



Universidad del
Rosario

**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A MEZCLAS DE PLAGUICIDAS EN
POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE MONTELÍBANO (CÓRDOBA) EN COLOMBIA,
2021**

**Investigador principal:
ÁLVARO RAÚL JOSÉ SUÁREZ QUIÑONES**

Coinvestigador(es)
Marcela Eugenia Varona Uribe
Gilma Hernández Herrera

**Trabajo presentado como requisito para optar por el
título de MAESTRIA EN SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTAL (MAESTRÍA EN
SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO)
Universidad del Rosario**

Bogotá, 2021

**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A MEZCLAS DE PLAGUICIDAS EN
POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE MONTELÍBANO (CÓRDOBA) EN COLOMBIA,
2021.**

Estudiante(s):
ÁLVARO RAÚL JOSÉ SUÁREZ QUIÑONES

Asesores:
Marcela Eugenia Varona Uribe
Gilma Hernández Herrera

**MAESTRIA EN SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTAL (MAESTRÍA EN
SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO)
Universidad del Rosario**

Bogotá D.C., 2021

1. **Título:** Evaluación de la exposición a mezclas de plaguicidas en población del municipio de Montelíbano (Córdoba).

2. **Nombre del investigador:** Álvaro Raúl José Suárez Quiñones.

3. **Resumen estructurado del proyecto:**

Introducción: En Colombia las actividades agrícolas generan contaminación con plaguicidas en las diferentes matrices ambientales, con potenciales efectos sobre la salud humana y sobre los componentes del ecosistema, constituyendo además un factor de riesgo en la seguridad alimentaria. Aunque los organismos vivos están expuestos a mezclas de contaminantes de manera simultánea, no se conoce con certeza el efecto tóxico de las interacciones entre estas sustancias ni sobre los efectos crónicos sobre la salud, ya que la mayoría de estudios de mezclas han sido realizados en diferentes modelos animales con estudios *in vivo* e *in vitro*.

Objetivo: Determinar la exposición a mezclas de plaguicidas organoclorados, organofosforados y carbamatos en población del municipio de Montelíbano (Córdoba) en Colombia.

Materiales y métodos: se condujo un estudio de tipo descriptivo transversal, se realizó un muestreo no probabilístico, en 99 personas en Montelíbano (Córdoba) el 63,6% de la muestra fue de personas ocupacionalmente expuestas y 36,4% ambientalmente expuestas. Se realizaron mediciones de plaguicidas organoclorados, organofosforados y carbamatos en muestras biológicas (sangre) y encuestas que incluyeron datos socio-demográficos, así como antecedentes laborales, de exposición ambiental y hábitos en la población estudio. Para el análisis de los datos se calcularon medidas de tendencia central y dispersión y se compararon las concentraciones de plaguicidas entre los grupos con exposición ocupacional y ambiental. Se utilizó la prueba de asociación Chi cuadrado para identificar posibles factores asociados con la exposición.

Resultados: Los participantes de este estudio fueron 99 personas del municipio de Montelíbano (Córdoba) en Colombia, 63 (63,6%) con exposición ocupacional y 36 (36,4%) con exposición ambiental. La edad media fue 52,8 años (D.S 11,2 años), 83,8% eran hombres), 67,7% mestizos y 20,2% afrodescendientes. Según exposición, se encontraron diferencias estadísticamente significantes por género ($p = 0,000$), área ($p = 0,012$) y tipo de seguridad social ($p = 0,005$). De 63 personas expuestas ocupacionalmente, el 90,5% trabajan en actividades de minería. El metal de mayor uso es níquel (98,2%). En el grupo de exposición ambiental ninguno reportó trabajar en actividad minera, solo en oficios varios y en agricultura. Dentro de los plaguicidas que reportaron usar están los grupos químicos de Carbamatos, Organoclorados y Organofosforados; no se observaron diferencias estadísticamente significantes según exposición.

Conclusiones: Se encontró un 41,7% de uso de organofosforados, 33,3% de organoclorados y un 25% de carbamatos. Este estudio detectó el uso de Endosulfan el cual está prohibido en nuestro país. Los plaguicidas de los cuales se encontraron niveles en sangre fueron: Aldicarb, Propoxur y Carbofuran (carbamatos); Malation, Paraoxon metil y etil y Paration metil y etil (organofosforados) y Endosulfan alpha, Endosulfan beta; Endosulfan sulfato y Hexaclorobenceno (organoclorados), siendo el Endosulfan sulfato el de mayor porcentaje hallado en sangre.

4. Introducción:

De acuerdo con el *Código Internacional de Conducta* para la distribución y utilización de plaguicidas (FAO, 1997), estas sustancias se definen como mezclas cuya funcionalidad central es la de prevenir o destruir las plagas que causan interferencias en el desarrollo de los procesos de producción, elaboración, almacenamiento y transporte de los productos agrícolas, alimentos para animales o madera.

Es importante destacar, que los plaguicidas ayudan a controlar vectores de enfermedades epidémicas que pueda generar graves efectos sobre la salud. Siguiendo esta definición planteada por la FAO (1997), se puede evidenciar que el uso de los plaguicidas tiene un enfoque eminentemente preventivo, que debe tener como objetivo central evitar cualquier afectación en los productos para que puedan ser producidos de una forma adecuada, y además no generen ningún tipo de riesgo en la salud de las personas.

Sin embargo, debido a las propiedades físicas y químicas de los plaguicidas, su uso abusivo e indiscriminado en los entornos productivos puede generar como resultado graves consecuencias ambientales que afectan la preservación de los ecosistemas (Machado et al., 2017); que generan importantes afectaciones en la calidad de los recursos naturales, como el agua, el suelo y el aire (Londoño et al., 2016), los cuales pueden causar graves efectos para las comunidades rurales y los consumidores urbanos.

En particular, como lo señalan Kumarathasan et al., (2018), estas problemáticas asociadas al uso indiscriminado de los plaguicidas se asocian con el desarrollo de un enfoque economicista centrado en la productividad del campo, que valora la rentabilidad por encima de la sustentabilidad ecológica, dejando como resultado un saldo negativo asociado a la contaminación, la enfermedad y las intoxicaciones.

