

Plomo y mercurio en personas víctimas del conflicto armado en Bojayá, Chocó: estudio descriptivo

■ **Lead and mercury in victims of the armed conflict in Bojayá, Chocó: a descriptive study**

■ **Chumbo e mercúrio em vítimas do conflito armado em Bojayá, Chocó: um estudo descritivo**

• Fecha de recepción: 2021/08/23
• Fecha de evaluación: 2022/09/19
• Fecha de aprobación: 2023/01/25

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Combariza, D., Daza, J. y Urrego-Mendoza, Z. (2024). Plomo y mercurio en personas víctimas del conflicto armado en Bojayá, Chocó: estudio descriptivo. *Revista Criminalidad*, 66(1), 25-46. <https://doi.org/10.47741/17943108.556>

David Andrés Combariza Bayona

Magíster en Toxicología
Profesor asistente, Grupo de Investigación TÓXICAO
Departamento de Toxicología, Facultad de Medicina
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia
dacombarizab@unal.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-2190-459X>

Jeritza Catalina Daza Corba

Médica - Cirujana
Grupo de Investigación Violencia y Salud,
Departamento de Salud Pública
Facultad de Medicina,
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia
jcdazac@unal.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-3571-644X>

Zulma Consuelo Urrego-Mendoza

Doctora en Salud Pública
Profesora Titular, Grupo de Investigación Violencia y Salud
Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia
zulcurregom@unal.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-1732-4725>

Resumen

Introducción: En los contextos del conflicto armado convergen actividades que potencialmente pueden producir toxicidad por metales pesados; inclusive, muchas víctimas de artefactos explosivos improvisados portan esquirlas residuales interiorizadas, de composición y potencial toxicidad desconocidas. Ello ha sido poco estudiado.

Objetivo: Describir los niveles biológicos de plomo y mercurio en civiles supervivientes de la masacre de Bojayá, su eventual exposición actual, así como signos y síntomas compatibles con toxicidad crónica.

Metodología: Estudio observacional descriptivo, tipo serie con 13 casos.

Resultados: El 38.46% de los casos tuvo niveles de plomo en sangre superiores o cercanos al valor límite superior, sin fuentes específicas identificadas. Un 46.15% tuvo niveles mercuriales superiores o cercanos al límite de referencia, y se los considera exposición ambiental por minería aurífera regional. La valoración clínica toxicológica mostró síntomas y signos clínicos potencialmente asociados con toxicidad crónica por metales. **Conclusión:** Hubo presencia de residuos de artefactos explosivos en personas con hallazgos sugestivos de toxicidad por plomo o mercurio, sin que pueda afirmarse una relación directa y específica entre los dos aspectos; algunos casos sugieren exposición ambiental para mercurio, y exposición a proyectiles para el plomo, relacionadas con dinámicas del conflicto armado. Son necesarios estudios adicionales para afirmar la existencia de asociaciones causales.

Palabras clave:

Víctimas, Efectos de la victimización, Aspectos de salud (fuente: Tesauro Criminológico - Instituto Interregional de las Naciones Unidas para la Investigación sobre la Delincuencia y la Justicia - UNICRI). Intoxicación por metales pesados, Conflictos armados (fuente: DeCS-Bireme).

Abstract

Introduction: In the contexts of armed conflict, activities converge that can potentially produce heavy metal toxicity; including many victims of improvised explosive devices carry internalised residual shrapnel, of unknown composition and potential toxicity. This has been little studied. **Objective:** To describe the biological levels of lead and mercury in civilian survivors of the Bojayá massacre, their possible current exposure, as well as signs and symptoms compatible with chronic toxicity. **Methodology:** Descriptive observational study, serial type

with 13 cases. **Results:** 38.46% of the cases had blood lead levels above or close to the upper limit value, with no specific sources identified. 46.15% had mercury levels above or close to the reference limit, and were considered environmental exposure from regional gold mining. Clinical toxicological assessment showed clinical signs and symptoms potentially associated with chronic metal toxicity. **Conclusion:** There was a presence of explosive ordnance residues in individuals with findings suggestive of lead or mercury toxicity, without a direct and specific relationship between the two; some cases suggest environmental exposure for mercury, and projectile exposure for lead, related to the dynamics of the armed conflict. Further studies are needed to affirm the existence of causal associations.

Keywords:

Victims, Victimization effects, Health aspects (source: Criminological Thesaurus - United Nations Interregional Crime and Justice Research Institute - UNICRI). Heavy metal poisoning, Armed conflict (source: DeCS-Bireme).

Resumo

Introdução: Nos contextos de conflito armado, convergem atividades que podem potencialmente produzir toxicidade por metais pesados; Na verdade, muitas vítimas de dispositivos explosivos improvisados carregam lascas residuais internalizadas de composição desconhecida e potencial toxicidade. Isto tem sido pouco estudado. **Objetivo:** Descrever os níveis biológicos de chumbo e mercúrio em civis sobreviventes do massacre de Bojayá, sua eventual exposição atual, bem como sinais e sintomas compatíveis com toxicidade crônica. **Metodologia:** Estudo observacional descritivo, tipo série com 13 casos. **Resultados:** 38.46% dos casos apresentaram níveis de chumbo no sangue superiores ou próximos ao valor limite superior, sem fontes específicas identificadas. 46.15% apresentaram níveis de mercúrio superiores ou próximos ao limite de referência e são considerados exposição ambiental devido à mineração regional de ouro. A avaliação clínica toxicológica mostrou sintomas e sinais clínicos potencialmente associados à toxicidade crônica por metais. **Conclusão:** Houve presença de resíduos de artefatos explosivos em pessoas com achados sugestivos de toxicidade por chumbo ou mercúrio, sem que se pudesse afirmar uma relação direta e específica entre os dois aspectos; Alguns casos sugerem exposição ambiental ao mercúrio e exposição a projéteis de chumbo, relacionadas com a dinâmica do conflito armado. Estudos adicionais são necessários para confirmar a existência de associações causais.

Palavras chave:

Vítimas, Efeitos da vitimização, Aspectos de saúde (fonte: Tesouro Criminológico - Instituto Inter-regional das Nações Unidas para Pesquisa sobre Crime e Justiça - UNICRI). Envenenamento por metais pesados, Conflito armado (fonte: DeCS-Bireme).

Introducción

El municipio de Bojayá está en la cuenca del río Atrato, en el departamento colombiano del Chocó, donde predomina población afro e indígena que históricamente

ha soportado la violencia del conflicto armado interno (CAI) (Urrego-Mendoza et al., 2021). Los abundantes recursos naturales de ese territorio, su cercanía con la frontera panameña y con los océanos Atlántico y

Pacífico —lo que facilita las economías marginales—, son factores que han impulsado el conflicto (Moreno-Arévalo, 2021; Urrego-Mendoza et al., 2021). En ese contexto, el 2 de mayo de 2002, ocurrió una masacre en Bellavista, Bojayá, cuando un cilindro bomba empleado en las hostilidades explotó sobre una iglesia con civiles refugiados: unas 98 personas resultaron heridas y alrededor de 119 fallecieron (Grupo de Memoria Histórica de la Comisión Nacional de Reparación y Reconciliación, 2010; Henríquez-Chacín, 2020; Londoño et al., 2005; Moreno-Arévalo, 2021; Peralta-Jiménez y Urrego-Mendoza, 2022; Sardi-Castro, 2019).

Los cilindros bomba son un tipo de artefacto explosivo improvisado (AEI), elaborado artesanalmente mediante un cilindro de gas propano al que se le introducen materiales como tuercas, tornillos, metralla y otros elementos; se busca con él dañar a partir de la dispersión explosiva de la carga múltiple alojada (Daza-Corba et al., 2022; Varona et al., 2017). El contenido de los cilindros bomba varía, pero es frecuente la identificación de elementos metálicos en los cuerpos de las víctimas. Se trata de elementos que pueden generar efectos adversos sobre la salud, como consecuencia de la eventual liberación lenta de cantidades importantes de metal (Aljumaily et al., 2011; Centeno et al., 2014; Charris et al., 2011; Daza-Corba et al., 2022; Gaitens et al., 2016; Varona et al., 2017).

En otros países, en el caso de personas afectadas por fragmentos de AEI, se ha detectado la presencia de metales como aluminio, arsénico, cadmio, cromo, cobalto, cobre, hierro, plomo, manganeso, molibdeno, níquel, tungsteno, uranio y zinc (Aljumaily et al., 2011; Centeno et al., 2014; Gaitens et al., 2016). Además, estudios forenses han informado sobre el empleo de mercurio, plomo, bario, potasio, antimonio o titanio en los detonadores de AEI (Álvarez et al., 2017).

De otro lado, en muchos territorios afectados por conflictos armados también se suelen desarrollar actividades que pueden producir residuos de metales tóxicos. En otras palabras, no solo la contaminación por artefactos bélicos y sus residuos (Correa Assmus, 2015; Oviedo Monroy, 2017) genera estas afectaciones, sino también las actividades extractivistas mineras ilegales, de explotación ilícita de especies maderables, o asociadas con cultivos ilícitos. Se trata de actividades imbricadas profundamente en las dinámicas y los contextos de esos conflictos (Arrondo, 2020; Leal Esper, 2019; Lastra Mier, 2015; Rojas-Robles, 2018), y ellas pueden ser causantes de la contaminación de suelos y aguas por residuos tóxicos.

La toxicidad crónica originada por plomo es más frecuente que la aguda, y la presentación clínica varía según la dosis y el tiempo de exposición; es común el compromiso de los sistemas hematopoyético,

nervioso, gastrointestinal, renal y reproductor (Balparda Arias, 2008; de Souza, et al., 2018; Mitra et al., 2017; Poma, 2008). En la intoxicación crónica a dosis bajas y moderadas se puede presentar un cuadro clínico asintomático, pero también puede presentarse dolor abdominal, astenia, cefalea, irritabilidad, letargia, insomnio, anorexia, desconcentración, pérdida de la memoria, estreñimiento, anemia, una línea azul ubicada en el borde dentario gingival (denominada ribete de Burton), falla renal e hipertensión arterial (Balparda Arias, 2008; de Souza et al., 2018; Poma, 2008). En la intoxicación crónica a dosis altas (niveles mayores a 30 $\mu\text{g}/\text{dL}$ en sangre) pueden existir bajos niveles de vitamina D (lo que afecta los huesos y los dientes), alteraciones en la fertilidad; y compromiso neurológico con convulsiones, alucinaciones, hipertensión endocraneana, encefalopatía tóxica, coma o muerte (Balparda Arias, 2008; de Souza et al., 2018; Poma, 2008).

En cuanto al mercurio, en la intoxicación crónica pueden existir pacientes asintomáticos o con afectación del sistema digestivo, neurológico, renal, oftalmológico y tegumentario (Jackson, 2018; Ramírez, 2008; Yang et al., 2020; Yawei et al., 2021). La gravedad varía según los niveles y el tiempo de exposición, y es necesaria una alta sospecha clínica ante sabor metálico, mal aliento, náuseas, vómitos, diarrea, estomatitis mercurial, mercurialismo o eretismo mercurial (irritabilidad, tristeza, ansiedad, insomnio, sueño agitado, temor, excesiva timidez, debilidad muscular, pérdida de memoria, susceptibilidad emocional, hiperexcitabilidad, depresión, encefalitis y demencia), ataxia, temblor, adiadococinesia, marcha cerebelosa, glomerulonefritis proliferativa extracapilar, falla renal, escotomas, nistagmus, discromatopsia, rinitis y conjuntivitis (Jackson, 2018; Ramírez, 2008; Yang et al., 2020; Yawei et al., 2021).

