibido en el país, ya que por sus características fisicoquímicas como son la alta persistencia en matrices ambientales y la biomagnificación, se consideran grandes contaminantes ambientales. Además, generan efectos a largo plazo, específicamente neurotóxicos en población humanas. El estudio realizado en México en el año 2016 muestra que, de los siete plaguicidas más usados por los productores de la región estudiada, seis están incluidos en la lista de PAP, lo que es grave debido a la elevada toxicidad de estos plaguicidas, siendo el endosulfan el producto más usado por los agricultores de la región.¹⁴

En el artículo realizado en México por Ascencio A. sobre los efectos ocasionados por plaguicidas en trabajadores agrícolas¹⁵, se obtuvo como resultado que el 82.5% de los trabajadores agrícolas mezcló dos o más plaguicidas, en el presente estudio también se corroboró el uso de 7 grupos químicos de plaguicidas. En los estudios realizados en el año 2017 por Matheus y cols¹⁰ y en 2018 por Ferre y cols¹⁶ se encontró que los agricultores manifestaron usar mezclas de diferentes productos, donde los más utilizados fueron organofosforados, carbamatos y piretroides.

Los síntomas más comunes reportados en la población expuesta ocupacionalmente fueron los respiratorios (82.5%) seguido de síntomas neurológicos (52.4%), los cuales se pueden relacionar con la exposición a los grupos de plaguicidas organofosforados y organoclorados hallados en sangre, en el estudio de López y cols en primer lugar reportaron los efectos neurológicos¹⁷. En un estudio realizado en cultivadores de papa en el año 2020 se evidenció que la mayoría (64.5%) de los agricultores presentaron síntomas respiratorios tras exposición a plaguicidas.¹⁸

En este estudio se pudo evidenciar que la mayoría de los trabajadores refirieron utilizar equipos de protección personal proporcionados por la empresa en la cual laboran, lo que les permite minimizar la exposición a sustancias químicas, esto difiere en el estudio realizado por Barranza y cols donde los agricultores tienen conocimientos del riesgo de los plaguicidas, pero tienen un gran desconocimiento de las medidas específicas para prevenir exposiciones ocupacionales.¹⁹

Vale la pena acotar que aunque los trabajadores encuestados refirieron utilizar equipos de protección personal, estos refieren el uso de equipos que no son los adecuados para el

manejo de los agroquímicos lo que hace pensar que la mayoría de ellos no cuenta con capacitación para ejecutar actividades asociadas al manejo de los mismos, ya que son trabajadores de empresas del área de minería pero que también actúan como agricultores arrendatarios de las tierras que cultivan, por lo que es poco frecuente que reciban educación en el uso de plaguicidas además, no se encuentran vinculados a los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.²⁰

Gran parte de los trabajadores incluidos en el estudio reportaron trabajar en actividades mineras y algunos se desempeñan en el área agrícola, el municipio de Montelíbano (Córdoba) donde fue realizado este estudio, se caracteriza por cultivar maíz, yuca y ñame entre otros, como también por la explotación de ferroníquel, lo cual hace que la población este expuesta a mezcla de sustancias químicas. El estudio aporta conocimiento sobre la situación actual respecto a la exposición a mezclas de contaminantes químicos, con potenciales efectos sobre la salud humana y sobre los componentes del ecosistema.

CONCLUSIONES

- El 63.6% de los participantes del municipio Montelíbano se encontraban expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, mientras que el 36.4% su exposición era ambiental.
- Los participantes se encontraban expuestos de manera ocupacional y ambiental a mezclas de sustancias químicas como metales y plaguicidas.
- Se encontró la utilización de mezclas de grupos químicos de plaguicidas.
- De los participantes que aceptaron utilizar plaguicidas se encontraron 7 grupos químicos utilizados por ellos, evidenciando que el Round up N-(Fosfonometil glycina) fue el más utilizado siendo este de categoría toxicológica poco peligroso para la salud humana, pero clasificado por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) en el grupo 2A: probablemente carcinogénico para los seres humanos.
- Los síntomas respiratorios y los neurológicos fueron los más prevalentes que se evidenciaron en los participantes.
- En los síntomas renales se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre los expuestos ocupacionalmente y los ambientalmente expuestos.
- La mayoría de los encuestados refirieron utilizar elementos de protección personal durante su jornada laboral porque laboran en empresas mineras legalmente

constituidas, mientras que los que trabajan en agricultura, no emplean los elementos de protección adecuados para la manipulación de los agroquímicos.

RECOMENDACIONES

- Se debe capacitar a los agricultores en el uso y manejo de los plaguicidas, explicando los efectos que se pueden generar sobre la salud.
- Es importante insistir en las conductas adecuadas de higiene y uso de elementos de protección personal como ropa de trabajo, guantes y respiradores adecuados para la manipulación de estas sustancias, ya que son acciones que pueden minimizar la exposición y por lo tanto las intoxicaciones tanto agudas como crónicas por plaguicidas.
- Se requieren la inserción de los trabajadores al sistema de riesgos laborales y seguridad social y se recomienda una protección y vigilancia efectiva frente a la exposición a mezclas de sustancias químicas.
- Se sugiere incluir en un programa de vigilancia epidemiológica a todos los trabajadores expuestos quienes manipulen plaguicidas, por medio de valoraciones médicas y monitoreos biológicos.

BIBLIOGRAFIA

1 Instituto Nacional de Salud. Sistema de Vigilancia en Salud Pública - Sivigila; (2020). Reporte de Intoxicaciones por plaguicidas, Dirección de Vigilancia y Análisis de Riesgo en Salud Pública. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/PRO%20Intoxicaciones.pdf>.

