



REVISIONES

Una revisión sobre investigaciones en salud y seguridad de familias mineras del San Jorge, Colombia

A review on research on health and safety of mining families in San Jorge, Colombia

Luz Dary Ripoll¹
Carlos Federico Molina¹
Roger Elí Torres²
Danny J. Lorduy²

¹ Universidad CES Medellín, Colombia.

² Universidad de Córdoba, Colombia. dlorduyflorez@correo.unicordoba.edu.co

<https://doi.org/10.6018/eglobal.570271>

Recibido: 17/05/2023

Aceptado: 14/08/2023

RESUMEN:

Introducción: Este artículo tuvo como objetivo analizar los aportes de investigaciones relacionadas con variables relevantes sobre estado actual de seguridad y salud de familias del San Jorge por mercurio provenientes de actividades mineras, permitiendo vislumbrar posibles consecuencias futuras a la salud de las comunidades de Ayapel – Córdoba en el Caribe colombiano a partir de los significados y prácticas desarrolladas y sistematizadas en las diferentes fuentes de información.

Metodología: La revisión estuvo comprendida entre 2010- 2022 mediante una revisión sistemática de literatura y metaanálisis según PRISMA utilizando diferentes descriptores en las bases de datos Scopus, Scielo y PUBMED, así como en la normativa colombiana.

Resultados: Se obtuvieron las categorías socioambiental, socioeconómica y de salud y enfermedad en donde se evidencia que las publicaciones primarias son evidentemente analíticas y sociodemográficas, las cuales develan diferentes problemas de tipo socioambiental y sintomatológicas asociadas a la toxicidad y genotoxicidad del mercurio proveniente principalmente de la minería artesanal e ilegal.

Conclusiones: Los estudios realizados se concentran principalmente en el departamento de Córdoba, mostrando la necesidad de realizar investigaciones en otras zonas del país enfocadas desde la salud pública. Lo anterior implica incidir sobre la problemática planteada y que se suma debidamente abordada y teorizada desde las otras disciplinas científicas y desde la Salud pública auspiciando nuevas líneas investigativas interdisciplinarias con el objetivo de prevenir y brindar conocimiento oportuno sobre las afectaciones en la salud de las poblaciones que realizan este tipo de prácticas.

Palabras clave: Contaminación Ambiental; Intoxicación por mercurio; Revisión sistemática; Salud Pública; Industria minera.

ABSTRACT:

Introduction: This article aimed to analyze the contributions of research related to relevant variables on the current state of safety and health of families of San Jorge by mercury from mining activities, allowing to glimpse possible future consequences to the health of the communities of Ayapel - Córdoba in the

Colombian Caribbean from the meanings and practices developed and systematized in the different sources of information.

Methodology: The review was carried out from 2010 to 2022 and was conducted through a systematic literature review and meta-analysis following PRISMA using different descriptors in the Scopus, Scielo and PUBMED databases, as well as in the Colombian regulations.

Results: socio-environmental, socioeconomic and health and disease categories were obtained where it revealed that primary publications were evidently analytical and sociodemographic, which reveal different socio-environmental and symptomatological problems associated with the toxicity and genotoxicity of mercury coming mainly from artisanal and illegal mining.

Conclusions: Conclusions: The studies conducted primarily focus on the department of Córdoba, highlighting the need for research in other regions of the country, with a focus on public health. This implies addressing the raised issue and properly addressing it, theorizing it from other scientific disciplines and from the perspective of public health, promoting new interdisciplinary research lines with the aim of preventing and providing timely knowledge about the health impacts on populations engaged in such practices.

Keywords: Environmental Pollution; Mercury Poisoning; Systematic Review; Public Health; Mining Industry.

INTRODUCCIÓN

Dado que los minerales son la base de la mayoría de las industrias, la minería se practica en casi todos los países del mundo⁽¹⁾. En algunos casos, sirven como una fuente significativa de inversiones y dividendos extranjeros representando una parte importante del PIB mundial⁽²⁾. El modelo de negocio de la industria minera se centra en agregar valor económico a los recursos de la tierra a través de una serie de actividades que comienzan con la extracción de material mineralizado y continúan con la conversión de un producto derivado de mayor pureza para su comercialización⁽³⁾. Estas actividades tienen efectos en la economía, el ambiente, la fuerza laboral y las condiciones sociales, no solo en las naciones o regiones donde se lleva a cabo la explotación, también a escala mundial⁽⁴⁾.

Uno de los metales de mayor valor económico es el oro^(5,6). Sin embargo, su relativa escasez y el esfuerzo requerido para extraerlo de la naturaleza generan un alto valor en el mercado, representando alrededor del 80% de todo el mineral producido a nivel mundial⁽⁷⁾. Debido a la actual crisis económica mundial, los países buscan aumentar sus actividades relacionadas con el oro como una forma de mantener estables sus economías durante tiempos de inestabilidad significativa⁽⁸⁾. Esto ha llevado a un aumento en la extracción de este preciado mineral en varias partes del continente americano⁽²⁾.

En Colombia, la producción de oro ha aumentado de 35,8% toneladas en 2015 a 53,6% toneladas en 2020 y se espera que aumente en esta década en un 51% más, debido a que se considera esencial para el crecimiento económico del país⁽²⁾. Uno de los métodos más populares para la extracción de este metal es la minería aurífera, mediante la amalgamación con mercurio; este último presenta derivaciones en varios estados de aglomeración^(6,9). No obstante, estos productos presentan un alto contenido en metales pesados y potencial de toxicidad los cuales tienden a ser absorbido por los seres vivos a través de su bioacumulación debido a su lenta eliminación por el organismo⁽¹⁰⁾.