Los cuadros clínicos de intoxicación por plomo o mercurio son similares, lo que plantea limitantes a la hora de reconocer el causante directo de la sintomatología (Balali-Mood et al., 2021). Existe evidencia de la presencia de plomo en la metralla y de mercurio en los dispositivos detonadores de los AEI; no obstante, la cantidad de mercurio en esos dispositivos es mínima, y no es un metal que se incluya de rutina en los tamizajes de personas afectadas por fragmentos de AEI (Álvarez et al., 2017; Gaitens et al., 2016).

En zonas con elevada actividad minera, la presencia de niveles séricos de ambos metales podría deberse a la exposición mediante inhalación de vapores, o el consumo de agua o alimentos contaminados (Balali-Mood et al., 2021; Charkiewicz y Backstrand, 2020; Daza-Corba et al., 2022; Díaz y Malagón Rojas, 2018; Medina Mosquera y Ayala Mosquera, 2011). Existen distintos efectos posibles derivados de cada una de las fuentes mencionadas.

La población superviviente de la masacre de Bojayá exhibe afectaciones persistentes a la salud física y psicológica que interfieren con su bienestar y calidad de vida (Daza-Corba et al., 2022; Londoño et al., 2005; Moreno-Martínez y Urrego-Mendoza, 2021; Peralta-Jiménez y Urrego-Mendoza, 2022; Sardi-Castro, 2019; Urrego-Mendoza et al., 2021). Algunos de los supervivientes comentan la presencia de esquirlas alojadas en el interior de su cuerpo, sin haber recibido ningún tipo de manejo médico; consideran que esas esquirlas están asociadas con el desarrollo de enfermedades y las perciben como factor de riesgo para el incremento de mortalidad por cáncer en la colectividad; los afectados reportan nunca haber obtenido alguna orientación o respuesta por parte del sector salud (Daza-Corba et al., 2022; Grupo de Memoria Histórica de la Comisión Nacional de Reparación y Reconciliación, 2010; Urrego-Mendoza et al., 2021).

Esta situación es evidencia de la exclusión y el abandono por parte del Estado colombiano en cuanto a las necesidades de salud y calidad de vida de esta población (Quiceno Toro, 2013; Urrego-Mendoza et al., 2021). Además, en los últimos años ha incrementado el uso de AEI en Colombia, lo que expone a otras personas y comunidades a situaciones similares.

Teniendo en cuenta ese marco de referencia, para este estudio se eligieron el plomo y el mercurio como metales para su determinación en muestras biológicas, pues el plomo ha sido reportado frecuentemente como componente de proyectiles que suelen utilizarse como metralla de AEI (Charris et al., 2011), además de haberse identificado previamente en muestras de esquirlas de AEI recuperadas de soldados heridos con tales armas (Centeno et al., 2014; Gaitens et al., 2016); de otro lado, el mercurio se ha reportado como parte de los detonadores de los AEI (Álvarez et al., 2017), y está presente como contaminante en la cuenca del Atrato (Palacios-Torres, et al., 2018), especialmente desde la década de 1990 (Cagüañas, et al., 2020).

Así, si bien la toxicidad crónica por metales, especialmente por mercurio, puede atribuirse a otras fuentes propias del departamento del Chocó, como lo es la minería, existe una hipótesis que ha planteado la propia comunidad y que es plausible, sobre todo, por hallazgos de otras latitudes: las esquirlas internalizadas podrían originar a largo plazo efectos tóxicos en la salud debido a los elementos metálicos que suelen componerlas (Aljumaily et al., 2011; Charris et al., 2011; Daza-Corba et al., 2022; Díaz y Malagón Rojas, 2018; Medina Mosquera y Ayala Mosquera, 2011).

Igualmente, no se debe olvidar que la minería también ha desempeñado un papel clave en las dinámicas del conflicto armado de la región, así como otras actividades extractivistas como la explotación

maderera, o el narcotráfico (Lastra Mier, 2015). En ese sentido, el conflicto armado no puede desligarse del análisis de las implicaciones que para la salud han tenido tales actividades económicas. En el caso de quienes se involucran ocupacionalmente en tales actividades, se han observado cuadros tanto de toxicidad aguda y crónica (Fernández Villalobos, 2019), mientras que las personas que resultan expuestas ambientalmente suelen desarrollar toxicidad crónica (Aguirre Zender y Dávila Revoredo, 2021).

Por todo ello, el presente estudio tiene como objetivo describir los niveles biológicos de plomo y mercurio en civiles supervivientes de la masacre de Bojayá, su eventual exposición actual a tales metales, así como estudiar signos y síntomas compatibles con toxicidad crónica, como aporte a la comprensión de los padecimientos en salud informados por las víctimas, que favorezcan el manejo integral de esta y otras poblaciones supervivientes de eventos y contextos similares.

Lo anterior resulta de gran interés, pues ha sido poco abordado el tema de las intoxicaciones crónicas por metales en el marco de la victimización por el conflicto armado, aunque existen múltiples vías para que ello pueda ocurrir: bien por medio de la exposición a esquirlas de AEI, minas antipersonas (MAP), munición sin explotar (MUSE), o a proyectiles de arma de fuego (PAF), que quedan retenidos en el cuerpo de las víctimas que sobreviven a sus lesiones; bien por tener que habitar en zonas afectadas por las dinámicas propias del conflicto armado, incluidas actividades que propician la contaminación ambiental por tales metales y el enganche ocupacional de las personas en asuntos como la minería o la explotación maderera, entre otras.

En cuanto a los residuos de AEI, las afectaciones por este tipo de armas van en aumento en nuestro país y no hay seguimiento de su uso. Se trata, entonces de un problema de salud emergente, ante el cual hay que fortalecer los análisis locales. Igualmente, es necesario el desarrollo y la puesta en marcha de protocolos de seguimiento epidemiológico y de manejo clínico, ante la posible toxicidad crónica por metales secundarios a esquirlas de AEI, no solo dirigidos a poblaciones militares —tal como existe en otros países—, sino también para poblaciones civiles afectadas.

Con respecto a las demás exposiciones a metales pesados que se pueden generar dentro de territorios afectados por el conflicto armado y sus dinámicas asociadas, es necesario empezar a reconocer la existencia de este tipo de afectaciones indirectas a las personas y poblaciones civiles, y la inequidad que esto representa para quienes deben existir bajo contextos signados por tal tipo de violencia.

Se requiere contar con información básica que permita diseñar intervenciones integrales a partir del

reconocimiento y el manejo adecuado de todos los tipos de afectaciones de salud que pueden llegar a sufrir las víctimas de los conflictos armados.

Método

Tipo de estudio

Se realizó un estudio epidemiológico, observacional y descriptivo, tipo serie de casos.

Población y muestra

El estudio fue realizado con trece personas supervivientes directas de la Masacre de Bojayá; pertenecientes a un conjunto de veintidós personas con esquiras de AEI (once ubicados en Quibdó y once en Bojayá), que además pudieron también estar expuestas a otras fuentes ocupacionales u ambientales de metales pesados.

Por las características del evento en estudio, no se efectuó un cálculo de tamaño de muestra; se incluyó como población al total de personas con esquiras de AEI identificados ($n = 22$), pero por limitaciones logísticas solo se logró la inclusión efectiva de 13 casos debido a temas de disponibilidad.

Procedimientos para la recolección de información

Se realizó una encuesta, previo consentimiento informado verbal grabado, sobre características sociodemográficas (lugar de residencia, ocupación, sexo, edad en años, autorreconocimiento étnico); percepción de signos y síntomas relacionados con posible toxicidad crónica por plomo y mercurio; potenciales exposiciones ocupacionales o ambientales; características de las esquiras provenientes de AEI alojadas en su cuerpo; y otras posibles exposiciones. Se usó un formato de registro de información diligenciado en videoconferencia o llamada telefónica a cargo de una profesional salubrista pública.

Posteriormente, fue llevada a cabo una valoración clínica que incluyó una entrevista de anamnesis y un examen clínico, así como la toma de muestras biológicas. Estos componentes se efectuaron presencialmente en los consultorios del Instituto de Genética de la Universidad Nacional de Colombia - sede Bogotá, previa explicación detallada del alcance y las características, y bajo firma de consentimiento informado escrito. La valoración clínica se enfocó en la identificación de hallazgos de posible toxicidad crónica por metales;

fue realizada por dos médicos: un toxicólogo y otro general, asistido por el toxicólogo. Se preguntaron aspectos sociodemográficos, antecedentes patológicos y de exposiciones ocupacionales y ambientales a agentes químicos, hábitos alimentarios, posibles fuentes de exposición, presencia de signos y síntomas potencialmente asociados con toxicidad crónica por plomo y mercurio, exploración detallada por sistemas con énfasis neurológico, e indagación sobre ubicación, características e impactos de esquiras alojadas.

En cuanto a las muestras de sangre y cabello para valorar concentraciones biológicas de plomo y mercurio, estas fueron tomadas por dos bacteriólogas formadas en salud pública y toxicología, respectivamente, y fueron procesadas para su análisis por una química toxicóloga y una bacterióloga toxicóloga en el laboratorio de toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.

La toma de muestras de cabello se realizó en frascos de polipropileno de 50 ml con tapa rosca, y se cortó un mechón de aproximadamente 100 mg desde la raíz de la región occipital. Se siguieron buenas prácticas de laboratorio para mantener trazabilidad de cada muestra: se rotularon los frascos y las tapas con la identidad de cada paciente y se diligenció el formato de ingreso al laboratorio; además, las muestras se embalaron individualmente con cinta adhesiva para asegurar la independencia de los frascos y se empacaron en bolsas cierre zip para su transporte en cavas de icopor cerradas y marcadas con el nombre del proyecto, fecha de toma de muestra y responsable.

Con respecto a la toma de muestras de sangre, se realizó en tubos vigentes de sellado al vacío de tapa lila con EDTA como anticoagulante. Los tubos se rotularon previamente, las muestras se embalaron con cinta y se pusieron en gradillas dentro de bolsas cierre zip, con pilas de etilenglicol para conservar la cadena de frío. Se transportaron en cavas de icopor cerradas y marcadas con el nombre del proyecto, fecha de toma de muestra y responsable, hasta el laboratorio de Toxicología donde se analizaron.

Instrumentos utilizados y técnicas para el análisis químico de muestras biológicas

El instrumento para la encuesta efectuada fue un cuestionario construido a partir de la revisión de la literatura. Se extrajeron los ítems que a juicio de expertos salubristas del proyecto permitieran caracterizar de manera completa los tópicos descritos. Luego del diseño preliminar, se realizó un piloto con diez personas de Bojayá diferentes a las personas de los

casos a estudio; con base en la experiencia, se ajustó el instrumento. El formulario final aplicado constó de 153 ítems, mayoritariamente preguntas dicotómicas tipo Sí-No, e ítems abiertos para completar información sobre cantidades o cualidades.