2 Cárdenas O, Silva E, Ortiz J. Uso de inhibidores de acetilcolinesterasa en once instituciones de salud, Colombia, 2002-2005. *Biomédica*. 2010; 30(1): 95-106. Disponible en <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.V30i1.157>.

3 Guzmán-Plazola, Paulina, Guevara-Gutiérrez, Rubén Darío, Olguín-López, José Luis, & Mancilla-Villa, Oscar Raúl. (2016). Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y

uso de agroquímicos. *Idesia* (Arica), 34(3), 69-80. Disponible en : <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016000300009> .

4 Organización Mundial de la Salud, (2002). División Salud y Ambiente. Plaguicidas y salud en las Américas. Washington: OMS/OPS.

5 Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). FAOSTAT_Pesticides. Retrieved June 4, 2019, from 2016 , disponible en : <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EP/visualize>.

6 Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). Pesticides - Use per area of cropland (kg/ha) Disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EP/visualize>

7 Instituto Nacional de Salud. Sistema de Vigilancia en Salud Pública (2017). Informe Carga de Enfermedad Ambiental en Colombia
Disponible en: <https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/Informe-Carga-de-Enfermedad-Ambiental-en-Colombia.aspx>.

8 Instituto Nacional de Salud. Sistema de Vigilancia en Salud Pública - Sivigila; (2019). Comportamiento de la Vigilancia de Intoxicaciones por Sustancias Químicas, Colombia, Semana Epidemiológica 34 de 2019 Disponible en <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/boletinepidemiologico/2019%20Bolet%C3%adn%20epidemiol%C3%b3gico%20semana%2034.pdf>

9 Díaz SM, Sánchez F, Varona M, Eljach V, Muñoz N. Niveles de colinesterasa en cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, Totoró, Cauca. *Rev Univ Ind Santander Salud*. 2017; 49(1): 85-92. DOI: <http://dx.doi.org/10.18273/revsal.v49n1-2017008>.

10 Matheus, Tibisay, & Barrios, Emilia, & Aular, Yalitzza, & Hung, Mai-Lyng, & Bolaños, Alba, & Fernández, Yolima (2017). Actividad de butirilcolinesterasa y micronúcleos en trabajadores agrícolas expuestos a mezclas de plaguicidas. *Salud de los Trabajadores*, 25(1),23-36 [fecha de Consulta 5 de Abril de 2022]. ISSN: 1315-0138. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=375853771003>

11 López-Dávila, Edelbis, Ramos Torres, Liliana, Houbraken, Michael, Du Laing, Gijs, Romero Romero, Osvaldo, & Spanoghe, Pieter. (2020). Conocimiento y uso práctico de

plaguicidas en Cuba. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 51-70. Epub December 30, 2019. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1282

12 Bernardino-Hernández, Héctor Ulises, Mariaca-Méndez, Ramón, Nazar-Beutelspacher, Austreberta, Álvarez-Solís, José David, Torres-Dosal, Arturo, & Herrera-Portugal, Crispín. (2019). Conocimientos, conductas y síntomas de intoxicación aguda por plaguicidas entre productores de tres sistemas de producción agrícolas en los altos de Chiapas, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(1), 7-23. Epub 21 de agosto de 2020. <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.01.01>

13 Díaz-Vallejo, J., Barraza-Villarreal, A., Yañez-Estrada, L., & Hernández-Cadena, L. (2021). Plaguicidas en alimentos: riesgo a la salud y marco regulatorio en Veracruz, México. *Salud Pública De México*, 63(4), 486-497. <https://doi.org/10.21149/12297>

14 Vargas-González, Gabriela, Alvarez-Reyna, Vicente de Paul, Guigón-López, César, Cano-Ríos, Pedro, Jiménez-Díaz, Florencio, Vásquez-Arroyo, Jesús, & García-Carrillo, Mario. (2016). Patrón de uso de plaguicidas de alto riesgo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(9), 367-378. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000300367&lng=es&tlng=es.

15 Ascencio, & Aguilar-Madrid, Guadalupe, & Paz-Román, María del Pilar, & Maruris-Reducindo, Mireya, & Juárez-Pérez, Cuauhtémoc Arturo (2008). Síntomas ocasionados por plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 46(2), 145-152. ISSN: 0443-5117. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457745520006>

16 Ferré, Daniela M., Quero, Martín, Hynes, Valentina, Saldeña, Eliana, Lentini, Valeria, Tornello, Marcelo, Carracedo, Rocío, & Gorla, Nora B. (2018). Ensayo de micronúcleos de citoma bucal en trabajadores de fincas frutícolas que han aplicado plaguicidas alrededor de quince años. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(1), 23-33. <https://doi.org/10.20937/rica.2018.34.01.02>

17 López K, Pinedo C and Zambrano M. (2015) Prácticas de Salud Ocupacional y niveles de biomarcadores séricos en aplicadores de plaguicidas de cultivos de arroz en Natagaima-To lima, Colombia Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/919/91942717005.pdf>.

18 Rozo Y, (2020) Síntomas respiratorios por uso de plaguicidas y factores asociados en cultivadores de papa ventaquemada, Boyacá, Disponible en: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/25255/Tesis%20Sintomas%20Respiratorios%20por%20uso%20de%20Plaguicidas%20Final%20con%20Anexos.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

19 Barraza D, Jansen K, van wendel de Joode B y Wesseling C (2011) Pesticide use in banana and plantain production and risk perception among local actors in Talamanca, Costa Rica. *Environmental Research* 111:708-717

20 López K, Villamil D, Zambrano M. Diagnóstico ocupacional de las condiciones de trabajo en unas poblaciones agrícolas expuestas a plaguicidas organofosforados. *Rev CES Salud Pública*. 2016; 7(1): 17-24.