Las explotaciones artesanales de oro se dan en varias partes del país⁽¹⁾, particularmente, la zona de Ayapel, Córdoba, se han enfocado los estudios para

analizar este flagelo en su población. Esta se localiza en el extremo nororiental del Colombia en donde se sitúa el río San Jorge y la ciénaga de Ayapel ^(10,11). Actualmente, Ayapel tiene una población total de 56.082 habitantes, su economía se basa en la agricultura el cual es del 52% y la minería es el 27%, la cual se realiza en los alrededores de este río, es allí donde se concentra la problemática de la minería artesanal o informal perteneciente, en algunos casos, por dominancia de grupos armados al margen de la ley⁽²⁾.

Estas problemáticas ambientales afectan la calidad del agua debido a la contaminación por mercurio⁽¹⁰⁾, así como riesgos de inestabilidad en canteras y el deterioro de la capa vegetal sin ninguna posibilidad de recuperación por la falta de protección del suelo orgánico^(6,8). Estos procedimientos impactan negativamente los procesos ecológicos, alteran la productividad, disminuyen la biodiversidad y afectan la salud de las personas expuestas a estos contaminantes^(8,10).

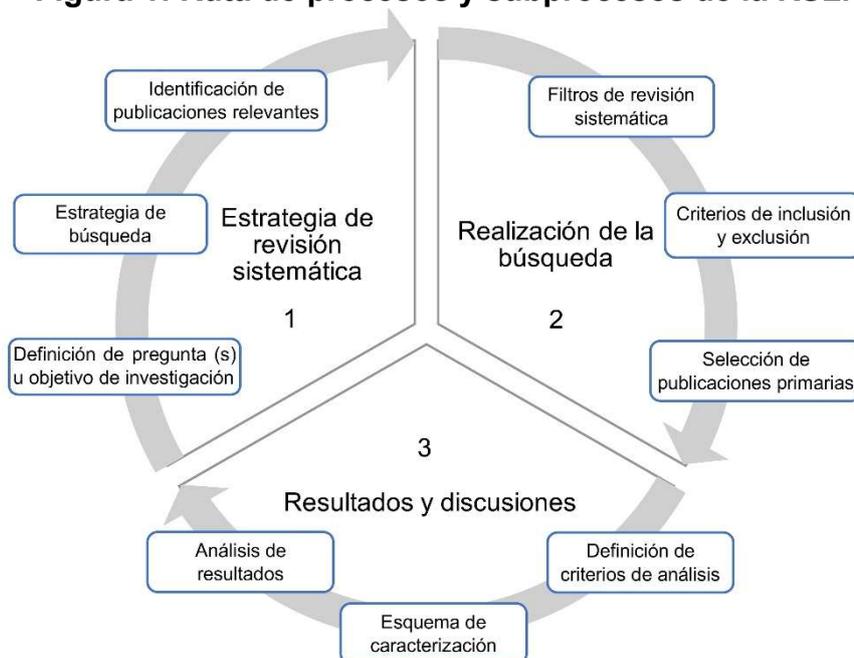
En virtud de lo anterior, el desarrollo pleno del presente estudio se centró en analizar los aportes de investigaciones relacionadas con variables relevantes sobre el estado actual de seguridad y salud de familias del San Jorge por mercurio provenientes de actividades mineras mediante una revisión sistemática de literatura (en adelante RSL) que permitan vislumbrar posibles consecuencias futuras a la salud de las comunidades de Ayapel – Córdoba a partir de los significados y prácticas desarrolladas y sistematizadas en las diferentes fuentes de información.

METODOLOGÍA

Esta investigación utilizó una ruta de procesos y subprocesos para realizar la RSL, la cual se muestra en la figura 1 y contiene los siguientes apartados: (i) estrategia de revisión sistemática: en este proceso se definió el objetivo o pregunta de investigación, se creó la estrategia de búsqueda e identificación de publicaciones relevantes; (ii) realización de la búsqueda: aquí se filtró sistemáticamente las publicaciones no relevantes para el estudio a partir de los criterios de inclusión y exclusión, seleccionando las publicaciones primarias o analíticas y (iii) resultados y discusiones: en donde se definieron los criterios de análisis, realización del esquema de caracterización y análisis de los resultados.

En lo que respecta al momento de análisis cualitativo, se buscó dar análisis e interpretación de las diferentes fuentes de información en respuesta al objetivo de esta investigación. Posteriormente, el estudio completo construye comprender posibles consecuencias futuras a la salud de estas comunidades a partir de los significados y prácticas desarrolladas, mediante patrones enmarcados estadísticamente como indicios o señales.

Figura 1: Ruta de procesos y subprocesos de la RSL.



Nota: Elaboración de los autores.

Estrategia de revisión sistemática

La estrategia utilizada se fundamentó en los *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Protocols* (PRISMA)⁽¹²⁾, estos se basan en describir métodos racionales, de hipótesis y planificados de la RSL, proporcionando las razones por las cuales se realiza, desde el punto de vista metodológico y analítico preestablecido, evitando consigo sesgos y la toma de decisiones arbitrarias durante su realización⁽¹²⁾.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda de la información se realizó empleando palabras en idioma inglés y español utilizando operadores booleanos “AND” o “AND/WITH” para incluir y conectar todos los términos especificados. También se utilizó “OR” para ampliar la búsqueda arrojando información sobre uno o ambos términos especificados, separándose dos de los tres términos mediante las combinaciones posibles. Se buscó toda la información limitando la misma a títulos, resumen o abstract, manuscritos de conferencias, capítulos de libros y artículos publicados en revistas científicas presentados en bases de datos internacionales utilizando *PUBMED*, *Scielo* y *Redalyc* con los siguientes términos de búsqueda: estrategia familiar, afrontamiento familiar, funcionalidad (funcionamiento) familiar, conexión familiar, riesgo familiar, estrategias de mitigación, resiliencia familiar, estrés familiar, adaptación familiar + salud, utilizando los términos MeSH para las bases de datos en idioma inglés y los de DeCS para las bases de datos en español.