De otro lado, la evaluación clínica fue guiada a partir de un formato para la obtención y el registro uniformes de la información correspondiente. Este formato fue construido por consenso de expertos toxicólogos participantes en el estudio. El instrumento final tuvo 123 ítems, con respuesta dicotómica presente-ausente, o sí-no, y campos abiertos para información sobre cualidades o cantidades específicas.

Para la valoración del funcionamiento mental de los participantes, se empleó el instrumento Mini Mental State Examination (MMSE) versión abreviada; el cual es una variación del diseñado por Folstein en 1975 (Folstein et al. 1975; Gallegos et al., 2022; Rojas y Villanea, 2014; Roselli et al., 2000). Este instrumento permite objetivar la presencia de alteraciones cognitivas graves en las personas evaluadas, consta de 19 ítems que suman un total de 30 puntos, con un punto de corte habitual de 24 para la versión completa (Torres-Castro et al., 2022).

La validación en Colombia por Roselli y colaboradores mostró una sensibilidad del 92.3% y una especificidad del 53.7% para el MMSE abreviado; el punto de corte establecido fue de 21 para personas con escolaridad de 0-5 años, 24 para escolaridades de 6-12 años, y de 26 para más de 12 años de escolaridad (Roselli et al., 2000). El instrumento se ha probado en varios tipos de poblaciones colombianas (Llamas-Velasco et al., 2015; Pedraza et al., 2014; Rojas-Gualdrón et al., 2017; Roselli et al., 2000).

En cuanto a las técnicas utilizadas para el análisis químico de plomo y mercurio, correspondieron a Gold Standard, siendo las más empleadas a nivel internacional, confiables e identificatorias. La medición de mercurio se realizó por amalgamación con un medidor directo de mercurio DMA-1 (Carbonell et al., 2009); la medición de plomo total se realizó con la técnica espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito (Farre et al., 1990). Con respecto a los métodos analíticos para la detección de mercurio, se aplicó el método normalizado EPA 7474 (Environmental Protection Agency [EPA], 2007); y para la medición de plomo se usó un método interno validado, consistente en dilución de la muestra en solución modificadora e inyección para cuantificar por interpolación en curva de calibración preparada con estándares de plomo MRC vigentes.

Posibles sesgos

El diseño empleado puede verse afectado por sesgos del observador y del observado. En cuanto a los sesgos del observador, en lo relativo a la toma de información, se buscó minimizar esos sesgos mediante la estandarización de los profesionales participantes en cada etapa de recolección y registro de la información: se realizaron pruebas entre sí sobre la funcionalidad de los instrumentos, los equipos y las técnicas a emplear, y se ajustó lo pertinente. Igualmente, mediante la realización de prueba piloto y ajustes al instrumento de encuesta.

En cuanto a los sesgos del observado que pudieron afectar la información, el prolongado intervalo entre la explosión y la fecha de valoración puede contribuir a generar un sesgo de memoria sobre la evolución cronológica de los síntomas; además, el antecedente del evento traumático puede percibirse como determinante de situaciones que pudieran explicarse desde otros factores (Hernández y Velasco-Mondragón, 2000). En general, este sesgo es de gran frecuencia en estudios descriptivos retrospectivos como el presente, y de difícil control (Hernández-Avila et al., 2000).

De otro lado, si bien no es un estudio que compare poblaciones, también pudo existir un sesgo de selección (Argimón Pallás y Jiménez Villa, 2019), pues dadas las condiciones de dispersión de los supervivientes de la masacre, es posible que quienes habitan actualmente sitios urbanos pudieran ser más fácilmente contactados si se los compara con los ubicados en áreas rurales más distantes. Del mismo modo, al haberse empleado mediaciones tecnológicas para el contacto, es posible que quienes tuvieran un mayor poder adquisitivo, y por tanto mayor acceso a tales tecnologías, se hubiesen podido incluir en el estudio, mientras que los desaventajados en ese aspecto quedarán excluidos. Además, es más probable que quienes hayan presentado situaciones de salud no resueltas posiblemente relacionadas con el evento estuvieran más dispuestos a participar.

Procedimientos para el análisis de la información

La información obtenida a partir de cada participante fue organizada y analizada por medio de Excel®. Para el componente de encuesta, se procesó la información con Epi-Info 6.04; para los componentes de valoraciones clínicas y análisis toxicológico, en conjunto con

algunos ítems tomados de las encuestas, se procesó la información directamente con Excel®. La información se analizó de manera descriptiva: se indicaron frecuencias, rangos y valores, según el tipo de variable contemplada.

Aspectos éticos

El proyecto fue avalado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina en la Universidad Nacional de Colombia, mediante actas N°. 023-290 de 2019 y 001-006 de 2021. Se garantizó el anonimato a los participantes.

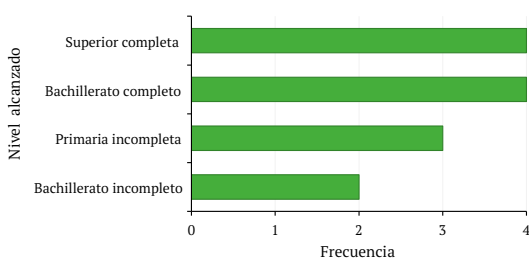
Resultados

Condiciones sociodemográficas

Las 13 personas participantes se autoreconocieron como afrocolombianas, con rango de edad de entre los 26 y los 69 años (promedio de 40,6 años); hay cinco hombres y ocho mujeres. De estos, nueve residían en Quibdó (Chocó), tres en Bellavista, Bojayá (Chocó), y uno de ellos alternaba su residencia entre ambos lugares.

En su mayoría (n = 8/13), los participantes habían terminado su bachillerato o algún programa de educación superior, técnico o profesional (Figura 1).

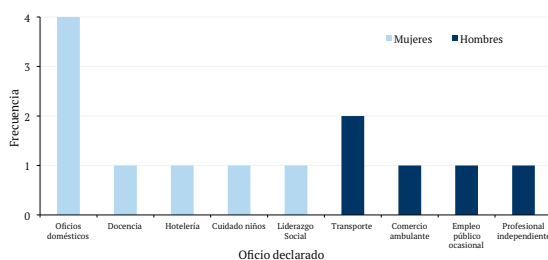
Figura 1 | Escolaridad de los participantes



En cuanto a la ocupación, para el momento del estudio, esta era notablemente distinta en el caso de los hombres y en el de las mujeres: los oficios domésticos

fueron los más frecuentemente declarados (cuatro mujeres), seguidos por la ocupación de transportista (dos hombres), bien fuera fluvial (un panguero) o terrestre (un mototaxista) (ver figura 2).

Figura 2 | Ocupación de los participantes según sexo



Reporte de síntomas

Durante la valoración clínica presencial, se interrogó a los participantes nuevamente acerca de los síntomas evaluados previamente mediante la encuesta telefónica o virtual por teleconferencia, y se encontró consistencia entre lo informado inicialmente y lo referido durante la evaluación clínica.

Se tomó en cuenta, sobre todo, aquellos síntomas relacionados con toxicidad crónica generada, al parecer, por los metales de interés. En el caso de la toxicidad por plomo, los tres síntomas más frecuentes fueron las artralgias y las mialgias, seguidos por cefalea y debilidad muscular generalizada; mientras que la irritabilidad o el nerviosismo, la cefalea, y los temores excesivos ocuparon los tres primeros lugares de síntomas relacionados con toxicidad crónica por mercurio.

No obstante, la presencia de los síntomas no es exclusiva de uno u otro metal, e incluso varios pueden presentarse en caso de toxicidad por cualquiera de los dos. Las tablas 1 y 2 presentan la distribución de frecuencia de síntomas reportados, según su posible relación con el respectivo metal.

Tabla 1 | Síntomas compatibles con toxicidad crónica por plomo reportados por encuesta

Toxicidad crónica por plomo	
Síntoma	Frecuencia del síntoma*
Mialgias y artralgias	11
Cefalea	11
Debilidad muscular generalizada	11
Somnolencia	10

(Continúa)

Toxicidad crónica por plomo	
Síntoma	Frecuencia del síntoma*
Fatiga	10
Insomnio	9
Pérdida de interés en las actividades habituales	9
Disminución de la libido	8
Depresión	8
Dolor abdominal tipo cólico	8
Anorexia	6
Pérdida de memoria reciente	6
Deterioro cognitivo	6
Constipación	6
Parestesias	6
Hipertensión arterial (antecedente)	5
Cambios de la personalidad	5
Incoordinación	4
Impotencia sexual	3
Anemia (antecedente)	3
Disgeusia	3
Irritabilidad	3
Nefropatía (antecedente)	2
Mano y pie caído	1
Encefalopatía (antecedentes) (coma, convulsiones, papiledema, signos de hipertensión endocraneana)	1
Trastornos reproductivos	1
Náuseas y vómito	1

*Una persona pudo haber reportado más de un síntoma; así, el total de síntomas reportados excede a los 13 participantes incluidos. Último año.

Tabla 2 | Síntomas compatibles con toxicidad crónica por mercurio reportados por encuesta

Toxicidad crónica por mercurio	
Síntoma	Frecuencia del síntoma*
Irritabilidad o nerviosismo	11
Cefalea	11
Temores excesivos	10
Sudoración fácil	10
Preocupación excesiva	9
Lagrimo	9
Falta de energía, debilidad	9
Falta de concentración	9
Vértigo	9
Alteraciones visuales	9
Opresión en el pecho	8
Fotofobia	8
Ansiedad	8
Labilidad emocional	8
Náuseas	7

(Continúa)

Toxicidad crónica por mercurio	
Síntoma	Frecuencia del síntoma*
Tristeza	6
Problemas auditivos	6
Taquicardia	6
Hormigueo en manos	6
Reacciones alérgicas, rash	5
Aumento de la salivación	4
Excesiva timidez	4
Anosmia	**4
Temblor en párpados	4
Otras manifestaciones de posible neuropatía sensitivo-motora no mencionadas	3
Temblor en los dedos	3
Ulceraciones en mucosa oral	3
Ataxia o marcha cerebelosa	3
Pérdida de memoria	2
Alegría sin motivo aparente	2
Sangrado de encías	2
Temblores en las manos	2
Sabor metálico	2
Aparición de ribete oscuro en encías	1
Inflamación de las encías	1
Parálisis facial	1
Disartria	1
Otras parálisis motoras	1
Confusión de colores	1
Temblor en lengua o labios	0
Caída prematura de los dientes	0
Parestesias de lengua o boca	0
Adiadococinesia	0

*Una persona pudo haber reportado más de un síntoma; así, el total de síntomas reportados excede a los 13 participantes incluidos. Último año. ** En ausencia de antecedente covid-19

Evaluación clínica

En el examen clínico, no se identificaron cuadros específicos sugestivos de toxicidad crónica por metales, aunque sí algunos signos clínicos asociados. Además, se encontró que cuatro personas presentaban perforación timpánica; dos, hipoacusia conductiva residual; otros dos presentaban hipoacusia conductiva y neurosensorial no asociadas con perforación timpánica, respectivamente, secundaria a la exposición al AEI en 2002. No se documentaron alteraciones neurológicas significativas ni cambios en pares craneales, así

como tampoco temblores, alteraciones en la marcha, coordinación, fuerza o sensibilidad; no obstante, dos personas presentaban hiporreflexia generalizada. Seis participantes reportaron múltiples intervenciones quirúrgicas por causa de la exposición al AEI, relacionadas con lesión ocular, trauma torácico y de extremidades, o retiro de esquiras. Cuatro refirieron hipoestesias en áreas cicatriciales. La aplicación del Mini-Mental State Examination Test (MMSE) a todos los participantes no documentó evidencia de deterioro cognitivo grave en ellos.