Así mismo, Del Puerto et al., (2014) exponen que los plaguicidas son compuestos con una elevada cantidad de principios activos, que generan como resultado mezclas fabricadas con ingredientes inertes con efectos nocivos que superan en cantidad e intensidad a los componentes del ingrediente activo, por ello algunos de estos productos se han considerado como peligros a largo plazo a nivel ambiental, razón por la varios de ellos se encuentran prohibidos a través de convenios internacionales, como es el caso del *Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)*, el cual se encargó de regular 12 productos, compuestos por ocho plaguicidas y algunas dioxinas.

Los COP se definen como contaminantes que no se disipan fácilmente y que tienen largos periodos de permanencia en los recursos naturales. Se destacan, por ejemplo, el *Aldrin*, *Clordano*, *DDT*, *Dieldrin*, *Endrín*, *Heptacloro*, *Hexaclorobenceno*, *Mirex* y *Toxafeno*. Para evaluar la toxicidad de los plaguicidas, se desarrollan estudios en animales de laboratorio, suministrando por vía oral en ratas y ratones estas sustancias químicas (Kannan et al., 2001). A partir de estos estudios se evalúan las propiedades del plaguicida y sus efectos tóxicos además de factores que pueden incidir en el desarrollo de una enfermedad, como la temperatura, la edad del animal o el sexo. Sin embargo, estos estudios son limitados porque se basan en la experimentación con especies animales, razón por la que no proporcionan suficiente información sobre la toxicidad en seres humanos.

Por tanto, aunque los organismos vivos frecuentemente están expuestos a mezclas de contaminantes, es complejo comprender directamente el efecto tóxico ocasionado por

los plaguicidas, así como sus efectos de dosis crónicas dilatadas en la salud de los seres vivos. (Del Puerto et al., 2014).

Los estudios que evalúan el impacto de factores ambientales sobre la salud pública se denominan estudios de carga ambiental de la enfermedad, el cual reporta, a nivel mundial, que los factores de riesgo ambiental y ocupacional son agentes causales del 12.3% de los años de vida ajustados por discapacidad (Stanaway et al., 2018). En Colombia, según el *Instituto Nacional de Salud* (INS), durante el año 2016, se produjeron 17.549 muertes asociadas al impacto ambiental sobre la salud de la población, lo que equivale a aproximadamente el 8% del total de las muertes ocurridas ese año; de igual modo, el estudio destacó que si fuera posible reducir a mínimos teóricos la exposición a los factores ambientales que generaron tales muertes, sería posible evitar el 18,1% de ellas. (INS, 2018)

Por otro lado, con respecto al impacto que representan los plaguicidas en la salud humana, a nivel mundial se estima que 25 millones de trabajadores agrícolas en el mundo han sufrido intoxicación por plaguicidas cada año (Dunía y Heredia, 2017). En Colombia, se ha detectado que la contaminación por plaguicidas es uno de los principales factores de riesgo ambiental (INS, 2018). De igual modo, se resalta que, en el país, durante la década del 70, se intensificó el uso de plaguicidas en cultivos como algodón, maíz, arroz y papa, en donde se utilizó el 90% del total de los plaguicidas producidos. La actualización periódica del inventario de plaguicidas sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en almacenamientos, enterramientos y sitios contaminados, ha permitido dimensionar la problemática en el país, consolidándose como la base para el establecimiento de acciones para la protección el medio ambiente y de la salud humana (Minambiente, 2007).

Por otro lado, las actividades agrícolas y mineras generan contaminación con metales y plaguicidas, con potenciales efectos sobre la salud humana y sobre los componentes del ecosistema. Como se sabe, la buena calidad del suelo y del agua es un factor importante en la seguridad alimentaria, y su detrimento se constituye en una amenaza para la salud humana (Lu et al., 2015).

Así mismo, Jan et al., (2015) describen que los plaguicidas puedan entrar en contacto con el cuerpo humano a través de las vías respiratorias, digestivas y dérmicas. Esto se debe a que los plaguicidas pueden permanecer en el aire y ser inhalados, o pueden también estar presente en el agua destinada para el consumo, en alimentos y en diversas matrices ambientales. En cuanto a los efectos de los plaguicidas, los estudios se han limitado a describir efectos agudos (intoxicaciones que se generan por una exposición de corto tiempo a los plaguicidas) y algunos efectos crónicos, los cuales se presentan generalmente cuando hay una exposición prolongada a bajas dosis de plaguicidas, pero no a estudiar las mezclas complejas de estas sustancias químicas.

En cuanto a los diferentes niveles de toxicidad que se pueden generar, es importante considerar los planteamientos de Gussow (2019), quien establece una clasificación, en la cual se perciben cuatro niveles de toxicidad plaguicida. El primero corresponde a la toxicidad oral aguda, que ocurre debido a la ingestión y cuyos efectos pueden ser mortales. El segundo se relaciona a la toxicidad dérmica, que ocurre debido a la absorción del plaguicida a través la piel, y cuyos efectos adversos pueden ser muy diversos. El tercero, referente a la toxicidad por inhalación, por la exposición a aire contaminado, y sus efectos dependen de la exposición prolongada al ambiente, El cuarto, y último, se asocia con la toxicidad crónica, y se produce a través del ingreso por cualquier vía por periodos prolongados y sus efectos pueden revestir condiciones de gravedad como problemas en el sistema endocrino, reproductor, inmunológico, neurológico y efectos carcinogénicos, entre otros.

La exposición a los plaguicidas puede ser directa o indirecta. Es directa cuando se genera una manipulación de estas sustancias, por ejemplo, entre las personas que los fabrican y los que la usan en los cultivos; por otro lado, se considera indirecta al generarse un contacto con los plaguicidas a través de matrices ambientales como aire, agua, suelo y alimentos.

En Colombia, la información sobre los efectos de los plaguicidas ha sido revisada para casos concretos (Minambiente, 2007). Recientemente se realizó un estudio sobre los efectos de plaguicidas en los cultivadores de papa en el Cauca (Díaz et al., 2017). En este caso, se observa que los plaguicidas generan importantes efectos para la salud de las comunidades campesinas, debido principalmente a la ausencia de equipos y medidas de protección adecuada. Por otro lado, Jiménez et al., (2017) identificaron los principales riesgos a los cuales están expuestos los campesinos agricultores de la microcuenca *La Pila*, municipio de Pasto, por el uso de plaguicidas. Los hallazgos muestran que los agricultores han presentado en el último año náuseas, mareos y dolor de cabeza, seguidos por las afecciones respiratorias y la diarrea, identificándose que el único riesgo a la salud de la población se genera por el uso inadecuado de plaguicidas químicos en los cultivos de papa y cebolla, como el *Furadán*, *Lorsban* y *Cymoceb*, destacándose que los dos últimos se estiman en una categoría toxicológica moderadamente peligrosa.