Identificación de publicaciones relevantes

La identificación de las publicaciones relevantes para este estudio se realizó utilizando cadenas de búsqueda en las librerías digitales para reducir el sesgo durante la revisión (Tabla 1). Por tanto, se utilizaron palabras clave relacionadas con el objeto de estudio de esta investigación, ajustándose a los formatos de las bases de datos seleccionadas. Posteriormente, se filtró la información a partir de criterios de inclusión y exclusión

previamente establecidos, pues se habilitó inicialmente la opción “*todos los campos*” lo que significó que los términos pudieran ubicarse dentro del artículo, título, resumen y palabras clave, ampliando aún más el espectro de publicaciones asociadas al estudio.

Tabla 1: Bases de datos y cadenas de búsqueda para la RSL

Bases de datos	Cadenas de búsqueda
Scopus	“Minería ilegal”; “Salud Y/CON Familias de Ayapel”
Scielo	“Salud Y/CON Familias de Ayapel”; “Intoxicación por mercurio O Minería en Ayapel” AND “MeSH”
PUBMED	“Salud Y/CON Familias de Ayapel”; “Intoxicación por mercurio O Minería en Ayapel” AND “DeCS”

Filtros de revisión sistemática

Durante la selección de las publicaciones primarias se llevaron a cabo los siguientes filtros de revisión: (i) se realizó una revisión de los títulos, resumen o abstract de las investigaciones publicadas y (ii) las publicaciones que pasaron el primer filtro se sometieron a una lectura de todo el documento. Por último, a todas las investigaciones finales se les aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión para seleccionar las investigaciones que fueron finalmente analizadas.

Criterios de inclusión y exclusión

Fueron documentos elegibles las publicaciones científicas que tenían relación con intoxicaciones por mercurio en zonas mineras de Ayapel – Córdoba. También, las investigaciones que tenían relación con la salud de familias de estas zonas. De igual forma, todas las publicaciones sobre prevención, seguridad y salud en torno a intoxicaciones por mercurio desde estudios cuantitativos, cualitativos o mixtos.

Por otro lado, se excluyeron publicaciones que no tenían relación con el objetivo de esta investigación o los criterios de inclusión. Además, no se tuvo en cuenta las investigaciones en donde se realizaron estudios sociales, periodísticos o de comunicación informal. Asimismo, las publicaciones que no contenían en su contenido relación con las cadenas de búsquedas y los estudios en donde no se encontraba definido la población participante en función de familias de Ayapel – Córdoba.

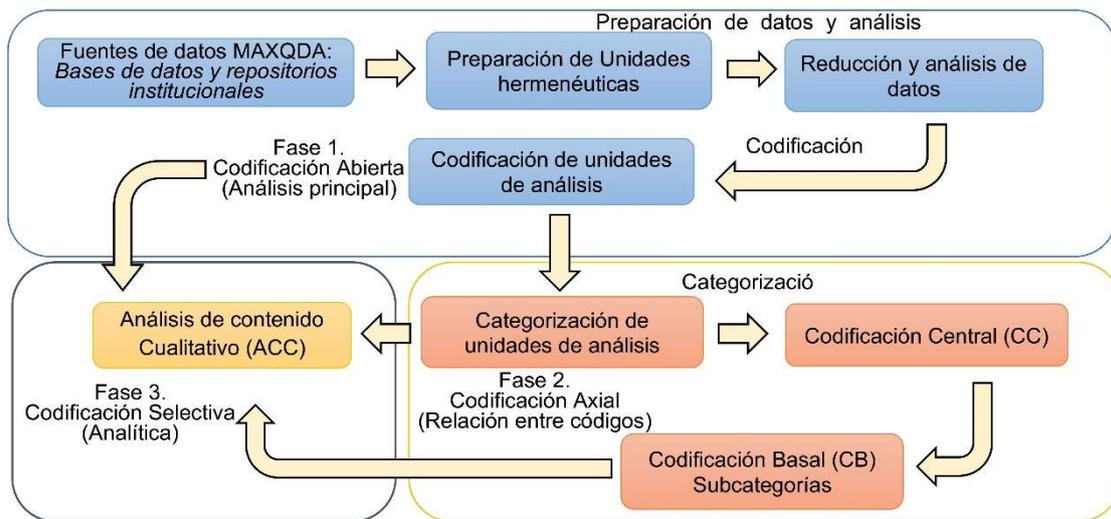
Análisis de datos cualitativos para la obtención de categorías de análisis

Posteriormente, se realizó un análisis del contenido cualitativo (en adelante ACC)⁽¹³⁾, el cual se utilizó para la revisión en profundidad de las publicaciones primarias ya obtenidas de la fase anterior. El análisis de las categorías emergentes se obtuvo a partir de los datos, generando discusiones e interpretaciones las cuales fueron contrastadas con el marco teórico utilizado en esta investigación, enriqueciendo el proceso y evitando el sesgo entre los datos. La confiabilidad interna de esta investigación se reflejó en los resultados obtenidos mediante la utilización de la triangulación de datos por contraste de diferentes fuentes de información. Tales confrontaciones fueron comparaciones útiles destinadas a limitar el efecto de extrapolaciones excesivas y de conclusiones apresuradas.