Potenciales exposiciones a plomo y mercurio

Se exploraron mediante encuesta mediada por conversación telefónica o videoconferencia las potenciales exposiciones a plomo y a mercurio en el último año por parte de los participantes, incluyendo aquellas directamente relacionadas con la victimización

por un AEI o armas de fuego, junto a otras relacionadas con procesos asociados con las dinámicas del conflicto armado en el territorio en que habitaban los casos, como la minería ilegal y la contaminación de aguas y pescado con residuos mineros. Así mismo, se exploraron exposiciones presentes en las personas víctimas del conflicto armado que sobrevivieron a la masacre de Bojayá. La tabla 3 detalla lo anterior para cada caso.

Tabla 3 | Potencial exposición a plomo o mercurio en el último año reportada por encuesta en personas positivas según muestras biológicas analizadas

Caso	Pb positivo	Hg positivo	Exposición Ocupacional		Exposición Ambiental		Esquirlas AEI*	PAF ** retenido
			Pb+	Hg°	Pb++	Hg°°		
1	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	No
2	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Sí
3	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No
4	Sí	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No
5	Sí	Sí	No	No	No	No	No sabe	No
6	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No
7	Sí	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No
8	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	No
9	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	No
10	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No
11	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	No sabe	No
12	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	No sabe	No
13	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	No

Para plomo (Pb) se indagaron 14 posibles exposiciones ocupacionales y siete ambientales; para mercurio (Hg), 21 posibles exposiciones ocupacionales y dos ambientales. Se registran abajo las que resultaron positivas, con el número de caso correspondiente entre paréntesis:

+Fabricación o uso de pinturas o barnices (3,12); fabricación o uso tubos PVC (3,6); fundición hierro (6)

° Mina de oro (1); fungicidas, venenos para hongos o mohos (3); inmunización maderas

(6); manufactura pieles (6); silos de granos (8); fabrica plásticos (11);

++Suelo contaminado (1,6); uso regular de cosméticos con plomo (4,7,11,12);

°°Exposición diaria a consumo de pescado (1,8); consumo habitual agua del río (1,6).

*AEI: Artefacto explosivo improvisado. ** PAF: Proyecto de arma de fuego.

En cuanto a la exposición a esquirlas retenidas y proyectiles de arma de fuego interiorizados, derivan de su exposición a violencia directa sufrida durante el CAI. Cuatro evaluados refirieron ausencia de algún tipo de esquirla al momento de la valoración clínica, aunque previamente lo habían reportado durante la encuesta; los otros nueve informaron antecedentes de esquirlas del AEI alojadas en diferentes regiones anatómicas, sin conocer la cantidad total actual, pues no han tenido estudios radiológicos. Entre ellos, seis saben que conservan las esquirlas en su cuerpo hasta el momento, mientras tres desconocen si fueron eliminadas todas en las cirugías previas. Seis de quienes tienen esquirlas informaron padecer parestesias,

prurito, dolor y limitación a la movilidad según su ubicación. Una persona manifestó antecedentes de herida con proyectil de arma de fuego (PAF) durante los sucesos de la masacre, con presencia de ese proyectil retenido. Es notorio que la mayoría de las personas que se encontraron afectadas por esquirlas de AEI fueran mujeres (n = 6/9), y también correspondió a una mujer el caso de PAF retenido.

Con respecto a las demás exposiciones evidenciadas, a modo de antecedentes correspondientes a lo ocurrido durante el último año que se declararon durante la encuesta inicial, llamó la atención que la totalidad de las personas que refirieron antecedentes ocupacionales de potencial exposición a plomo fueron hombres

(n = 3), así como también predominaron los hombres entre quienes refirieron antecedentes ocupacionales de potencial exposición a mercurio (n = 3/5). Del mismo modo, predominaron los hombres entre los identificados con antecedentes de potencial exposición ambiental a mercurio (n = 2/3) por consumo diario de pescado y frecuente de agua de ríos que pasan por zona aurífera. De otro lado, la potencial exposición ambiental a plomo estuvo equitativamente repartida entre hombres y mujeres (n = 3/6 casos, respectivamente).

En cuanto al consumo de pescado y agua de río potencialmente contaminada, la tabla 4 especifica las características de tal exposición ambiental de acuerdo con lo informado durante la encuesta. Sin embargo, durante la entrevista efectuada como anamnesis de la valoración clínica, tres mujeres adicionaron el antecedente de haberse trasladado recientemente a vivir cerca de minas de oro activas, con lo cual aumentaría la potencial exposición ambiental a mercurio entre ellas (casos 9, 10, 11).

Tabla 4 | Potencial exposición ambiental a mercurio por consumo de pescado y agua de río en el último año según encuesta

Caso	Consumo diario de pescado	Frecuencia consumo pescado (días/semana)	Raciones consumidas (raciones/día)	Tamaño promedio ración (gr)	Tipo de pescado más frecuentemente consumido	Consumo regular agua de río, posiblemente contaminada por minería
1	Sí	7	2	300	Bocachico, Doncella, Bagre	Sí
2	No	0.25	1	200	Bocachico, pescado de mar	No
3	No	1	1	150	Bocachico	No
4	No	1	1	100	Liso, Bagre	No
5	No	3	1	350	Bocachico	No
6	No	4	1	350	Bocachico, Doncella, Bagre, Sardina	Sí
7	No	1	1	150	Bocachico	No
8	Sí	7	1	350	Bocachico, Quicharo	Sí
9	No	2	1	350	Pescado de mar	No
10	No	1	1	200	Bocachico	No
11	No	1	1	350	Bocachico	No
12	No	1	1	350	Bocachico	No
13	No	1	1	150	Mojarra	No

Niveles de metales en las muestras biológicas evaluadas

Se obtuvieron muestras en los 13 casos, y se encontró que la totalidad de los participantes mostraron presencia de plomo y mercurio en las matrices biológicas que fueron evaluadas; es de anotar que cualquier nivel de esos metales es un riesgo activo para la salud de las personas (Londoño Franco et al., 2016), independientemente de que se ubique por arriba o debajo de los límites de referencia informados.

La tabla 5 informa los resultados de los niveles en sangre y cabello de los dos metales evaluados, junto con la presencia de síntomas compatibles por posible toxicidad crónica debida a tales metales, independientemente de que en ningún caso llegó a identificarse un cuadro clínicamente consolidado de toxicidad crónica, aunque sí existieran algunos signos clínicos compatibles además de los síntomas, tal como fue reportado en la sección de resultados de las valoraciones clínicas.

Tabla 5 | Niveles de metales pesados encontrados en muestras biológicas tomadas a los participantes y síntomas compatibles con toxicidad crónica declarados.

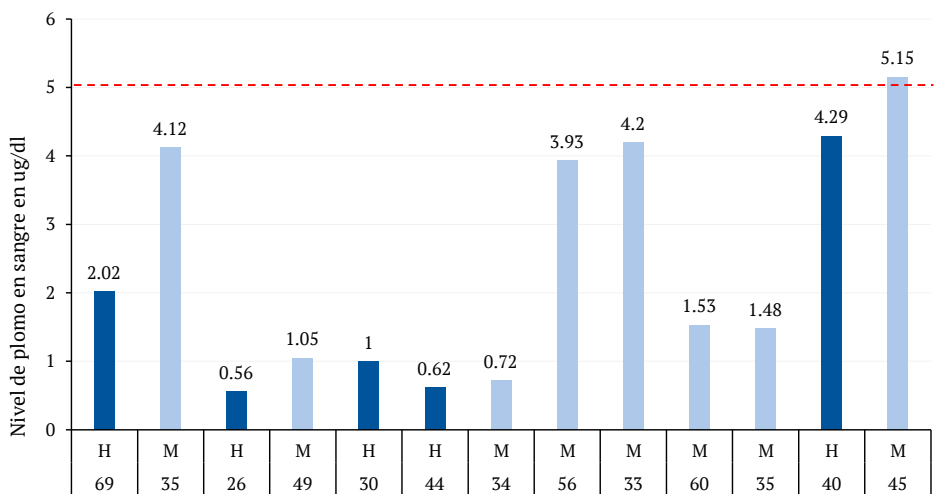
Caso	Edad (años)	Sexo	Pb en sangre (µg/dl)	Valor de referencia (µg/dl)	Hg en cabello (mg/kg)	Valor de referencia (mg/kg)	Hg en sangre (ng/ml)	Valor de referencia (ng/ml)	Síntomas toxicidad crónica (n)	
									Pb*	Hg**
1	69	H	2.02 +	< 5	-	-	3.50 +	< 10	22	19
2	35	M	4.12 ++	< 5	-	-	1.30 +	< 10	9	12
3	26	H	0.56 +	< 5	1.40 ++	2.20	-	-	10	15
4	49	M	1.05 +	< 5	7.10 +++	2.20	-	-	12	12
5	30	H	1.00 +	< 5	1.80 ++	2.20	-	-	0	0
6	44	H	0.62 +	< 5	3.70 +++	2.20	-	-	13	20
7	34	M	0.72 +	< 5	0.20 +	2.20	-	-	14	23
8	56	M	3.93 ++	< 5	4.00 +++	2.20	-	-	10	8
9	33	M	4.20 ++	< 5	0.20 +	2.20	-	-	16	20
10	60	M	1.53 +	< 5	0.80 +	2.20	-	-	5	8
11	35	M	1.48 +	< 5	1.20 +	2.20	-	-	8	16
12	40	H	4.29 ++	< 5	1.10 +	2.20	-	-	17	21
13	45	M	5.15 +++	< 5	2.60 +++	2.20	-	-	19	28

Pb:Plomo; Hg: Mercurio. H: Hombre; M: Mujer. Cualquier valor de plomo o mercurio en muestras biológicas es un riesgo para la salud, independientemente del límite de referencia de las pruebas. +++:Valor superior al límite de referencia. ++: Valor cercano al límite superior de referencia. + : Valor inferior al 50% del límite de referencia. Pb*: Número de síntomas positivos entre 27 compatibles explorados para toxicidad crónica por ese metal. Hg***: Número síntomas positivos entre 49 compatibles explorados para toxicidad crónica por ese metal.