También se destacan los aportes de Tabares et al., (2001), quienes analizaron los factores de riesgo asociados al uso de plaguicidas en las cuencas que alimentan a los sistemas de acueducto del departamento de Antioquia. Los resultados demuestran que el 53,9% de los municipios en esta zona tenían altos factores de riesgo, debido al uso de una combinación de 53 plaguicidas. En particular, factores como el uso indiscriminado de los plaguicidas y la falta de medidas efectivas de protección son los que generan el riesgo de enfermedad.

Tabares y López (2011) desarrollaron un estudio similar en Marinilla (Antioquia), se observó que el 80% de la población campesina encuestada no usaba equipos de protección adecuados. Además, se reportó que en un 78% de los campesinos tenían infección respiratoria aguda (78%). En este sentido, los antecedentes demuestran la importancia de establecer mejores orientaciones por parte de las autoridades sanitarias y ambientales en Colombia para moderar el uso de los plaguicidas en los cultivos. Se establece también la importancia de mejorar las prácticas de salud ocupacional, principalmente en lo que se refiere al uso de los equipos de protección.

También se puede observar que los principales afectados por los plaguicidas son las poblaciones campesinas, considerados como un grupo vulnerable que utilizan mezclas de estas sustancias, los cuales pueden ingresar al organismo y ocasionar efectos a largo plazo (Jiménez et al., 2017, p. 33).

Sin embargo, en cada contexto existen factores concretos del medio ambiente, de la geografía y de las costumbres sociales que pueden generar como resultado que los efectos de los plaguicidas se extiendan hacia otros sectores de la población. Por ejemplo, Jiménez et al., (2017) encuentran que la dispersión en el aire de los plaguicidas depende de factores como la dirección y la velocidad del viento. En conjunto, todos estos elementos es preciso considerarlos al desarrollar estudios sobre los efectos de los plaguicidas en la salud humana.

Por estas razones, resulta clave profundizar en investigaciones sobre mezclas complejas de plaguicidas y sus efectos en la salud humana. Para la presente investigación, se toma en consideración el municipio de Montelíbano (Córdoba), en

donde no se han llevado a cabo estudios que analicen el efecto de las mezclas de los plaguicidas en la comunidad. En este municipio se destaca la siembra y producción del arroz, el cual oscila temperaturas entre los 35 a 39 grados, además de una pluviosidad bastante alta y suelos aluviales fértiles. Los procesos de siembra y cultivo representan uno de los principales motores económicos de la región, razón por la cual es clave diseñar estudios que permitan analizar con detalle los efectos negativos que se pueden estar generando entre la población debido al uso de los plaguicidas.

Con base a lo anterior, en este estudio se pretendió responder a la pregunta: ¿Cuál es el nivel de exposición a plaguicidas organoclorados, organofosforados y carbamatos en población del municipio de Montelíbano (Córdoba) en Colombia? Para esto se realizaron mediciones de plaguicidas en sangre en mencionado municipio con lo cual se busca dar un aporte al conocimiento de los posibles efectos sinérgicos de este tipo de mezclas sobre la salud; de igual modo, se quiere generar información que pueda incidir posteriormente en la elaboración de programas de vigilancia epidemiológica que aborden esta problemática a nivel nacional.

5. Materiales y métodos:

Este estudio hizo parte del proyecto de investigación denominado “Evaluación de la exposición a mezclas de contaminantes ambientales y efectos en salud en población rural de tres departamentos de Colombia, 2020”, llevado a cabo por la Universidad del Rosario, la Universidad del Sinú y el Instituto Nacional de Salud, el cual a su vez está incluido en el 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, el cual incluyó población ambiental y ocupacionalmente expuesta a quienes se les determinó los niveles de plaguicidas en muestras biológicas.

La población objeto de estudio está expuesta a plaguicidas por las actividades agrícolas de la zona; por ello, se tuvieron dos grupos de estudio que fueron seleccionados mediante un muestreo por conveniencia. Un grupo ocupacionalmente expuesto a plaguicidas organofosforados, carbamatos y organoclorados 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). El estudio se llevó a cabo en un municipio Montelíbano del departamento de Córdoba. Los acercamientos con esta población se realizaron mediante la Secretaría de Salud Municipal, la cual se encargó de la consecución de la población.

Los criterios de inclusión fueron adultos de cualquier edad, sexo, grupo étnico y mujeres embarazadas, la población expuesta ocupacionalmente que llevarán 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 la población de Montelíbano, Córdoba, según los datos poblacionales ofrecidos por el DANE (2005), la cual era de 73.247 habitantes

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 de MinSalud, 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), teniendo en cuenta que el estudio macro dentro del cual está incluido este proyecto de investigación, evaluó diversos contaminantes ambientales como metales y plaguicidas. 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 81 personas más 20% de pérdidas eran 97 individuos por lo que se decidió incluir 100 personas en total

Se realizó un muestreo no probabilístico en 100 personas en Montelíbano (Córdoba), el 50% de la muestra fueron personas ocupacionalmente expuestas y 50% ambientalmente expuestas.

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 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), ambientales (residencia en área de influencia agrícola, hábitos alimenticios (consumo de agua y consumo de pescado), y toxicológicas (condición de fumador y consumo de alcohol). 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 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 plaguicidas 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 participante se le generó una previa explicación de los procedimientos y solo se procedió con su intervención si estaba presente su firma en el consentimiento informado. De igual modo, se le tomó una muestra de sangre venosa. 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. A cada individuo se le recolectó una muestra de 10 ml de sangre por venopunción en tubos que contuvieron como anticoagulante heparina y/o EDTA, para determinación de los plaguicidas de interés. Esta muestra debió ser refrigerada hasta su análisis, determinándose los plaguicidas organofosforados (paration, metilparation, malatión), carbamatos (aldicarb, propoxur y carbofuran) y organoclorados (endosulfan y otros). 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 reporten los valores límites permisibles en las bases citadas, todos los valores que se encontrarán en las muestras biológicas 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. Esta investigación previa se desarrolló aplicando 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 SPSS versión 25.0 (IBM-SPSS Inc., Chicago, IL). 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). También para determinar cuáles registros cumplían con las definiciones operacionales previamente establecidas. Se utilizó la información de tres variables, edad, sexo y exposición para imputar los valores de un registro sobre las mediciones de los valores de plaguicidas en muestras de sangre.