Se utilizó, además, un sistema de filtro de la información teniendo en cuenta los supuestos teóricos y metodológicos de Creswell & Poth⁽¹⁴⁾, que permitieron realizar

observaciones más descriptivas e interpretativas durante el análisis de los datos provenientes de las distintas fuentes de información. Para lograr el primer objetivo de esta investigación en el ACC se siguieron las siguientes fases sucesivas: (i) preanálisis, (ii) categorización, (iii) codificación selectiva o analítica y (iv) triangulación por contrastación de información, provenientes del marco referencial y en función del problema de investigación. A continuación, se detallan los pasos seguidos para el análisis de los datos y que se muestran en la figura 2.

Figura 2: Plan de análisis de datos cualitativos en MAXQDA.



Nota: Elaboración de los autores.

Fase 1: Preanálisis

Esta fase consistió en organizar el contenido de información proveniente de las distintas fuentes y bases de datos en unidades hermenéuticas o analíticas en las que se siguieron normas analíticas de contenido y modelos paso a paso sin utilizar cuantificación⁽¹³⁾. El propósito fue hacer operativas y sistematizar las ideas iniciales, con el fin de realizar un esquema preciso del desarrollo de operaciones sucesivas en el plan de análisis. En esta fase los datos fueron segmentados según los segmentos de análisis obtenidos y su naturaleza en la elección de las distintas bases de datos, la formulación de los objetivos de la investigación y el desarrollo de patrones de información que sustenten la interpretación de los datos⁽¹³⁾. Luego se agrupó y separó el contenido específico, de modo que, fuera pertinente para el objeto de estudio de la investigación. Por lo tanto, fueron reducidos los datos mediante el proceso de codificación abierta, para conseguir conceptos e ideas que contienen el origen de los datos y mostrar los pensamientos, concepciones y significados.

Fase 2. Categorización

En esta fase del proceso del ACC se realizó una codificación axial que consiste en ahondar en las conceptualizaciones alrededor de una categoría central emergente y subcategorías de respaldo analítico. Además, permitió recopilar nuevos datos necesarios, con el propósito de lograr mayor definición o concurrencia de los códigos pertenecientes a la categoría generada. Para identificar la relación entre los códigos

iniciales, los investigadores compararon las clasificaciones de la codificación con el objeto de estudio y el marco de referencia de la investigación.

Fase 3. Codificación selectiva o analítica

En fase del ACC los códigos más relevantes para el objeto de estudio de la investigación fueron comparados y contrastados con el marco referencial. En este sentido, se compararon y confrontaron con el marco teórico, mediante la utilización del análisis selectivo o analítico, el cual generó discusiones e interpretaciones más profundas y críticas para la investigación.

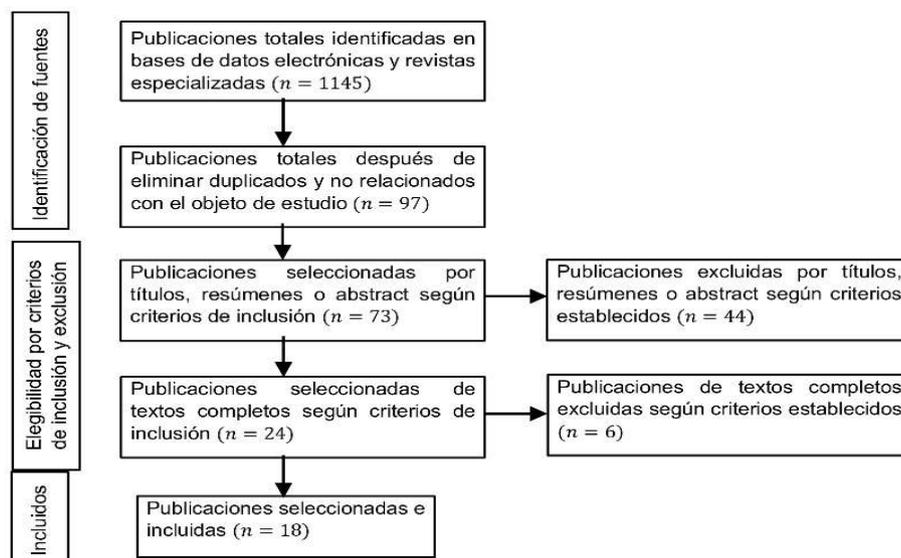
Fase 4. Triangulación por contraste de información

El proceso de triangulación por contraste de información, permitió reunir y cruzar dialécticamente toda la información pertinente al objeto de estudio de la investigación y que en esencia constituye el corpus de resultados analíticamente fundamentados⁽¹³⁾. Asimismo, permitió utilizar distintos puntos de vista garantizando una mayor precisión en el análisis e incrementando la validez de los resultados obtenidos y contrastando los datos de diferentes fuentes, ofreciendo de esta manera la complementariedad requerida para este tipo de estudios⁽¹³⁾.

RESULTADOS

Los resultados de la búsqueda anterior muestran un total de 18 artículos seleccionados como publicaciones primarias. La figura 3 muestra un diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda según PRISMA.

Figura 3. Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda según PRISMA



Es preciso aclarar que se establecieron tres categorías centrales del análisis del contenido de las publicaciones (tabla 2), de ellas, doce documentos corresponden a la categoría *Socioambiental (SA)*, tres para *Socioeconómica (SEc)* e igual número para *Salud y enfermedad (SE)*, sin considerar el rango de tiempo y que no se hace una

distinción entre los idiomas por constituir una posibilidad más amplia de búsqueda, además al utilizar Google académico para la búsqueda, ayudó a proporcionar muchos más documentos de interés para el presente estudio.