En cuanto al plomo (figura 3), se identificó que 38.46 % (n = 5/13) de los encuestados exhibieron niveles cercanos o superiores al límite de referencia. Una mujer, con presencia de esquirolas alojadas en su cuerpo y ausencia de identificación de cualquier otra potencial exposición ocupacional o ambiental que se hubiera explorado, presentó el nivel más alto detectado (5.15 µg/dl). En cuanto a los otros cuatro casos evaluados que documentaron valores cercanos al límite superior, dos refirieron esquirolas del AEI presentes en extremidades sin ningún tipo de intervención médica

diferente al manejo analgésico por dolor crónico, otra manifestó dudas sobre si conservaba o no esquirolas del AEI por haber recibido procedimientos quirúrgicos, y una tenía restos de PAF alojados en glándula mamaria izquierda; así mismo, tres de esos mismos cuatro carecían de cualquier otro antecedente de posible exposición ambiental u ocupacional, y solamente uno había estado expuesto regularmente a cosméticos con plomo, así como a trabajos en que manipulaba pinturas o barnices.

Figura 3 | Niveles de plomo en sangre en µg /dl en personas evaluadas, según sexo y edad

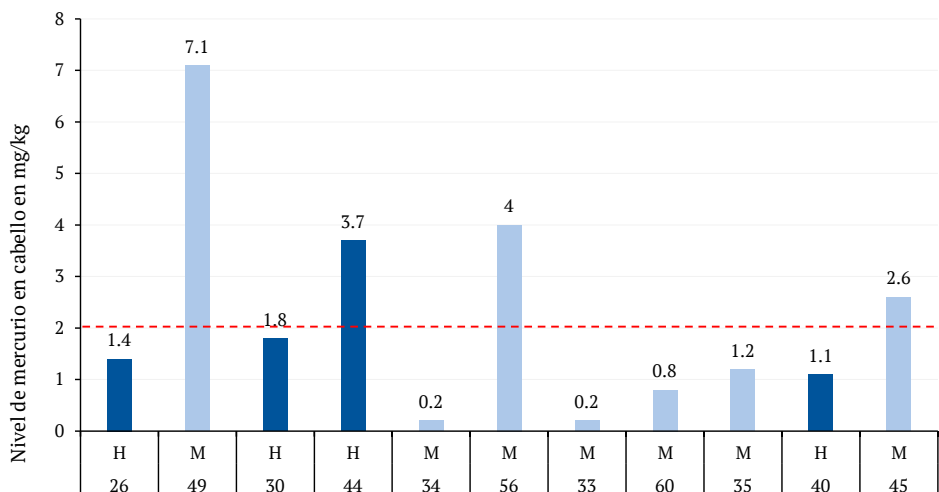


Para las mediciones de niveles de mercurio, se tomaron muestras de cabello a 11 personas, y de sangre a dos participantes cuyo cabello era demasiado corto. Los resultados identificaron en quienes se tomó muestra de cabello, a cuatro personas con niveles superiores al límite de referencia. Otros dos tenían niveles cercanos al límite superior, mientras que los cinco restantes presentaron niveles de mercurio en cabello inferiores al límite de referencia. Los dos participantes en quienes se tomó muestra en sangre presentaron valores inferiores al límite definido para sangre. Así, un 15.39% (n = 2/13) tuvieron niveles de mercurio cercanos al límite superior,

mientras el 30.76% (n = 4/13) lo superaron, lo cual se relaciona con un mayor riesgo de toxicidad crónica (figura 4).

En total, el 46.15% (n = 6/13) de los participantes presentaron niveles de mercurio en un rango cercano al límite superior o valores por arriba del mismo; solo dos cumplían con el criterio de consumo diario de pescado, como antecedente de exposición ambiental. Hay que destacar que el nivel más alto de mercurio fue el de una mujer (7.10 mg/kg), en ausencia del antecedente de exposición ambiental u ocupacional indagado, quien por otra parte tenía esquiras retenidas de AEI.

Figura 4 | Niveles de mercurio en mg/kg en personas evaluadas, según sexo y edad



Discusión

Como ya fue mencionado antes, cualquier nivel de plomo o mercurio en el cuerpo es riesgoso para la salud humana (Londoño Franco et al., 2016); y todas las personas supervivientes de la masacre de Bojayá estudiadas presentaban niveles biológicos positivos para ambos metales, lo que muestra que se requiere reconocer este riesgo para su salud, y estudiarlo e intervenirlos específicamente. Así, se identificó un 38.46% de participantes con niveles de plomo cercanos al límite superior de referencia; y un 30.70% con niveles de mercurio en cabello superiores al límite de referencia, lo cual indica exposición crónica con elevado riesgo de toxicidad igualmente crónica.

Es especialmente significativo el hallazgo de los niveles más altos de plomo así como de los más altos de mercurio en mujeres con esquiras aún retenidas en su cuerpo luego del AEI de Bojayá, en ausencia de otras exposiciones ocupacionales o ambientales al correspondiente metal que se encontró elevado en el organismo de cada una de ellas. En el marco del tipo de estudio que se emprendió, el cual no permite efectuar aseveraciones sobre causalidad entre unos y otros eventos, queda sentada esta evidencia preliminar sobre la posible importancia de las esquiras del AEI de Bojayá en la generación de riesgos de toxicidad crónica por metales en quienes aún las portan, situación que amerita estudio y manejo específico y detallado a futuro para la totalidad de las víctimas de dicho evento, y para quienes sobreviven a la fecha con esquiras en sus cuerpos. Es de resaltar que la persona con los niveles más altos de plomo en sangre, quien estaba expuesta a esquiras de AEI, también presentaba niveles de mercurio en cabello por encima del límite superior de referencia.

Así mismo, en todos los casos analizados se pudieron identificar distintos síntomas compatibles con posible toxicidad de uno u otro metal, o incluso para ambos; pero en ningún caso la exploración física con enfoque toxicológico permitió constatar la presencia de los cuadros clínicos que permitieran asignar un diagnóstico categórico de intoxicación por cualquiera de los dos metales mencionados, aunque se detectaron algunos signos clínicos específicos. Se requeriría realizar otras pruebas complementarias para evaluar si existe alteración en la funcionalidad de algunos sistemas que se pueden ver afectados por estos metales.

En lo concerniente a los hallazgos relativos al mercurio, además de compartir el antecedente de haber sobrevivido a la explosión de un AEI y a la presencia de esquiras o residuos del artefacto en su cuerpo; en la mayoría de los casos, las personas evaluadas proceden

de una zona con condiciones ambientales similares, en las que la presencia de contaminación por mercurio como consecuencia de actividades de minería del oro es un factor generador potencial de riesgo común de toxicidad crónica por mercurio.

De hecho, el promedio de los valores de mercurio en cabello en la población evaluada fue de 2.19 mg/kg (rango 0.2 – 7.1), superior al reportado en otros estudios realizados en la región biogeográfica del Chocó, como el realizado por Palacios y sus colaboradores que enfatizó en zonas rurales de alta explotación aurífera ilegal e incluía zonas urbanas comercializadoras de oro (Palacios-Torres et al., 2018), en donde se informaron valores de mercurio en cabello de habitantes de Quibdó (Chocó) con promedio de 1.26 µg/g, y de 0.67 µg/g para habitantes de Paimadó, siendo estas unidades equiparables a las usadas en el presente estudio. Estas mediciones muestran en nuestros casos un nivel más elevado que puede deberse a la existencia de exposiciones concurrentes debidas al contexto aurífero regional, que son compartidas por los casos estudiados.

Por otro lado, las evaluaciones de mercurio en cabello realizadas por Salazar y colaboradores en el municipio de Tadó, Chocó (Salazar-Camacho et al., 2017) arrojaron un promedio de 2.48 ppm. Este dato se relacionó con el consumo de pescado, pues se encontraron niveles más elevados entre quienes eran consumidores habituales de este alimento. Estos valores son ligeramente superiores a los obtenidos para la serie de casos de supervivientes de la masacre de Bojayá, si se considera que las unidades de medida de ambos estudios también son equiparables; lo anterior respalda que la presencia de mercurio asociado con la actividad minera de la región representa un riesgo de exposición compartido por todos los habitantes de la zona, que no obstante es especialmente grave en localidades en que directamente se realiza explotación minera aurífera ilegal de modo frecuente, como en Tadó.

En cualquier caso, se trataría de una exposición relacionada con el conflicto armado de manera indirecta, pues la explotación minera ilegal se imbrica con las dinámicas de tal conflicto en el Chocó (Leal Esper, 2019). También se pueden generar depósitos de galena o sulfato de plomo en territorios de minería de oro, actividad que contamina las fuentes de agua y alimentos, lo cual, a su vez, produce exposición ambiental al plomo (Kirschbaum y Murray, 2011).

Al respecto, un estudio con 171 niños entre 5 y 14 años, habitantes de la cuenca del río Atrato, en los municipios de Río Quito, El Carmen del Atrato y Unguía, encontró un total de 32 niños (18.71%) con concentraciones de mercurio y plomo en sangre por encima de los valores límite de 5 µg/dl y 3.5 µg/dl,

respectivamente. En cuanto a los niveles de plomo, el 6.4% de los niños ($n = 11/171$) presentaron niveles arriba del límite señalado, entre 3.60 - 5.47 $\mu\text{g}/\text{dl}$: siete de Río Quito tuvieron concentraciones entre 3.60 y 4.83 $\mu\text{g}/\text{dl}$, mientras en Unguía tres presentaron niveles entre 3.59 y 4.60 $\mu\text{g}/\text{dl}$, y en Carmen de Atrato uno obtuvo niveles de 5.47 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (Palacios Valoyes, 2023).

En nuestra serie, que empleó unidades de medida comparables con el estudio antes referido, un 38.46% ($n = 5/13$) de los participantes obtuvo niveles sanguíneos de plomo entre 3.93 y 5.15 $\mu\text{g}/\text{dl}$, lo que indica una proporción mayor de personas afectadas por niveles superiores o cercanos al límite superior de referencia establecido. Lo anterior podría ser explicado también, como ya se refirió para el mercurio, porque los supervivientes de Bojayá afrontan exposiciones al plomo concurrentes con las explicables en el contexto aurífero regional compartido con otros habitantes de la cuenca del Atrato.

Así, en torno a los resultados de niveles de plomo en sangre obtenidos, llama la atención que la mayor parte de las personas con niveles cercanos al límite superior de referencia o superior a este compartían el mismo antecedente de esquiras del AEI retenidas en su organismo hasta la fecha, sin antecedente de portar PAF. Es de destacar que estas personas eran mayoritariamente mujeres. Al respecto, vale la pena recordar que, hasta el momento, no se ha podido efectuar una caracterización de las esquiras del AEI recuperadas a partir de las personas supervivientes de Bojayá que han sido intervenidas quirúrgicamente, o desde los cuerpos de las víctimas mortales que fueron exhumados en años recientes, pues las esquiras permanecen bajo cadena de custodia en un proceso judicial abierto en torno a la masacre.

Un análisis químico de las esquiras para determinar su composición permitiría identificar directamente desde la fuente las sustancias con potencial tóxico que pudieran contener, y daría bases para proceder sistemáticamente con las medidas sanitarias correspondientes en favor de las personas afectadas. Lo informado para esquiras de AEI recuperadas a partir de excombatientes de Irak y Afganistán es que se ha logrado identificar presencia de plomo (Gaitens et al., 2016); aunque ello difiere de lo referido para una exploración de niveles séricos de metales tóxicos en muestras biológicas de civiles de Irak con esquiras interiorizadas de AEI, en los cuales no fue detectado ese metal significativamente, aunque sí la presencia de otros metales tóxicos (Aljumaily et al., 2011).