En el análisis estadístico descriptivo se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión para aquellas variables de naturaleza numérica. Las variables medidas en escala nominal se describieron con base en prevalencias con sus intervalos de

confianza al 95% y distribuciones porcentuales. Para analizar la asociación estadística entre variables categóricas dicotómicas se utilizaron las pruebas de significación estadística paramétricas y no paramétricas de acuerdo al cumplimiento o no de los supuestos estadísticos para su aplicación: Chi-cuadrado y prueba exacta de Fisher. El análisis estadístico bivariado para la variable desenlace versus las categóricas se hizo con base en el análisis de varianza de una vía o en su defecto con la prueba U de Mann-Whitney. 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 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)

A cada individuo se le proporcionó una hoja de consentimiento, la cual tuvieron que firmar 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.

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.

6. Resultados:

Características sociodemográficas y ocupacionales de la población de estudio

Las personas que participaron del municipio de Montelíbano (Córdoba) fueron 99 distribuidas según la exposición de la siguiente manera: 63,6% (63) con exposición ocupacional y 36,4% (36) con exposición ambiental. Tenían edades entre 21 y 81 años, con una edad promedio de 52,8 años (D.E 11,2 años), en su mayoría hombres (83,8%), 67,7% mestizos y 20,2% afrodescendientes, 83,8% residentes en la cabecera municipal con tiempo medio de 459,4 meses (D.E 180,2 meses) y número promedio de personas en el hogar de 4,2 personas (D.E 1,5 personas) El 82,8% pertenecían al régimen de seguridad social contributivo.

Al comparar los grupos por exposición en sus características sociodemográficas, se encontraron diferencias estadísticamente significantes por género ($p = 0,000$), área ($p = 0,012$) y tipo de seguridad social ($p = 0,005$).

Tabla 1.- Características sociodemográficas y ocupacionales de la población expuesta a mezclas de plaguicidas del municipio de Montelíbano (Córdoba) en Colombia, 2021

Características	Exposición		Valor p	Total (n= 99)
	Ocupacional (n = 63)	Ambiental (n = 36)		
Edad (años) Rango Media ± D. Estándar	28 - 66 52,3 ± 8,6	21 - 81 53,6 ± 14,9	0,580	21 - 81 52,8 ± 11,2
Sexo (%) Mujer Hombre	100,0 4,8 95,2	100,0 36,1 63,90	0,000 (*)	100,0 16,2 83,8
Escolaridad (%) Analfabeto Primaria Secundaria Técnico Universitaria	100,0 0,0 7,9 38,1 41,3 12,7	100,0 5,6 19,4 30,6 27,8 16,7	0,083	100,0 2,0 12,1 35,4 36,4 14,1
Estado civil (%) Casado/a Unión/a Separado, soltero	100,0 54,5 34,5 10,9	100,0 38,9 44,4 16,7	0,330	100,0 48,4 38,5 13,1
Raza (%) Indígena Negro, mulato, Afroc Mestizo	100,00 9,5 25,4 65,1	100,00 16,7 11,1 72,2	0,162	100,0 12,1 20,2 67,7
Área (%) Cabecera municipal Rural	100,0 90,5 9,5	100,0 69,4 30,6	0,012(*)	100,0 82,8 17,2
Tiempo de residencia Rango Media ± D. Estándar	12 – 92 453,2 ± 163,6	18 – 975 470,1 ± 208,1	0,656	12 - 975 459,4 ± 180,2
Personas en el hogar Rango Media ± D. Estándar	1 – 10 4,1 ± 1,4	1 – 8 4,4 ± 1,5	0,249	1 - 10 4,2 ± 1,5
Tipo de SGSST Contributivo Subsidiado (Sisben) No Afiliado	100,0 92,1 7,9 0,0	100,0 66,7 30,6 2,8	0,005(*)	100,0 82,8 16,2 1,0

Antecedentes de exposición laboral

En relación con la exposición a plaguicidas, de las 63 personas expuestas ocupacionalmente, se encontró que el 90,5% (57) trabajan en actividades de minería. Los metales que refirieron usar fueron: níquel (98,2%) y ocasionalmente oro, mercurio, hierro, aluminio, ferro silicio. El 73,7% lo hacen diariamente, 19,3% semanal y 7% mensual. Las horas reportadas de trabajo al día fluctuaron entre 3 – 12 con media 9,6 horas (D.E 2,5 horas). El tiempo que refirieron llevar en el oficio estuvo entre 40 – 540

meses, con un promedio de 273,5 (D.E 131,8 meses). El 92,1% mencionaron tener su residencia en zona urbana y el 5,3% en zona minera.

De 36 personas expuestas ambientalmente, 94,4% mencionaron tener su residencia en zona urbana, ninguna reportó trabajar en minería.

Tabla 2.- Antecedentes de exposición laboral de la población expuesta a mezclas de plaguicidas del municipio de Montelíbano (Córdoba) en Colombia, 2021

Características	Exposición		Valor_p	Total (n= 99)
	Ocupacional (n = 63)	Ambiental (n = 36)		
Trabajo minería				
Si	90,5%	0,0%	0,000 (*)	57,6%
No	9,5%	100,0		42,4%
Tiempo oficio (meses)	273,5 ± 131,8	206,4 ± 172,2	0,142	263,4 ± 139,3
Horas de trabajo día	9,6 ± 2,5	5,2 ± 3,2	0,017 (*)	9,2 ± 2,91
Residen zona urbana	92,1%	94,4%	0,657	7,1%
Residen zona minera	5,3%	0,0%	0,499	3,2%
Trabajo agricultura				100,0
Si	9,5%	0,0%	0,084	6,1%
No	90,5%	100,0%		93,9%
Tiempo trabajo (meses)	218,7 ± 168	-		

En el grupo de exposición ocupacional, solo el 9.5% (6 personas) reportaron trabajar en agricultura, mientras que en el grupo con exposición ambiental ninguno manifestó que trabajara en agricultura. En la tabla 2 se pueden observar datos relacionados con sus oficios.