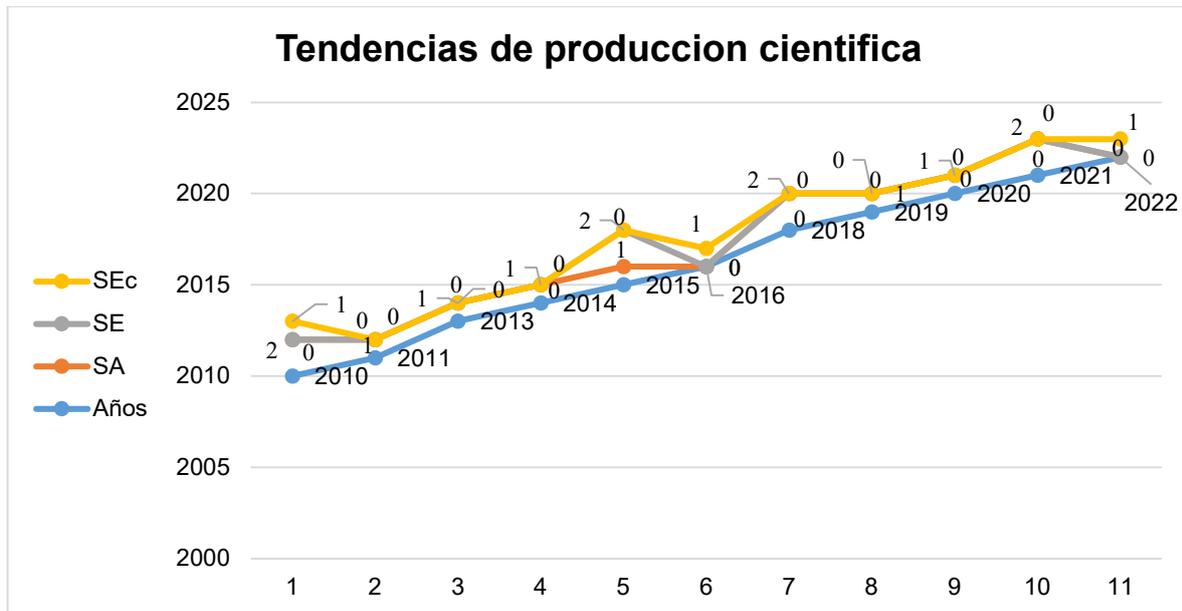
Tabla 2: Análisis del contenido cualitativo de publicaciones primarias

Categorías de análisis	Subcategoría	Cantidad de publicaciones	Porcentaje (%)
Socioambiental	Cultura ambiental	3	16,667
	Manejo de residuos mineros	2	11,111
	Análisis fisicoquímicos	7	38,889
Socioeconómica	Tensiones entre minería y ambiente	1	5,556
	Límites entre minería artesanal y minería ilegal	1	5,556
	Conflicto armado interno	1	5,556
Salud y enfermedad	Intoxicación por metil-mercurio	2	11,111
	Salud, seguridad y protección laboral	1	5,556
	Totales	18	100%

El análisis de los dieciocho documentos seleccionados a partir de las preguntas de la tabla 1, condujo a las siguientes premisas respecto a las tendencias de producción científica en los últimos años para el tema de interés, se observa una constante de producción en el periodo 2010-2020 y un desarrollo de la productividad a través de los años con tendencia a mayor trabajo investigativo entre el período 2019-2020, debido a que para el año 2021, la tendencia disminuye a dos publicaciones como se observa en la figura 4. En Colombia, el departamento en donde prevalecen las publicaciones analizadas corresponde a Córdoba, ya que ocho de las dieciocho publicaciones se realizaron teniendo en cuenta este territorio.

En segundo lugar, se encuentran los departamentos de Antioquia con una producción acumulada de cinco publicaciones, en tercer lugar, Bolívar y Bogotá con tres publicaciones, las cuales fueron en colaboración de varias universidades e investigadores.

Figura 4: Tendencias de producción científica para los 18 publicaciones primarias



Nota: La tendencia de producción científica se acotó desde el 2010 al 2022. Las categorías que se abrevian en la figura corresponden a SEc: Socioeconómica, SE: Salud y Enfermedad y SA: Socioambiental.

Con relación al idioma de las publicaciones, el español es el más utilizado con un total de quince trabajos investigativos frente al idioma inglés, el cual registra tres publicaciones. Respecto a las investigaciones de mayor relevancia científica, se tiene que los artículos de revista cuentan con un mayor impacto de publicación en términos del número de citas encontradas. Lo anterior era de esperarse, de acuerdo con el tipo de publicaciones registradas en los hallazgos de estas investigaciones, debido a que las tesis en repositorios del Fondo editorial de la Universidad Nacional de Colombia (unal.edu.co) y de la Universidad de Córdoba (unicordoba.edu.co) no cuentan con el mismo impacto que los artículos de revistas como Salud Pública, Biomédica, Revista Colombiana de Biotecnología, Rev MVZ Córdoba. El listado de publicaciones primarias que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión se detallan en la tabla 3, en donde también se muestran las categorías obtenidas de la revisión en profundidad utilizando el análisis del contenido cualitativo (ACC).