De otro lado, la persona de nuestra serie de casos con antecedentes de PAF retenido y niveles séricos de plomo cercanos al valor límite superior de referencia

es concordante con la literatura en lo que respecta a niveles séricos elevados de plomo en presencia de estos residuos. En tales casos, se ha reportado el desarrollo de patologías relacionadas, por lo que es importante hacerles seguimiento (Samarghandian et al., 2021; Suárez Mendoza, 2016; Vargas Torres, 2020).

De los síntomas informados por los participantes, llama la atención la frecuencia de los relacionados con alteraciones del funcionamiento mental, lo cual genera un dilema etiológico, pues podrían guardar relación con varios tipos de afectaciones concurrentes en este grupo poblacional: trastornos psiquiátricos (depresivos, ansiosos, cognitivos o postraumáticos) y alteraciones psicosociales por la exposición a un evento violento como la masacre y las revictimizaciones posteriores, como ha sido descrito por otros estudios (Daza-Corba et al., 2022; Henríquez-Chacín, 2020; Londoño et al., 2005; Quiceno Toro, 2013; Sardi-Castro, 2019; Suárez Mendoza, 2016; Urrego-Mendoza et al., 2021); las manifestaciones neurológicas de lesión traumática cerebral leve por la onda explosiva, que también se han reportado en otros supervivientes de AEI (Hasoon et al., 2021; Heyburn et al., 2019; Robinson-Freeman et al., 2020); o bien, las alteraciones de la esfera mental resultantes de toxicidad crónica por metales como los que fueron explorados en este estudio, o algún otro agente tóxico diferente.

Algo similar ocurre, por ejemplo, con la sensación de debilidad o las parestesias secundarias a cicatrices, casos en los que se solapan tales manifestaciones con las que podrían surgir como consecuencia de intoxicación crónica por metales (Daza-Corba et al., 2022; Moreno-Martínez et al., 2021). Los casos positivos para posible toxicidad por mercurio y plomo identificados en este estudio evidencian dificultad diagnóstica e invitan a no relacionar directamente cualquier sintomatología presentada por los supervivientes de un AEI con las secuelas psicosociales o psiquiátricas que tal exposición puede conllevar sin haber descartado antes otras posibles etiologías concurrentes.

Así mismo, esos casos obligan a considerar la etiología toxicológica ante los síntomas aparentemente neuropsiquiátricos o psicológicos que sean exhibidos por víctimas del conflicto armado interno en Colombia, cuando estas habitan o proceden de zonas en que se desarrollan actividades de minería ilegal y otras que implican potencial contaminación del ambiente con metales tóxicos, independientemente de que hayan estado expuestas a victimizaciones que también pudieran explicarlos.

La exposición crónica ambiental a mercurio por ingesta de alimentos, especialmente pescado y agua contaminada se comportaría como un potencial factor

de riesgo con capacidad de originar varias de esas alteraciones; el hallazgo de mercurio en cabello en todas las personas evaluadas lo insinúa, especialmente los hallazgos de valores elevados claramente relacionados con exposición crónica.

En quienes se midió mercurio en sangre, cuando se identificaron valores inferiores al límite, no se descarta la exposición crónica, pues tal matriz solo permite aproximarse a exposiciones recientes. Los hallazgos de mercurio en cabello hacen necesario realizar pruebas neurológicas y valoraciones paraclínicas complementarias para aclarar la severidad de los efectos derivados de la toxicidad crónica por mercurio en relación con una exposición variable con potencial de originar un efecto acumulativo a lo largo de los años, y se hace necesario tomar medidas para reducir dichos valores, como el tratamiento con quelantes y el control de la exposición al metal.

Con respecto a la exposición a esquiras de AEI y PAF, es importante reconocer, sobre la base de hallazgos cercanos o superiores al límite de referencia para el plomo en sangre en los casos analizados, que para poblaciones habitantes en zonas de CAI en que las personas suelen estar expuestas a este tipo de eventos traumáticos, la toxicidad crónica por plomo ha de ser tomada en cuenta en el marco del estudio de síntomas y signos neurológicos, psiquiátricos y psicológicos.

Del mismo modo, en los casos concretos evidenciados está indicado continuar exploraciones de posibles fuentes de exposición ambiental no contempladas y efectuar las exploraciones complementarias de tipo neurológico, neuropsicológico y paraclínico que permitan comprender a profundidad el impacto real y brindar el tratamiento adecuado. Adicionalmente, resultaría de gran valor poder realizar estudios radiológicos que permitieran documentar la presencia, la ubicación exacta y el tamaño de las respectivas esquiras para definir si retirarlas es menos riesgoso que dejarlas alojadas y con esto mejorar su calidad de vida. Hasta el momento ha sido imposible una valoración radiológica sistemática de estos casos para el estudio por su dispersión y difícil contacto, además de temas logísticos; sin descontar las barreras de acceso que han sido impuestas por el sistema general de seguridad social en salud a los supervivientes de la masacre de Bojayá en múltiples casos, y que han posibilitado la formulación de diagnósticos y tratamientos incompletos luego de más de dos décadas desde el incidente.

De otro lado, con base en la experiencia previa reportada desde centros de vigilancia epidemiológica implementados en Norteamérica para el seguimiento a veteranos supervivientes de las guerras de Irak y Afganistán con residuos de AEI en su organismo, se

sabe que es ideal efectuar un análisis de la composición química de tales fragmentos recuperados en las víctimas con el fin de efectuar tamizajes periódicos de rutina por medio de muestras biológicas enfocadas en los componentes de las esquiras recuperadas, incluidos aluminio, arsénico, cadmio, cromo, cobalto, cobre, hierro, plomo, manganeso, molibdeno, níquel, tungsteno, uranio y zinc (Gaitens et al., 2016).

En cuanto al análisis de metales pesados en muestras biológicas de civiles supervivientes de AEI en Irak, se han encontrado niveles significativamente elevados de cobre, cadmio, níquel y zinc (Aljumaily et al., 2011). No se identificaron estudios publicados que hubiesen realizado análisis similares sobre composición de esquiras o niveles séricos de metales tóxicos en supervivientes de AEI en Colombia.

Llama la atención que dos personas del grupo evaluado no refirieron durante esta valoración clínica tener residuos de esquiras en su cuerpo, aunque en el pasado las reportaron, y presentan actualmente síntomas similares al resto, lo que hace pensar que existe alguna otra condición que influye en el cuadro que refieren los pacientes. Es interesante mencionar que varios de los evaluados comentaron que después de la explosión del AEI percibieron un olor muy intenso, y presentaron irritación ocular y de vías respiratorias varios días posteriores al evento. Debido a que se desconoce el contenido real del AEI al que estuvieron expuestos, surge la inquietud al respecto de la adición al artefacto de algún agente con potencial de generar toxicidad crónica tras una exposición inhalatoria, pues esto podría explicar también algunos de los efectos neurológicos crónicos que refieren los pacientes.

Las condiciones de salud reportadas por las personas evaluadas muestran secuelas físicas derivadas de la explosión, con afectación crónica de varios sistemas, principalmente el neurológico y el osteomuscular, sin un patrón específico que permita relacionar dichos hallazgos con un único agente tóxico. Resulta interesante identificar que, pese a las diferencias de edades de los evaluados, varios hallazgos son consistentes entre ellos, lo que indica una posible relación con un factor común de exposición.

Los participantes pertenecen a un grupo poblacional que comparte elementos históricos por exposición al CAI colombiano, pues el departamento de Chocó ha sido escenario común de confrontaciones en busca del dominio territorial de una región donde la inequidad histórica frente a otras zonas del país es persistente (Grupo de Memoria Histórica de la Comisión Nacional de Reparación y Reconciliación, 2010; Londoño et al., 2005; Quiceno Toro, 2013). Tras más de 20 años desde la ocurrencia de la masacre de Bojayá, muchos

sobrevivientes no han recibido diagnóstico completo ni manejo integral frente las condiciones de salud derivadas: no hay suficiente seguimiento y atención por el Estado sobre las condiciones de salud de las víctimas. Las valoraciones realizadas mostraron persistentes efectos crónicos sobre la salud de los participantes, que pueden relacionarse con la exposición a la detonación con su onda explosiva o con toxicidad crónica por metales presentes en los AEI, o a partir de otras fuentes, entre otras causas.

Este estudio permite determinar que los diferentes efectos reportados por supervivientes de Bojayá que tienen residuos de AEI alojados en sus cuerpos podrían relacionarse con la presencia de metales tóxicos en dichas esquilas, e inclusive componentes tóxicos que no fueron evaluados en este estudio. A su vez, permite identificar que las personas afectadas presentan una mayor vulnerabilidad colectiva, que podría estar relacionada con una eventual exposición ambiental a los metales evaluados, plomo y mercurio, la cual puede verse reflejada en un cuadro sindrómico inespecífico. Se trata de un aporte valioso para el conocimiento, pues no se identificó otro estudio realizado en Colombia que explore la toxicidad crónica relacionada con metales presentes en el cuerpo de personas supervivientes de AEI, en este caso de una masacre con gran impacto sobre la población civil, en el marco del CAI.

Es importante reconocer las dificultades que se plantearon para el desarrollo de la investigación por cuenta del inicio de la pandemia de covid-19 inmediatamente antes de poder dar inicio a la fase de trabajo de campo del proyecto; ellas han de tomarse en cuenta en la apreciación de los resultados obtenidos.

Inicialmente, mediante valoraciones médicas llevadas a cabo en 2018, en el contexto de un análisis de situación de salud desarrollado con la comunidad de supervivientes de Bojayá (Urrego-Mendoza et al., 2021), fueron identificadas 22 personas que cumplían criterios para participar en este estudio. Sin embargo, al momento de iniciar las evaluaciones de la posible toxicidad por plomo y mercurio en ellos, se declaró el aislamiento obligatorio por la pandemia de covid-19, lo que hizo imposible desplazarse al Chocó a realizar presencialmente la encuesta de factores de riesgo, junto con la valoración clínica y la toma de muestras programadas para estos 22 potenciales participantes identificados.

Así, durante el año 2020, se coordinó con los líderes comunitarios para contactar a los potenciales participantes usando mediaciones tecnológicas; durante el primer y segundo semestre de 2021 se realizó la fase inicial de recolección de información con los participantes mediante videoconferencias o llamadas

telefónicas para aplicar las encuestas programadas; no obstante, no fue posible contactar por tales medios a la totalidad de las 22 personas inicialmente proyectadas para participar en el estudio.

También debido al confinamiento por la pandemia decretado en Colombia, solo hasta finales del segundo semestre de 2021 pudieron efectuarse las valoraciones clínicas y la toma de muestras biológicas. Esto se realizó en Bogotá, trasladando desde Quibdó (Chocó) a los 13 participantes previamente encuestados, puesto que existieron restricciones administrativas para el desplazamiento de investigadores a terreno durante la pandemia, determinadas por el ente financiador del proyecto.