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 3. – Plaguicidas empleados por los trabajadores del municipio de Montelíbano (Córdoba) en Colombia, por grupo químico y categoría toxicológica, 2021

PLAGUICIDAS QUE EMPLEAN	GRUPO QUÍMICO	POR ORGANISMO QUE CONTROLAN	CATEGORIA TOXICOLOGIA SEGUN OMS 2020
Cipermetrina	Piretroide	Insecticida	II (moderadamente peligroso)
Gramafin	Bipiridilo	Herbicida	II (moderadamente peligroso)
Regent	Fenil pirazoles	Insecticida	III (poco peligroso)
Round up	N-(Fosfonometil) glycina	Herbicida	III (poco peligroso)
Tordon	Fenoxicarboxílicos	Herbicida	III (poco peligroso)

La frecuencia de uso mensual fue reportada por 4 de los 6 que lo emplean y ocasional por 2 de ellos.

Adicional a las características sociodemográficas y ocupacionales, se indagó sobre las medidas de higiene y seguridad industrial, en lo que se encontró que los expuestos ocupacionalmente: que el 41.3% consumen alimentos en el lugar de trabajo, el 87,7% se lavan las manos y se duchan al finalizar la jornada laboral. Respecto al uso de ropa,

el 84.1% afirmó que utilizaban uniforme o ropa de trabajo, 87,3% se cambian diariamente de ropa y la lavan en casa, el 14,3% informaron usar peto o delantal (de cuero el 55,6% y de vaqueta el 22,2%). Usan sombrero o gorra el 11,1%, botas de caucho 6,3%, botas de cuero 81,0%, zapatos 1,6% y tenis 1,6%. Al referirse a elementos de protección personal, el 77,8% afirma que usa guantes, el 68,3% respirador, el 30,2% tapabocas y el 11,1% no emplean protección o usan un pañuelo húmedo, visor 17,5%, mono gafas 68,3%, protector auditivo 11,1% y casco 15,9%.

Antecedentes de exposición ambiental

En el grupo de exposición ambiental ninguno reportó trabajar en actividad minera, mencionaron trabajar en oficios varios, agricultura, mantenimiento y actividades administrativas

El 94,4% reportaron residir en zona urbana del municipio. Las diferencias observadas entre los grupos de exposición no fueron estadísticamente significativas por residencia ($p = 0,499$). Ninguno de los individuos del grupo con exposición ambiental mencionó tener su residencia en zona minera

Tabla 4.- Hábitos de la población expuesta a mezclas de plaguicidas del municipio de Montelíbano (Córdoba) en Colombia, 2021

Hábitos – Proporciones s (%)	Exposición		Valor_p	Total (n= 99)
	Ocupacional (n = 63)	Ambiental (n = 36)		
Haber fumado	15,9	33,3	0,041	22,0
Fumar actualmente	10,0	0,0	*0,455	4,5
Media (meses) de haber dejado fumar	293,0 ± 109,6	241,7 ± 144,2	0,385	263,7 ± 130,1
Consumo de licor	68,3	58,3	0,321	64,6
Consumo de agua por medio de llave	58,7	75,0	0,257	64,6
Consumo de pescado	96,8	97,2	0,122	97,0
Consumo de enlatados	49,2	66,7	0,093	55,6
Consumo de carnes blancas	98,4	97,2	0,685	98,0
Consumo de carnes rojas	95,2	97,2	0,630	96,0
Consumo de frutas	100,0	91,7	0,046 *	97,0
Consumo de verduras	98,4	97,2	0,685	98,0

- **Diferencias estadísticamente significativas**

De la tabla anterior se puede evidenciar que en los expuestos ocupacionalmente la proporción de personas que consumen agua por medio de llave fue de 58,7%, mientras que en aquellos expuestos ambientalmente la proporción fue de 75%, pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p = 0,257$).

El consumo de pescado fue similar en ambas poblaciones. En los hábitos solo se encontró diferencias estadísticamente significativas en el consumo de frutas (valor $p=0.046$), teniendo en los expuestos ocupacionalmente una frecuencia de consumo diario en el 69.8%, semanal en el 20,6% y dos veces por semana en el 9.5% y en los expuestos ambientalmente estas frecuencias fueron de 56.3%, 31.3% y 12.5% respectivamente.

De otros análisis, se resalta que la procedencia del pescado para los expuestos ocupacionalmente fue 63,9% de áreas distantes de las minas, 19,7% de áreas afectadas por la agricultura, 13,1% de áreas afectadas por la minería y 3,3% no conocían el origen del pescado comprado. En los expuestos ambientalmente

54,3% del pescado provenía de áreas distantes de las minas, 11,4% de áreas afectadas por la agricultura y 34,3% de áreas afectadas por la minería. Las diferencias observadas no fueron estadísticamente significantes ($p = 0,066$).

Indicadores de exposición a plaguicidas

De los análisis de las muestras biológicas, se obtuvieron concentraciones de tres Carbamatos, cuatro Organoclorados y cinco Organofosforados y se compararon según tipo de exposición ocupacional versus ambiental. En la tabla 5 se presentan los estadísticos de tendencia central y los valores p de las comparaciones de las concentraciones entre los dos grupos:

Tabla 5. – Niveles de plaguicidas en sangre de la población expuesta a mezclas de plaguicidas del municipio de Montelíbano (Córdoba) en Colombia, 2021