Tabla 3: Publicaciones primarias seleccionadas para análisis de resultados

Referencia	Publicaciones primarias	Categorías
Marrugo J, Lans E, Benítez L. (2010).	Hallazgo de mercurio en peces de la Ciénaga de Ayapel, Córdoba ⁽⁷⁾ .	Socioambiental
Gracia H. L, Marrugo N. J, Alvis R. E. (2010).	Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia ⁽¹⁰⁾ .	Salud y enfermedad
Marrugo J, Benítez LN, Olivero J, Lans E, Gutiérrez FV. (2010)	Spatial and seasonal mercury distribution in the Ayapel Marsh, Mojana region, Colombia ⁽¹⁵⁾ .	Socioambiental
Madero, A., & Marrugo, J. (2011).	Detección de metales pesados en bovinos, en los valles de los ríos Sinú y San Jorge, departamento de Córdoba, Colombia ⁽¹⁶⁾ .	Socioambiental

Rúa Cardona AF, Flórez Molina MT, Baena JP. (2013)	Variación espacial y temporal en los contenidos de mercurio, plomo, cromo y materia orgánica en sedimento del complejo de humedales de Ayapel, Córdoba, noroccidente colombiano ⁽¹⁷⁾ .	Socioambiental
Díaz-Arriaga (2014)	FA. Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano ⁽¹⁸⁾ .	Socioambiental
Calao CR, Marrugo JL. (2015)	Efectos genotóxicos en población humana asociados a metales pesados en la región de La Mojana, Colombia ⁽⁶⁾ .	Salud y enfermedad
Casas IC, Gómez E, Rodríguez LM, Girón SL, Mateus JC. (2015)	Hacia un plan nacional para el control de los efectos del mercurio en la salud en Colombia ⁽¹⁹⁾ .	Salud y enfermedad
Argumedo, M. P., Vergara, C., Vidal, J. V., & Marrugo, J. L. (2015).	Evaluación de la concentración de mercurio en arroz (<i>Oryza sativa</i>) crudo y cocido procedente del municipio de San Marcos-Sucre y zona aurífera del municipio de Ayapel-Córdoba ⁽²⁰⁾ .	Socioambiental
Aponte, C. A. E. (2016).	Ciénaga de Ayapel, afluente hídrico en aprietos ⁽²¹⁾ .	Socioeconómico
Carreño Acosta, J. A. (2017).	Evaluación de las concentraciones de mercurio en aguas subterráneas en el municipio Ayapel, Córdoba ⁽²²⁾ .	Socioambiental
Muñoz Nieto, D. M. (2018)	Estudio preliminar sobre el transporte de mercurio y su interacción en los sistemas agua, atmósfera y sedimentos. Caso de estudio: ciénaga de Ayapel departamento de Córdoba ⁽²³⁾ .	Socioambiental
Hernández, M., & de Hoyos, K. (2018).	Estado del arte de la concentración de mercurio en alimentos del norte de Colombia ⁽¹⁾ .	Socioambiental
Torres Pérez, M. P., Vitola Romero, D., & Pérez Cordero, A. (2019).	Biorremediación de mercurio y níquel por bacterias endófitas de macrófitas acuáticas ⁽²⁴⁾ .	Socioambiental
Simanca, Y., & Marrugo, J. L. (2020)	Determinación de mercurio (Hg) en especies ícticas de Ayapel (Córdoba-Colombia) y análisis de riesgo por consumo humano ⁽²⁵⁾ .	Socioambiental
Méndez F, Zapata AM. (2021)	Conflicto armado, contaminación y riesgos en salud: una evaluación de riesgo de tres fuentes de exposición ambiental asociadas con el conflicto en Colombia ⁽²⁶⁾ .	Socioeconómica
Pedraza, M. L. (2021).	Diagnóstico de contaminación por mercurio y arsénico en bocachico (<i>prochilodus magdalenae</i>) y bagre blanquillo (<i>sorubim cuspicaudus</i>) en la Ciénaga de Ayapel y el riesgo de exposición asociado a su consumo ⁽²⁷⁾ .	Socioambiental
Pedraza, M. L., & Ramírez, A. J. E. (2022).	El legado del Arsénico y Mercurio en el complejo cenagoso Ramsar de Ayapel, (Córdoba, Colombia): aproximación a la macrocuenca Magdalena-Cauca ⁽²⁸⁾ .	Socioeconómica

Nota: Todas las publicaciones primarias pueden obtenerse directamente y ninguna estuvo registrada como “no disponibles” pues todas son de libre acceso.

DISCUSIONES

Desde la categoría Socioambiental y Socioeconómica se pudo evidenciar un común denominador en las publicaciones primarias y fueron las diferentes situaciones problemáticas que acarrear este tipo de prácticas las comunidades aledañas a la zona de Ayapel-Córdoba, las cuales basan su economía en la explotación artesanal de este material utilizando mercurio⁽¹⁰⁾. En consecuencia, hay las afectaciones a la salud que generan daños a nivel social bastantes remarcados como la contaminación del agua y los alimentos que consumen⁽⁹⁾. Razón por la cual, desde un punto de vista de la relevancia social, las posibles consecuencias futuras a la salud de estas comunidades a partir de los significados y prácticas desarrolladas y sistematizadas en las diferentes fuentes de información permitiría develar el costo beneficio de estas prácticas frente a la salud de sus pobladores^(6-8,19). Para ello la sanidad pública debe establecerse para que todas las personas puedan acceder a ella⁽⁹⁾. Aquí se incluye, desde los hallazgos de esta investigación, que los principales focos de intoxicación por mercurio son la alimentación pasando por la calidad del aire, el agua de la ciénaga y el suelo de cultivo. Por lo anterior, se hace necesario identificar qué efectos de salud puede llegar a sufrir estas comunidades, teniendo en cuenta que incluso a día de hoy esta actividad sigue siendo el sustento de familias⁽⁷⁾. Esto con el objetivo de que los entes gubernamentales puedan intervenir esta población para establecer hojas de ruta a nivel social y de salud pública⁽²⁸⁾ para que estas comunidades que manifiestan sintomatología producto de la intoxicación por metil-mercurio^(6,23) puedan tener alternativas provenientes de políticas sociales que ayuden y ataquen directamente estos problemas de desigualdad.