En suma, el contexto de confinamiento a causa del covid-19 hizo necesario modificar el diseño inicial, y quedaron fuera del estudio habitantes en zonas rurales lejanas que no pudieron ser contactadas. Se limitó así el número de participantes inicialmente definido y se generó un lapso de un año entre la encuesta telefónica y la valoración médica con toma de muestras biológicas. Es posible que en ese lapso se hayan introducido diferencias entre lo reportado en los dos momentos, lo cual se subsanó mediante una nueva exploración de síntomas y exposiciones durante la valoración clínica toxicológica.

Otra dificultad fue la imposibilidad de acceder a un análisis químico de los fragmentos del AEI empleado en Bojayá, dado que se trata actualmente de material probatorio en cadena de custodia; así, las muestras biológicas se analizaron sin contar con referentes específicos sobre la composición de las esquilas, bajo la guía de la revisión bibliográfica previa sopesada a la luz del contexto local. En esa medida, se dejó de lado la constatación de una posible presencia de otras sustancias distintas a las dos exploradas, la cual no puede descartarse.

Para concluir, los resultados obtenidos a partir de las muestras biológicas tomadas a personas supervivientes de la masacre de Bojayá sugieren que las esquilas en su cuerpo pueden contener plomo, aunque el estudio no permite inferir una relación directa y específica entre los síntomas y los signos reflejados por los participantes, y una posible intoxicación crónica por este metal; también debe continuarse explorando la posibilidad de que contengan mercurio, dados los hallazgos obtenidos, aunque ello no ha sido reportado en la literatura. No obstante, tampoco puede descartarse la presencia en las esquilas de otros metales o agentes tóxicos que no se evaluaron en este proyecto.

Para el caso del mercurio, se documentaron valores que reflejan también una exposición al metal particularmente de tipo ambiental por la dieta, pues

aunque pocos participantes cumplieron con el criterio establecido de consumo diario de pescado de río, todos consumían pescado con cierta regularidad, lo cual puede ser un factor de riesgo para desarrollar algunos efectos que puedan relacionarse con los síntomas reportados por los participantes, hipótesis que queda abierta para resolverse en un futuro. En algunos casos se sugiere exposición simultánea al mercurio y al plomo, con niveles de ambos o alguno por encima del límite superior referencial o cercanos a este.

Los hallazgos pueden ofrecer perspectivas útiles para la comprensión de los problemas de salud que afectan a las personas víctimas del conflicto armado o a habitantes en territorios en que este se desarrolla, y también puede ser base para investigaciones futuras que pueden usar muestras más grandes para validar y extender estos resultados. Así, son necesarios estudios adicionales para afirmar la existencia de asociaciones causales entre las exposiciones, los síntomas evidenciados, los hallazgos clínicos y los paraclínicos; igualmente es necesaria la exploración de la composición química de las esquilas extraídas a los afectados y la identificación de fuentes de exposición ambiental que deban ser controladas, así como el seguimiento a sus condiciones de salud y a los resultados de nuevas cuantificaciones biológicas de metales. También es materia futura el diseño de intervenciones integrales en salud para prevención y atención de las poblaciones y territorios afectados por las problemáticas abordadas en este estudio.

Agradecimientos

Al Comité por los derechos de las víctimas de Bojayá y a las personas participantes. Al Instituto de Genética y el Laboratorio de Toxicología de la Universidad Nacional de Colombia por sus instalaciones y equipos. Al Doctorado en Salud Pública de la Universidad Nacional de Colombia por el apoyo logístico y administrativo. Al equipo de investigación por el gran esfuerzo que significó este trabajo en medio de una pandemia.

Conflictos de interés

No se presentó conflicto de interés entre los autores de la presente investigación académica. Declaramos que no tenemos ninguna relación financiera o personal que pudiera influir en la interpretación y publicación de los resultados obtenidos. Asimismo, aseguramos cumplir con las normas éticas y de integridad científica en todo momento, de acuerdo con las directrices establecidas por la comunidad académica y las dictaminadas por la presente revista.

Financiación

Convocatorias para el apoyo a proyectos de investigación y creación artística de la sede Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2019 y 2020; proyectos Hermes 48519 y 51333, Laboratorio de Salud Rural e Intercultural Comunidad de Bojayá, Chocó.

Referencias

- Aguirre Zender, V. y Dávila Revoredo, D. (2021). Contaminación ambiental por mercurio y la salud fisiológica y psicológica del poblador de Huepetuhe-Madre de Dios-2019. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 11435-11456. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1178
- Aljumaily, M. A., Alfhady, N. H. y Hassan, M. M. K. (2011). Serum heavy metals in patients with fragments and shells of improvised explosive devices. *Ann Coll Med Mosul*, 37(1), 8-13. <https://doi.org/10.33899/mmed.2011.32654>
- Álvarez, Á., Yáñez, J., Contreras, D., Saavedra, R., Sáez, P., y Amarasiriwardena, D. (2017). Propellant's differentiation using FTIR-photoacoustic detection for forensic studies of improvised explosive devices. *Forensic science international*, 280, 169-175. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.09.018>
- Argimón Pallás, J., y Jiménez Villa, J. J. (2019). *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*: Elsevier Health Sciences. https://postgrado.medicina.usac.edu.gt/sites/default/files/documentos/investigacion_clinica_y_epidemiologica.pdf
- Arrondo, E. (2020). Consecuencias ambientales de los conflictos armados. *The Political Room*, 1-12. <https://thepoliticalroom.com/blog/guerra-medio-ambiente>
- Balali-Mood, M., Naseri, K., Tahergorabi, Z., Khazdair, M. R. y Sadeghi, M. (2021). Toxic mechanisms of five heavy metals: mercury, lead, chromium, cadmium, and arsenic. *Frontiers in pharmacology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643972>
- Balparda Arias, J. K. (2008). Intoxicación por plomo: una revisión con énfasis en la población pediátrica. *CES Medicina*, 22(1), 43-58. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/view/524>

- Cagüenas, D., Galindo Orrego, M. I., y Rasmussen, S. (2020). El Atrato y sus guardianes: imaginación ecopolítica para hilar nuevos derechos. *Revista Colombiana de Antropología*, 56(2), 169-196. DOI: <https://doi.org/10.22380/2539472X.638>
- Carbonell, G., Bravo, J., Fernández, C., y Tarazona, J. (2009). A new method for total mercury and methyl mercury analysis in muscle of seawater fish. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 83, 210-213. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00128-009-9720-x>
- Centeno, J. A., Rogers, D. A., Van der Voet, G. B., Fornero, E., Zhang, L., Mullick, F. G., Chapman, G., Olabisi, A., Wagner, D., Stojadinovic, A. y Potter, B. (2014). Embedded fragments from US military personnel—chemical analysis and potential health implications. *International journal of environmental research and public health*, 11(2), 1261-1278. <https://www.mdpi.com/1660-4601/11/2/1261>
- Charkiewicz, A. E. y Backstrand, J. R. (2020). Lead toxicity and pollution in Poland. *International journal of environmental research and public health*, 17(12), 4385. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124385>
- Charris, V., Guerrero, A., y Barrera, C. (2011). Intoxicación por plomo secundaria a alojamiento de esquilas en el cuerpo. *Acta Médica Colombiana*, 36(4), 200-203. <https://www.actamedicacolombiana.com/ojs/index.php/actamed/article/view/1450>
- Correa Assmus, G. (2015). Restauración ambiental y posconflicto. *Revista de la Universidad de la Salle*, 2015(66), 133-144. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1439&context=ruls>
- Daza-Corba, J. C., Orjuela-Candela, L. A., Parra-Castañeda, A. L., Hernández-Chamorro, C. C., Moreno-Arévalo, N. y Urrego-Mendoza, Z. C. (2022). Intoxicación crónica por metales tóxicos en supervivientes de artefactos explosivos improvisados con fragmentos incorporados y su potencial neoplásico. Revisión sistemática exploratoria. *Medicas UIS*, 35(2). <https://doi.org/10.18273/revmed.v35n2-2022002>
- de Souza, I. D., de Andrade, A. S., y Dalmolin, R. J. S. (2018). Lead-interacting proteins and their implication in lead poisoning. *Critical Reviews in Toxicology*, 48(5), 375-386. <https://doi.org/10.1080/10408444.2018.1429387>
- Díaz, S. y Malagón Rojas, J. (2018). *Evaluación del grado de contaminación por mercurio y otras sustancias tóxicas, y su afectación en la salud humana en las poblaciones de la cuenca del río Atrato, como consecuencia de las actividades de minería*. [Protocolo]. Ministerio de Salud y Protección Social, Colombia. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/protocolo-sentencia-t622-vcolciencias.pdf>
- Environmental Protection Agency [EPA]. (2007). Mercury in sediment and tissue samples by atomic fluorescence spectrometry. *United States Environmental Protection Agency*. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/7474.pdf>
- Farre, R., Herrero, P. y Blanch, M. J. L. (1990). Determinación de plomo en sangre por espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito. *Análisis clínicos: órgano de expresión científica y profesional de la Asociación Española de Farmacéuticos Analistas*, 15(61), 312-314. https://www.insst.es/documents/94886/359017/MB_011_R92.pdf/e77e2c91-c886-46f1-a950-798194110e68
- Fernández Villalobos, N. (2019). Exposición a mercurio de las personas que trabajan en la minería artesanal de oro, Costa Rica, 2015-2016. *Población y Salud en Mesoamérica*, 17(1), 67-94. <https://doi.org/10.15517/psm.v17i1.37789>
- Folstein, M. F., Folstein, S. E. y McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Gaitens, J. M., Centeno, J. A., Squibb, K. S., Condon, M. y McDiarmid, M. A. (2016). Mobilization of metal from retained embedded fragments in a blast-injured Iraq war veteran. *Military medicine*, 181(6), e625-e629. <https://academic.oup.com/milmed/article/181/6/e625/4158315>
- Gallegos, M., Morgan, M. L., Cervigni, M., Martino, P., Murray, J., Calandra, M., Razumovskiy, A., Caycho-Rodríguez, T. y Gallegos, W. L. A. (2022). 45 Years of the mini-mental state examination (MMSE): A perspective from ibero-america. *Dementia & Neuropsychologia*, 16, 384-387. <https://doi.org/10.1590/1980-5764-DN-2021-0097>