Sustancias	Exposición	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	valor_p
Aldicarb	Ocupacional	63	0,034	0,016	0,009	0,063	0,319
	Ambiental	36	0,038	0,017	0,012	0,068	
Propoxur	Ocupacional	63	0,036	0,018	0,008	0,066	0,174
	Ambiental	36	0,041	0,017	0,009	0,067	
Carbofuran	Ocupacional	63	0,037	0,017	0,009	0,067	0,626
	Ambiental	36	0,039	0,016	0,012	0,064	
Malathion	Ocupacional	63	0,005	0,002	0,001	0,009	0,057
	Ambiental	36	0,027	0,090	0,001	0,500	
Paraoxon etil	Ocupacional	63	0,036	0,016	0,008	0,064	0,481
	Ambiental	36	0,039	0,026	0,008	0,150	
Paraoxon metil	Ocupacional	63	0,038	0,017	0,008	0,067	0,890
	Ambiental	36	0,037	0,017	0,009	0,065	
Paration etil	Ocupacional	63	0,041	0,017	0,008	0,066	0,106
	Ambiental	36	0,036	0,016	0,008	0,066	
Paration metil	Ocupacional	63	0,037	0,017	0,008	0,067	0,287
	Ambiental	36	0,040	0,017	0,008	0,066	
Endosulfan alpha	Ocupacional	63	2,604	1,167	0,706	4,484	0,200
	Ambiental	36	2,287	1,189	0,635	4,347	
Endosulfan betha	Ocupacional	63	2,505	1,232	0,531	4,472	0,245
	Ambiental	36	2,207	1,199	0,607	4,472	
Endosulfan sulfato	Ocupacional	63	0,966	0,471	0,228	1,777	0,093
	Ambiental	36	1,131	0,461	0,290	1,776	
Hexaclorobenceno	Ocupacional	63	0,130	0,156	0,013	1,060	0,205
	Ambiental	36	1,122	6,195	0,016	37,260	

*Niveles dados en ppm

Se aprecia que las concentraciones medias de los carbamatos fueron consistentemente más bajas en los expuestos ocupacionalmente, pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Se halló también que las concentraciones medias de los organofosforados fueron más altas en los expuestos ambientalmente a Malation, Paraoxon etil y Paration metil, pero las diferencias tampoco fueron estadísticamente significativas.

Se destaca que las concentraciones de Endosulfan sulfato fluctuaron entre 0,228 – 1,777 con media 0,966 (D.E 0.471) (ocupacional) versus 1,131 (D.E 0,461) (ambiental); diferencias que no fueron estadísticamente significativas ($p = 0,093$). Adicionalmente, se observó que el 100% de las concentraciones se clasificaron por encima del límite de detección (0,05), es decir, todos tenían exposición a este plaguicida.

De los plaguicidas hallados en sangre la categoría toxicológica es la siguiente: Clase Ia (Extremadamente Peligrosos) se encuentran el Aldicarb, Hexaclorobenceno y Paration; Clase Ib (Altamente Peligrosos) el Carbofuran; Clase II (Moderadamente Peligrosos) Propoxur y Endosulfan y Clase III (Poco Peligrosos) el Malation.

Uno de los objetivos de este trabajo de investigación era comparar los niveles de plaguicidas de las personas que se dedicaban a la agricultura con las personas dedicadas a otros oficios, sin embargo, en la muestra de participantes solo se reportaron 6 (6,1%) dedicados a las tareas de agricultor. Por esta razón no es posible realizar comparaciones estadísticas de las concentraciones de plaguicidas. En la tabla 6 se presentan descriptivos de los 6 individuos que refirieron dedicarse a la agricultura, de las variables relacionadas con el uso de plaguicidas. Además, estas personas reportaron que también se han dedicado a trabajar en otros oficios como minería y construcción.

Tabla 6. Características de los agricultores expuestos a mezclas de plaguicidas del municipio de Montelíbano (Córdoba) en Colombia, 2021

Características	No. %
Sexo: Masculino	5 (83.3%)
Área de residencia: Rural	5 (83.3%)
Raza con la que se identifica:	
Indígena	1 (16.7%)
Mestizo	1 (16.7%)
Negro, mulato, afro descendiente o afrocolombiano	4 (66.7%)
SGSSS:	
Contributivo	2 (33.3%)
Subsidiado (Sisbén)	4 (66.7%)
Estado Civil:	
Casado	1 (16.7%)
Unido	3 (50%)
Separado	2 (33.3%)
Escolaridad:	
Primaria incompleta	4 (66.7%)
Secundaria Completa	1 (16.7%)
Técnico Completo	1 (16.7%)
Plaguicida que usa:	
Randal	4 (66.7%)
Sipemetrina	1 (16.7%)
Tordon	1 (16.7%)
Regen	1 (16.7%)
Gramafin	1 (16.7%)
Ráfaga	1 (16.7%)

Es importante tener en cuenta que en esta pregunta los participantes respondieron de acuerdo con el recuerdo y puede ocurrir que los nombres de los plaguicidas no sean los nombres técnicos como se reportan en el mercado.

7. Discusión:

Uno de los instrumentos con que cuenta la salud pública para identificar, cuantificar y priorizar políticas de prevención eficaces, que faciliten prevenir y preservar la salud de las poblaciones, los trabajadores y su familia, es la recolección periódica de datos epidemiológicos dentro de los cuales ésta de información sobre exposición a mezclas de sustancias químicas como los plaguicidas.

En este estudio el 92,1% de las personas ocupacionalmente expuestas están afiliados al SGSSS y los ambientalmente expuestos el 66,7% comparadas con el realizado por Díaz SM, 2017, el 15 % de los individuos manifestó no tener ninguna afiliación al SGSSS, esto puede deberse a que la mayoría de trabajadores labora informalmente y no tiene un contrato de trabajo.

De acuerdo en el estudio de Cárdenas O, 2005 durante el periodo estudiado del total de trabajadores participantes el 78,9% eran hombres y 21,1% mujeres; el rango de edad con mayor número de trabajadores era entre 18-40 años y solo el 34% estaba vinculado al SGSSS. Nuestro estudio arrojó que 95,2% eran hombres y 4,8% mujeres; el rango de edad estaba entre los 28-66 años y 92,1% se encontraban afiliados al SGSSS.