Desde la categoría Salud y Enfermedad se resalta la visión general acerca de la sintomatología en la salud por intoxicación por metil-mercurio en las personas que trabajan en extracción artesanal de oro en la zona de Ayapel-Córdoba, puede acarrear en la comunidad la cual pone en riesgo su vida mediante la manipulación del mercurio^(6,27). Lo anterior implica incidir sobre la problemática planteada y que se suma debidamente abordada y teorizada desde las otras disciplinas científicas, con el objetivo de prevenir enfermedades y afectaciones en la salud de las poblaciones de Ayapel-Córdoba. Además, si bien la toxicología del mercurio se ha estudiado ampliamente^(6,9), su impacto en la salud de la población no se ha abordado como debería⁽²⁹⁾. Por ejemplo, no se han cuantificado y cualificado los costes atribuibles a la carga ambiental de la enfermedad considerando subgrupos expuestos⁽²⁾. Tampoco el enfoque de la carga de la enfermedad desarrollado y aplicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Banco Mundial y la Escuela de Salud Pública de Harvard⁽³⁰⁾ el cual permite estimar el estado de salud de una población en un tiempo determinado^(15,27). Las anteriores intervenciones se han utilizado cada vez más en salud pública para apoyar la toma de decisiones políticas^(24,27), combina varias dimensiones de la enfermedad y permite comparar peligros, enfermedades, años y poblaciones, y ofrece formas de supervisar los problemas de salud pública.

El impacto negativo del mercurio en la minería artesanal en Colombia está bien documentado por el Programa de Mercurio de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial^(10,24), pero el uso del mercurio sigue siendo persistente^(10,25). La fuerte conexión de estas poblaciones como la de Ayapel – Córdoba con sus tierras ancestrales y la pobreza social hace que las comunidades se nieguen a emigrar a otras zonas⁽¹⁰⁾. Sin embargo, la información relevante para

caracterizar esta población desde el punto de vista socioambiental, socioeconómica y sobre salud y enfermedad, categorías encontradas en este estudio, establece las relaciones entre las concentraciones analíticas de metil-mercurio en pobladores, la extracción artesanal e ilegal de oro y las manifestaciones clínicas asociadas a la exposición a mercurio en las familias que dependen de este ejercicio. Lo anterior ha logrado vislumbrar posibles gestiones sostenibles y el uso eficiente de los recursos naturales, reducir la generación de los residuos tóxicos contaminantes como el mercurio y líquidos asociados a este producto⁽⁸⁾ y la práctica sostenible de las empresas y comunidades, teniendo en cuenta la naturaleza y los beneficios sociales, educativos y económicos de la población.

CONCLUSIONES

Las categorías develadas en este estudio: Socioambiental, Socioeconómico y salud y enfermedad permitieron relacionar la viabilidad, factibilidad y necesidad de los pobladores de Ayapel - Córdoba y la insuficiente protección ambiental y social relacionada con la minería del oro y la salud pública. Además, el análisis de las publicaciones primarias permitieron vincular el número creciente de casos de recién nacidos con efectos a la salud de forma degenerativa y genotóxicos. Asimismo, los síntomas característicos de estas manifestaciones como las deficiencias en la visión de los niños pequeños y adultos mayores de 60 años que experimentan temblores incontrolables. Por lo tanto, aumentaría la relevancia social del estudio, por cuanto relaciona el interés, no sólo nacional sino global, en el abordaje de este tipo de problemáticas complejas para evitar la propagación de enfermedades y daños en el ambiente.

A partir de cada una de las categorías establecidas en este estudio pueden destacarse los siguientes aspectos relevantes para investigaciones futuras. En cuanto a la categoría Salud y enfermedad se espera el conocimiento sobre la problemática desde las familias afectadas y por ende el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que trabajan en extracción artesanal de oro. Asimismo, la identificación de la categoría Socioambiental permitió arrojar luces sobre las distintas problemáticas relacionadas con los efectos en la salud generada por la exposición a mercurio de las personas que trabajan en extracción artesanal de oro, para la implementación de políticas y la toma de decisiones.

Finalmente, desde la categoría Socioeconómica se pudo evidenciar en las publicaciones primarias la generación imperante de nuevas líneas de investigación en torno a la contaminación por mercurio y los efectos en la salud generada por la exposición a este elemento, de las personas que trabajan en extracción artesanal de oro, desde el punto de vista de la contaminación ambiental y sus implicaciones en la salud humana.

REFERENCIAS

1. Hernández M, de Hoyos K. Estado del arte de la concentración de mercurio en alimentos del norte de Colombia. In: La industria de alimentos: desafíos para el siglo XXI. 2018.
2. Göbel B, Ulloa A. Extractivismo minero en Colombia y América Latina.

Extractivismo minero en Colombia y América Latina. 2014. 37–74 p.