- Grupo de Memoria Histórica de la Comisión Nacional de Reparación y Reconciliación. (2010). *Bojayá: la guerra sin límites. Informe del Grupo de Memoria Histórica de la Comisión Nacional de Reparación y Reconciliación*. Semana - Taurus. <https://centrodememoriahistorica.gov.co/bojaya-la-guerra-sin-limites/>
- Hasoon, J., Urits, I., Berger, A. A. y Viswanath, O. (2021). Interventional pain management for a patient with chronic post-traumatic headaches after a traumatic brain injury. *Anesthesiology Intensive Therapy*, 53(3), 279-280. <https://doi.org/10.5114/ait.2021.103521>
- Henríquez-Chacín, B. (2020). Sembrar el futuro, recordar el pasado: plantas y reconfiguración de la vida en Bellavista, Bojayá. *Revista Colombiana de Antropología*, 56(2), 139-168. <https://revistas.icanh.gov.co/index.php/rca/article/view/790>
- Hernández, B. y Velasco-Mondragón, H. E. (2000). Encuestas transversales. *Salud pública de México*, 42(5), 447-455. <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/6263/7483>
- Hernández-Avila, M., Garrido, F. y Salazar-Martínez, E. (2000). Sesgos en estudios epidemiológicos. *Salud pública de México*, 42(5), 438-446. <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/6262>
- Heyburn, L., Sajja, V. S. y Long, J. B. (2019). The role of TDP-43 in military-relevant TBI and chronic neurodegeneration. *Frontiers in neurology*, 10, 680. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00680>
- Jackson, A. C. (2018). Chronic neurological disease due to methylmercury poisoning. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 45(6), 620-623. <https://doi.org/10.1017/cjn.2018.323>
- Kirschbaum, A., y Murray, J. (2011). Minería y aguas ácidas: contaminación y prevención. *Temas de Biología y Geología del NOA*, 1(1), 40-51. http://eprints.natura.unsa.edu.ar/249/1/mineria_aguas_acidas.pdf
- Lastra Mier, R. E. (2015). Degradación medioambiental como consecuencia del conflicto armado en Colombia. *Legem*, 3(1), 59-70. <http://investigaciones.uniatlantico.edu.co/revistas/index.php/legin/article/view/1502>
- Leal Esper, Y. (2019). Minería ilegal, conflicto armado y vulneración al medio ambiente. *Infometric@-Serie Sociales y Humanas*, 2(1). <http://www.infometrica.org/index.php/ssh/article/view/44>
- Llamas-Velasco, S., Llorente-Ayuso, L., Contador, I. y Bermejo-Pareja, F. (2015). Versiones en español del Minimental State Examination (MMSE). Cuestiones para su uso en la práctica clínica. *Revista Neurología*. 61(8), 363-371. <http://psiqu.com/2-44382>
- Londoño Franco, L. F., Londoño Muñoz, P. T. y Muñoz García, F. G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145-153. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
- Londoño, N. H., Muñoz, O., Correa, J. E., Patiño, C. D., Jaramillo, G., Raigoza, J., Toro, L. Restrepo, D. A. y Rojas, C. (2005). Salud mental en víctimas de la violencia armada en Bojayá (Chocó, Colombia) 1. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 493-505. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634403>
- Medina Mosquera, F. M. y Ayala Mosquera, H. J. (2011). Determinación de la contaminación mercurial en personas vinculadas con la minería de oro en el Distrito Minero del San Juan, departamento del Chocó, Colombia. *Revista Bioetnia*, 8(2), 195-206. <https://doi.org/10.51641/bioetnia.v8i2.49>
- Mitra, P., Sharma, S., Purohit, P. y Sharma, P. (2017). Clinical and molecular aspects of lead toxicity: An update. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 54(7-8), 506-528. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408363.2017.1408562>
- Moreno-Arévalo, N. (2021). *Perfil epidemiológico de la población víctima del conflicto armado sobreviviente a la masacre de Bojayá, Chocó. 2018*. [Tesis de Maestría en Salud Pública, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79678?show=full>
- Moreno-Martínez, D. M. y Urrego-Mendoza, Z. C. (2021). Salud auditiva en víctimas afrocolombianas del conflicto armado, sobrevivientes de artefacto explosivo improvisado. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 50(2). <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/1032/873>

- Moreno-Martínez, D. M., Urrego-Mendoza, Z. C., Vásquez-Londoño, C. A. & Piñeros-Cortés, G. (2021). Respuestas comunitarias mediante productos vegetales ante problemas auditivos en población afrocolombiana rural superviviente de artefacto explosivo improvisado. *Jangwa Pana: Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 20(3), 476-501. [https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/1032/873#:~:text=Además%20de%20la%20exposición%20al,previa%20\(26%2C87%20%25\)](https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/1032/873#:~:text=Además%20de%20la%20exposición%20al,previa%20(26%2C87%20%25))
- Oviedo Monroy, C. C. (2017). Mirada reflexiva de las minas antipersonal (MPA), municiones sin explotar (MUSE) y artefactos explosivos improvisados (AEI) en Colombia. Acercamiento desde el análisis de caso. *Collectivus, Revista de Ciencias Sociales*, 4(2), 55-77. <https://doi.org/10.15648/Coll.2.2017.4>
- Palacios Valoyes, E. (2023). *Evaluación de las concentraciones de plomo y mercurio en sangre de la población infantil pertenecientes a la cuenca del Atrato en el Chocó-Colombia*. [Tesis de Maestría en ciencias ambientales, Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/7651>
- Palacios-Torres, Y., Caballero-Gallardo, K. y Olivero-Verbel, J. (2018). Mercury pollution by gold mining in a global biodiversity hotspot, the Choco biogeographic region, Colombia. *Chemosphere*, 193, 421-430. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.160>
- Pedraza, O. L., Sánchez, E., Plata, S. J., Montalvo, C., Galvis, P., Chiquillo, A. y Arévalo-Rodríguez, I. (2014). Puntuaciones del MoCA y el MMSE en pacientes con deterioro cognitivo leve y demencia en una clínica de memoria en Bogotá. *Acta Neurológica Colombiana*, 30(1), 22-31. <https://repositorio.fucsalud.edu.co/handle/001/1517>
- Peralta-Jiménez, J. A. y Urrego-Mendoza, Z. C. (2022). Salud sexual y reproductiva de mujeres afrocolombianas víctimas del conflicto armado en Bojayá, Chocó, Colombia, 2019. Estudio de métodos mixtos. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 73(1), 11-27. <https://revista.fecolsog.org/index.php/rcog/article/view/3763>
- Poma, P. A. (2008). *Intoxicación por plomo en humanos*. *Anales Facultad de Medicina* 69(2), 120-126. <https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/Anales/v69n2/pdf/a11v69n2.pdf>
- Quiceno Toro, N. (2013). Religiosidad y política: Bojayá una década después: viñetas etnográficas de una conmemoración. *Revista Estudios del Pacífico Colombiano*, 1(1), 83-86. <https://revistas.uniclaetiana.edu.co/index.php/Pacifico/article/view/143/99>
- Ramírez, A. V. (2008). Intoxicación ocupacional por mercurio. *Anales Facultad de Medicina*, 69(1), 46-51. <https://sisbib.unmsm.edu.pe/BvRevistas/anales/v69n1/pdf/a10v69n1.pdf>
- Robinson-Freeman, K. E., Collins, K. L., Garber, B., Terblanche, R., Risling, M., Vermetten, E., Besemann, M., Mistlin, A. y Tsao, J. W. (2020). A decade of mTBI experience: what have we learned? A summary of proceedings from a NATO lecture series on military mTBI. *Frontiers in Neurology*, 11, 836. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2020.00836/full>
- Rojas, M., y Villanea, M. (2014). *Mini Mental State Examination (MMSE)*. Instituto de Investigaciones Psicológicas Facultad de Ciencias Sociales Universidad de Costa Rica, 274. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/30379/mini%20mental%20state.pdf>
- Rojas-Gualdrón, D. F., Segura C, A., Cardona A, D., Segura C, Á. y Garzón D, M. O. (2017). Rasch analysis of the Mini Mental State Examination (MMSE) in older adults in Antioquia, Colombia. *CES Psicología*, 10(2), 17-27. <https://doi.org/10.21615/cesp.10.2.2>
- Rojas-Robles, R. (2018). Ambiente y post-acuerdo en Colombia: la construcción de una paz integral y con la naturaleza no-humana. *Gestión y ambiente*, 21(2Supl), 183-192. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2supl.77961>
- Roselli, D., Ardilla, A., Pradilla, G., Morillo, L., Bautista, L., Rey, O. y Camacho, M. (2000). El examen mental abreviado (Mini-Mental State Examination) como prueba de selección para el diagnóstico de demencia: estudio poblacional colombiano. *Revista de Neurología*, 30(5), 428-432. <https://neurologia.com/articulo/99125>

- Salazar-Camacho, C., Salas-Moreno, M., Marrugo-Madrid, S., Marrugo-Negrete, J. y Díez, S. (2017). Dietary human exposure to mercury in two artisanal small-scale gold mining communities of northwestern Colombia. *Environment International*, 107, 47-54. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160412017302428?via%3Dihub>
- Samarghandian, S., Shirazi, F. M., Saeedi, F., Roshanravan, B., Pourbagher-Shahri, A. M., Khorasani, E. Y., Farkhondeh, T., Aaseth, J. O., Abdollahi, M., y Mehrpour, O. (2021). A systematic review of clinical and laboratory findings of lead poisoning: lessons from case reports. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 429, 115681. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34416225/>
- Sardi-Castro, X. (2019). Invencciones frente a lo real del trauma o las voces de las víctimas de la masacre de Bojayá, Chocó. *Affectio Societatis*, 16(30), 11-38. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/affectiosocietatis/article/view/331882>
- Suárez Mendoza, A. (2016). *El papel del Estado frente a las víctimas de minas antipersonal, municiones sin explotar y artefactos explosivos improvisados en Colombia: la responsabilidad interna frente a los casos de víctimas civiles y la responsabilidad internacional en los casos de los erradicadores manuales de coca*. [Tesis de Maestría en Defensa de los Derechos Humanos y el Derecho Internacional Humanitario ante Organismos, Tribunales y Cortes Internacionales, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/2272>
- Torres-Castro, S., Mena-Montes, B., González-Ambrosio, G., Zubieta-Zavala, A., Torres-Carrillo, N., Acosta-Castillo, G. y Espinel-Bermúdez, M. (2022). Escalas de tamizaje cognitivo en habla hispana: una revisión crítica. *Neurología*, 37(1), 53-60. <https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-295-articulo-escalas-tamizaje-cognitivo-habla-hispana-S021348531830094X>
- Urrego-Mendoza, Z. C., Piñeros-Cortés, G., Moreno-Arévalo, N., Hernández-Álvarez, M. E., Calderón-Scioville, M. C., Moreno-Martínez, D. M., Rojas-Ordóñez, M. A. y Peralta-Jiménez, J. A. (2021). Situación de salud en una comunidad afrocolombiana sobreviviente a la masacre de Bojayá, Chocó. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 39(1). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/340623>
- Vargas Torres, E. A. (2020). Investigación de la intoxicación secundaria por plomo de un proyectil por arma de fuego retenido en el cuerpo: reporte de caso. *Medicina Legal de Costa Rica*, 37(2), 22-37. <https://www.binasss.sa.cr/ojsalud/index.php/mlcr/article/view/164>
- Varona, E. T., Páez, C. A. y Moreno, A. B. (2017). Artefactos Explosivos Improvisados, Atención En Ambientes Austeros. *Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery*, 6(2), 61-67. <https://www.pajtcces.com/doi/PAJT/pdf/10.5005/jp-journals-10030-1174>
- Yang, L., Zhang, Y., Wang, F., Luo, Z., Guo, S. y Strähle, U. (2020). Toxicity of mercury: Molecular evidence. *Chemosphere*, 245, 125586. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653519328267>
- Yawei, S., Jianhai, L., Junxiu, Z., Xiaobo, P. y Zewu, Q. (2021). Epidemiology, clinical presentation, treatment, and follow-up of chronic mercury poisoning in China: a retrospective analysis. *BMC Pharmacology and Toxicology*, 22(1), 25. <https://bmcpharmacoltoxcol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40360-021-00493-y>