En Colombia, el uso intensivo e indiscriminado de insumos agrícolas, especialmente de insecticidas organofosforados y carbamatos, viene generando innumerables problemas sobre la salud de la población, como ha sido reportado en los estudios realizados a través del programa VEO (vigilancia epidemiológica para plaguicidas organofosforados y carbamatos) (Silva E, 2002 – Varona M, 1998 – Silva E, 2002 – Morales L, 1998) y en algunos casos de intoxicación registrados en el país (Toro G, 2002 – Idrovo AJ, 1999), datos que coinciden con lo reportado a nivel internacional donde las intoxicaciones son causadas principalmente por insecticidas, herbicidas y fungicidas dentro de los cuales están los organofosforados, carbamatos, organoclorados, compuestos mercuriales orgánicos y los bupiridilos (Palacios ME, 1999 – Visentin S, 2002 – Keifer M, 1996)

Los trabajadores agrícolas presentan riesgos asociados a la inhalación y contacto a través de la piel durante la preparación y aplicación de plaguicidas. Otro vehículo importante es la ingestión de alimentos contaminados por plaguicidas. El primero es el consumo de pescado, este problema puede revestir especial importancia en las economías pesqueras de subsistencia que se encuentran aguas abajo de importantes zonas agrícolas (Casavant, 2003). Se observó que la prevalencia de consumo de pescado en la población de estudio fue 97%, en los expuestos ocupacionalmente la prevalencia de consumo de agua por medio de llave fue 58,7% y en aquellos expuestos ambientalmente fue de 75,0%, indicadores que pueden jugar un papel importante en el ingreso de estas sustancias químicas al organismo. En el estudio de Salcedo A, 2012 con relación a los organoclorados, se encontraron niveles en la mayoría de los individuos, en el agua y en los peces; esto es explicable y a la vez alarmante porque estos productos se biomagnifican y se bioacumulan en tejido graso, lo que lleva a que tengan una permanencia de varias décadas en el ambiente y pasen de una especie a otra. Algunos estudios han sugerido la acumulación de estos productos en poblaciones humanas que consumen pescado, ya que estos productos penetran en el organismo por todas las vías, se distribuyen en todos los tejidos, sobre todo en el tejido graso, por lo cual se eliminan lentamente por medio de la orina. Producen graves efectos

neurotóxicos en el ser humano e interactúan con los ácidos nucleicos provocando efectos mutagénicos o carcinogénicos a largo plazo. La situación observada permite inferir que diariamente los riesgos asociados a la inhalación y contacto con los plaguicidas son permanentes, así como los asociados a la manipulación e ingestión de consumo de pescado y agua.

En el estudio de Silva E. et al, 2000 la frecuencia de plaguicidas reportados por los trabajadores fue en su orden organofosforados, 46,2%, carbamatos, 15,9%, y otros compuestos clorados, 9,6%; en nuestro estudio fueron en su orden 41,7% de organofosforados, 33,3% de organoclorados y un 25% de carbamatos. Señalan además que, compuestos clorados han sido prohibidos o restringidos en nuestro país, por los posibles efectos en la salud y el medio ambiente. Entre estos plaguicidas se encuentra el Endosulfan de uso prohibido en nuestro país y que en el presente estudio fue detectado.

Por lo encontrado en esta investigación, es indispensable mantener una vigilancia constante en el uso de este tipo de plaguicidas; sin embargo, la participación de las ETS (Entidades Territoriales de Salud) y el reporte de información al programa VEO (Vigilancia Epidemiológica de Plaguicidas Organofosforados y Carbamatos) es bajo en comparación con los años anteriores (Silva E, 2002 – Varona M, 1998). Esto puede ser debido a problemas de orden público y a las políticas de descentralización administrativa que han obstaculizado la consolidación de una verdadera red nacional de laboratorios de vigilancia epidemiológica, impidiendo tener mayor información sobre la situación nacional relacionada con el uso de plaguicidas organofosforados y carbamatos. De acuerdo al registro histórico de los problemas de intoxicación por plaguicidas en Colombia, el Ministerio de Salud estableció el Decreto 1843 de 1991 para la regulación y manejo de plaguicidas; también determinó que las direcciones seccionales de salud desarrollen programas específicos para la vigilancia epidemiológica de plaguicidas. (Biomédica 2005).

Díaz SM, 2017 en su estudio obtiene que el mayor porcentaje de los plaguicidas empleados en el trabajo pertenecen a la categoría toxicológica III (medianamente tóxicos), seguido por la categoría I (extremadamente tóxicos). El plaguicida más frecuentemente reportado en dicho trabajo fue el Manzate de categoría toxicológica III, mientras que en casa fue el Furadan (categoría toxicológica I). A diferencia del presente estudio que obtuvo que los plaguicidas Cipermetrina, Gramafin, Regent, Round Up (Glifosato) y Tordon pertenecen a una categoría toxicológica II y III moderadamente y poco peligroso respectivamente.

Continuando con el estudio de Díaz SM, 2017 El 45,6% de los encuestados refirió utilizar elementos de protección personal (EPP) en su trabajo en el momento de la aplicación de los plaguicidas. Malagón JN, 2014 encontró El 100% de los trabajadores refirieron que durante los años de uso de hidrocarburos clorados no tenían equipos de protección individual. El presente estudio determinó respecto al uso de ropa, el 84.1% afirmó que utilizaban uniforme o ropa de trabajo, 87,3% se cambian diariamente de ropa y la lavan en casa, el 14,3% informaron usar peto o delantal (de cuero el 55,6% y de vaqueta el 22,2%). Usan sombrero o gorra el 11,1%, botas de caucho 6,3%, botas de cuero 81,0%, zapatos 1,6% y tenis 1,6%. Al referirse a elementos de protección personal, el 77,8% afirma que usa guantes, el 68,3% respirador, el 30,2% tapabocas y el 11,1% no emplean protección o usan un pañuelo húmedo, visor 17,5%, mono gafas 68,3%, protector auditivo 11,1% y casco 15,9%.

Aunque hay pocos individuos que reportaron estar expuestos a plaguicidas, se encontraron niveles en sangre de plaguicidas extremadamente y altamente tóxicos tanto

en ocupacional como en ambientalmente expuestos a través de matrices como agua, aire y alimentos. Es posible que los trabajadores no hubieran reportado todos los plaguicidas empleados pero que además hay una exposición a través de matrices ambientales.

Los participantes no recuerdan con exactitud el nombre de los plaguicidas, lo que pudo generar que algunas de las respuestas a las encuestas presenten imprecisiones.