3. Young SB. Responsible sourcing of metals: certification approaches for conflict minerals and conflict-free metals. *Int J Life Cycle Assess.* 2018 Jul 4;23(7):1429–47.
4. Molina V, Gustavo R, Patarroyo G, Ferney D, Gonzalez M. Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, una revisión teórica desde la minería colombiana. *Rev Venez Gerenc.* 2019;24(85):227–42.
5. Madrid GL, Gracia Herrera L del C, Marrugo Negrete JL, Urango Cardenas ID. Genotoxicity Studies of Heavy Metals: Hg, Zn, Cu, Pb y Cd Related to Mining Operations on Residentes of San Jorge Basin, Department of Cordoba, Colombia. *Asoc Colomb Ciencias Biológicas.* 2011;23(23):103–11.
6. Calao CR, Marrugo JL. Efectos genotóxicos en población humana asociados a metales pesados en la región de La Mojana, Colombia, 2013. *Biomédica [Internet].* 2015 May 4;35(0). Available from: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2392>
7. Marrugo J, Lans E, Benítez L. Hallazgo de mercurio en peces de la Ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Rev MVZ Córdoba.* 2007;12(1).
8. Martínez Z, González M. Contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, zona minera El Alacrán, Colombia. *Temas Agrar.* 2017 Jul 10;22(2):21.
9. Vargas SP, Marrugo JL. Mercurio, metilmercurio y otros metales pesados en peces de Colombia: riesgo por ingesta. *Acta Biológica Colomb.* 2019 May 1;24(2):232–42.
10. Gracia H. L, Marrugo N. J, Alvis R. E. Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009. *Fac Nac Salud Pública El Escen para la salud pública desde la Cienc.* 2010;28(2):1.
11. Bansode RS, Tas R, Tanriover OO, IOTC, Alam KM, Ashfiquir Rahman JM, et al. Interacciones entre la dinámica ambiental y demográfica del municipio de Ayapel y sus incidencias en la calidad del agua de la Ciénaga en el periodo 2007 - 2016. Vol. 2, *Computers and Industrial Engineering.* Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 2018; 2018.
12. Moher D, Stewart L, Shekelle P. Implementing PRISMA-P: Recommendations for prospective authors [Internet]. Vol. 5, *Systematic Reviews.* BioMed Central Ltd; 2016 [cited 2021 Apr 23]. p. 1–2. Available from: <https://link.springer.com/articles/10.1186/s13643-016-0191-y>
13. Krippendorff K, Bock MA. *The Content Analysis Reader.* Sage Publications.; 2009. 481 p.
14. Creswell JW, Poth CN. *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches.* Sage publications.; 2016.
15. Marrugo-Negrete J, Benitez LN, Olivero-Verbel J, Lans E, Gutierrez FV. Spatial and seasonal mercury distribution in the Ayapel Marsh, Mojana region, Colombia. Vol. 20, *International Journal of Environmental Health Research.* *Int J Environ Health Res;* 2010. p. 451–9.
16. Madero A, Marrugo J. Detección de metales pesados en bovinos, en los valles de los ríos Sinú y San Jorge, departamento de Córdoba, Colombia. *Rev MVZ CORDOBA.* 2011;16(1):2391–401.
17. Rúa Cardona AF, Flórez Molina MT, Baena JP. Variación espacial y temporal en los contenidos de mercurio, plomo, cromo y materia orgánica en sedimento del complejo de humedales de Ayapel, Córdoba, noroccidente colombiano. *Rev Fac Ing.* 2013;(69):244–55.
18. Diaz-Arriaga FA. Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. *Rev Salud Pública.* 2015;16(6):947–57.
19. Casas IC, Gómez E, Rodríguez LM, Girón SL, Mateus JC. Hacia un plan nacional para el control de los efectos del mercurio en la salud en Colombia. *Biomedica.*

2015;35(3):30–7.

20. Argumedeo G. MP, Vergara CR, Vidal D. J V, Marrugo N. JL. Evaluación de la concentración de mercurio en arroz (*Oryza sativa*) crudo y cocido procedente del municipio de San Marcos- Sucre y zona aurífera del municipio de Ayapel - Córdoba. Eval Conc Mercur rice (*Oryza sativa*) raw cooked from Munic San Marcos - Sucre Townsh gold Zo Ayapel - Cordoba. 2015;47(2):169–77.

21. Aponte C estupiñán. Ciénaga de Ayapel, afluyente hídrico en aprietos. Rev Científica Perspect en Intel. 2016;

22. Carreño JA. Evaluación de las concentraciones de mercurio en aguas subterráneas en el municipio de Ayapel, Córdoba [Internet]. 2017 [cited 2022 Nov 10]. Available from: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/123456789/467>

23. Muñoz DM. Estudio preliminar sobre el transporte de mercurio y su interacción en los sistemas agua , atmósfera y sedimentos. Caso de estudio: Ciénaga de Ayapel Departamento de Córdoba. repositorio.unal.edu.co. 2018;122.

24. Torres MP, Romero V, Cordero A. Biorremediación de mercurio y níquel por bacterias endófitas de macrófitas acuáticas. Rev Colomb Biotecnol. 2019;21(2):36–44.

25. Simanca Y, Marrugo JL. Determinación de mercurio (Hg) en especies ícticas de Ayapel, (Córdoba – Colombia) y análisis de riesgo por consumo humano [Internet]. Determinación de mercurio (Hg) en especies ícticas de Ayapel, (Córdoba – Colombia) y análisis de riesgo por consumo humano. 2020 [cited 2022 Nov 10]. Available from: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30947>

26. Méndez F, Zapata-Rivera AM. 1. Méndez F, Zapata-Rivera AM. Conflicto armado, contaminación y riesgos en salud: una evaluación de riesgo de tres fuentes de exposición ambiental asociadas con el conflicto en Colombia. Biomédica [Internet]. 2021 [cited 2022 Nov 10];41(4):660–75. Availa. Biomédica. 2021;41(4):660–75.

27. Pedraza ML. Diagnóstico de contaminación por mercurio y arsénico en bocachico (*prochilodus magdalenae*) y bagre blanquillo (*sorubim cuspicaudus*) en la Ciénaga de Ayapel y el riesgo de exposición asociado a su consumo. [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].; 2021.

28. Pedraza ML, Espinosa AJ. El legado del Arsénico y Mercurio en el complejo cenagoso Ramsar de Ayapel, (Córdoba, Colombia): aproximación a la macrocuenca Magdalena-Cauca. Acta Biológica Colomb. 2021;27(2).

29. Poulin J, Gibb H, Prüss-Üstün A, Organization WH. Mercury: assessing the environmental burden of disease at national and local levels. 2008;

30. Murray CJL, Lopez AD, Organization WH. The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020: summary. World Health Organization; 2017.

ISSN 1695-6141

© [COPYRIGHT](#) Servicio de Publicaciones - Universidad de Murcia