8. Conclusiones:

Los individuos cuya ocupación principal es agricultura, son en su mayoría hombres y residentes de zona rural del municipio de Montelíbano (83,3%), con un porcentaje importante (66,6%) de analfabetismo

Se encontró el uso de organofosforados, organoclorados y de Carbamatos. Este estudio detectó el uso de Endosulfan el cual está prohibido en nuestro país. Los plaguicidas de los cuales se encontraron niveles en sangre fueron: Aldicarb, Propoxur y Carbofuran (carbamatos); Malation, Paraoxon metil y etil y Paration metil y etil (organofosforados) y Endosulfan alpha, Endosulfan beta; Endosulfan sulfato y Hexaclorobenceno (organoclorados), siendo el Endosulfan sulfato el de mayor porcentaje hallado en sangre.

De los plaguicidas hallados en sangre la categoría toxicológica es la siguiente: Clase Ia (Extremadamente Peligrosos) se encuentran el Aldicarb, Hexaclorobenceno y Paration; Clase Ib (Altamente Peligrosos) el Carbofuran; Clase II (Moderadamente Peligrosos) Propoxur y Endosulfan y Clase III (Poco Peligrosos) el Malation.

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.

Aunque las concentraciones de los plaguicidas a los que estaban expuestos las personas de Montelíbano estaban por debajo del límite de cuantificación, no significa que no estuviesen expuestos, sino que su nivel de exposición es bajo.

9. Recomendaciones:

A través de la Secretaría de Salud de Montelíbano, se recomienda se realice vigilancia activa de la exposición a plaguicidas, iniciar un programa para el manejo y uso seguro de plaguicidas, así como acciones que disminuyan la exposición (protección personal, cambio a sustancias menos tóxicas y control de plagas con menor impacto ambiental)., tanto en el personal ocupacionalmente expuesto como en el ambiental, así como sus posibles efectos cuando se combina con la actividad minera.

Sin embargo, más allá de acciones de prevención secundaria, se requieren la inserción de los trabajadores al sistema de riesgos laborales y seguridad social y se recomienda revisar las condiciones de contratación y protección efectiva de la exposición a los plaguicidas.

10. Referencias bibliográficas

- Apel, P., Angerer, J., Wilhelm, M., & Kolossa-Gehring, M. (2017). New HBM values for emerging substances, inventory of reference and HBM values in force, and working principles of the German Human Biomonitoring Commission. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(2), 152–166. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.09.007>
- ACGIH. 2022 TLVs and BEIs. Threshold limit values for chemical substances and physical agentes. Biological exposure índices
- DANE. (30 de junio de 2005). Estimación y proyección de hogares y viviendas. Obtenido de DANE: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/Hogares_viviendas_1985-2020.xls
- Del Puerto, A., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y epidemiología*, 52(3), 372-387.
- Díaz, S., Sánchez, F., Varona, M., Eljach, V., & Muñoz, M. (2017). Niveles de colinesterasa en cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, Totoró, Cauca. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 49(1), 85-92.
- Dunia, M., & Heredia, R. (2017). Artículo de revisión. Intoxicación ocupacional por metales pesados Occupational poisoning due to heavy metals. *MEDISAN*, 21(4), 66-89.
- Emanuel, E. (1999). ¿Qué hace que la investigación clínica sea ética? Siete requisitos éticos. *Pautas Éticas de Investigación en Sujetos Humanos: Nuevas Perspectivas*, 83-96.
- FAO. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos*.
- Gunson, A., & Veiga, M. (2004). Mercury and artisanal mining in China. *Environmental Practice*, 6(2), 109-120.
- Gussow, L. (2019). Toxicology Rounds. The Top Three Toxicology Articles of 2018. *Emergency Medicine News*, 41(1), 1-22.
- INS. (2018). *Carga de Enfermedad Ambiental en Colombia. Informe técnico especial 10. ONS*.
- Jan, A., Azam, M., Siddiqui, K., Ali, A., Choi, I., & Haq, Q. (2015). Heavy metals and human health: Mechanistic insight into toxicity and counter defense system of antioxidants. *International Journal of Molecular Sciences*, 16, 29592–29630.
- Jiménez, A., Pantoja, A., & Leonel, H. (2017). Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuenca “la pila”. *Rev Univ. Salud*. 2016;18(3), 417-431.
- Kannan, G., Tripathi, N., Dube, S., Gupta, M., & Flora, S. (2001). Toxic effects of arsenic (III) on some hematopoietic and central nervous system variables in rats and guinea pigs. *Journal of Toxicology - Clinical Toxicology*, 39(7), 675–682.
- Kumarathasan, P., Vincent, R., Blais, E., Bielecki, A., Guénette, J., Filiatreault, A., & Dales, R. (2018). Cardiovascular and inflammatory mechanisms in healthy humans exposed to air pollution in the vicinity of a steel mill. *Particle and Fibre Toxicology*, 15(1), 103-140.
- Londoño, L., Londoño, P., & Muñoz Garcia, F. (2016). Los Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145, 145-153.
- Lu, Y., Song, S., Wang, R., Liu, Z., Meng, J., Sweetman, A., & Wang, T. (2015). Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China. *Environment International*, 77, 5-15.
- Machado, C., Fregonesi, B., Alves, R., Tonani, K., Sierra, J., Martinis, B., & Segura, S. (2017). Health risks of environmental exposure to metals and herbicides in the Pardo River, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(25), 20160–20172.

- Minambiente. (mayo de 2007). Consolidación del inventario nacional de plaguicidas COP. Obtenido de Quimicos Minambiente: https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/05/Inventario_PlaguicidasCOP_2007.pdf
- MinSalud. (1993). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud [Resolución 8430 de 1993].
- MinSalud. (noviembre de 2018). Informe de estudios realizados en relación con la exposición a mercurio. Obtenido de MinSalud: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/informe-de-estudios-hg.pdf>
- Stanaway, J., Afshin, A., Gakidou, E., Lim, S., Abate, D., Abate, K., & Bleyer, A. (2018). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017. *The Lancet*, 392(10159), 1923-1994.
- Tabares, J., & López, Y. (2011). Salud y riesgos ocupacionales por el manejo de plaguicidas en campesinos agricultores, municipio de Marinilla, Antioquia, 2009. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 29(4), 432-444.
- Tabares, W., Galeano, A., & Bolívar, J. (2001). Identificación de factores de riesgo por el uso y manejo de plaguicidas que abastecen los acueductos de las cabeceras municipales. *Revista Epidemiológica de Antioquia*, 97-113.
- 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/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>