

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR PLOMO, EN EL CANTÓN SITIO DEL NIÑO, LA
LIBERTAD

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR

MARVIN ALEXIS ARGUETA MARQUEZ

NIDIA VANESSA PACHECO QUIJADA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO(A) EN QUÍMICA Y FARMACIA

SEPTIEMBRE 2023

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. REINA MARIBEL GALDÁMEZ

SECRETARIA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL

M.Sc. Ena Edith Herrera Salazar

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORAS

M.Sc. María del Carmen Polío Martínez

Licda. Rosa Mirian Rivas de Lara

TUTORA

Licda. Katia Eunice Leyton Barrientos

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiar en el buen camino, dando las fuerzas y bendiciones de seguir adelante, para poder ver hoy el fruto del esfuerzo. Que a pesar de las circunstancias que nos ha tocado vivir Él siempre ha sido la luz que alumbra nuestros días llenándonos de felicidad y alegría, nuestro soporte. Por la oportunidad de seguir adelante, para poder ver hoy el fruto de nuestro esfuerzo, gracias a Él por ser lo que somos.

A nuestra tutora Lic. Katia Leyton, por su constante esfuerzo durante el proyecto de graduación y su orientación en el proceso.

Marvin Alexis Argueta Márquez

Nidia Vannesa Pacheco Quijada

DEDICATORIA

A mi querida hermana, Roxana, por acompañarme en todo mi proceso de formación personal y profesional. Siempre ha estado conmigo y sé que estaremos apoyándonos mutuamente; eres una bendición para mi vida y juntos seguiremos avanzando.

A mi madre y padre, Arminda Márquez y Juan Nolasco, por todo el apoyo que me han brindado en la vida, en superar los malos momentos y apreciar aún más los buenos. Porque han puesto todo su amor en formar la persona que soy ahora, ¡gracias por su amor incondicional!

A mis profesores, por sus valiosas enseñanzas en el camino.

Marvin Alexis Argueta Márquez

DEDICATORIA

A mi madre que siempre me ha apoyado con amor y me ha motivado a seguir adelante.

A Laura, Karen, Enrique y Solano que estuvieron en mis momentos más difíciles y me brindaron su amor y amistad incondicional, siendo mi brazo derecho en todo momento y así también a mis otros amigos y compañeros que fueron leales, brindándome su conocimiento y amor, gracias por estar para mí cuando más lo necesitaba, ustedes son parte de mi éxito siempre los llevaré en mi memoria.

También quiero dedicar este logro a mis maestros, amigos y mi compañero de trabajo que me apoyaron e incentivaron a seguir adelante en todo momento, gracias por todo.

Nidia Vannesa Pacheco Quijada

ÍNDICE GENERAL

	Pág. N°
CAPÍTULO I	
1.0 Introducción	9
CAPÍTULO II	
2.0 Objetivos	11
CAPÍTULO III	
3.0 Justificación	13
CAPÍTULO IV	
4.0 Producto final	15
CAPÍTULO V	
5.0 Conclusiones	17
CAPÍTULO VI	
6.0 Recomendaciones	19
Referencias bibliográficas	

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

En el cantón Sitio del Niño, ubicado en el municipio de San Juan Opico, la Unidad de Salud Sitio del Niño reportó, durante la década de los dos mil, varios cuadros clínicos de pacientes que presentaban síntomas de intoxicación por plomo, metal pesado que puede generar diversos problemas de salud al ser altamente tóxico. Habitantes de esta región manifestaron en repetidas ocasiones, a diversas autoridades, que la fábrica de Baterías de El Salvador S.A. de C.V. conocida popularmente como “Baterías Record” era responsable de la contaminación ambiental que se estaba dando. Luego de muchos esfuerzos, se llevó a cabo una investigación de campo en la zona y se comprobó que la contaminación por plomo provenía de dicha fábrica; la cual fue cerrada en el año 2007. Sin embargo, el problema no se solucionó apropiadamente, los culpables huyeron de responsabilidades y dejaron todo al estado; el Ministerio de Salud (MINSAL) como encargado del saneamiento de la zona no realizó el procedimiento más urgente y costoso: el aseguramiento de los restos de la zona. El desastre se convirtió en una fuente de contaminación de los mantos acuíferos, sin mencionar que este tuvo un nuevo auge debido a un reciente incendio de residuos que ocurrió en el lugar donde estuvo la fábrica durante agosto de 2020.

A raíz de este desastre ambiental instituciones públicas y académicas llevaron a cabo distintos análisis para detectar plomo en aire, suelo y agua, razón por la cual en este trabajo se realizó una investigación bibliográfica de los estudios de plomo realizados en el periodo comprendido entre 2007 al 2020, en la cual se comparan los niveles de plomo encontrados en cada año e identificar de esta forma si existe un patrón de evolución, lo cual permitirá valorar a través del tiempo el desastre ambiental causado por la empresa, así mismo permitirá explicar las consecuencias generadas por la contaminación con plomo y evaluar el riesgo de intoxicación por agua en esta región.

Con los estudios que se encontraron disponibles se evidencia la contaminación de plomo que provocó la fábrica: de 32 puntos de muestreo evaluados en un área de 4.2 km² alrededor de esta, se encontraron 15 valores que sobrepasaron el límite de 0.01 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria 13.07.01:08, que desde 2018 paso a ser el Reglamento Técnico Salvadoreño 13.02.01:14 Agua. Agua De Consumo Humano. Requisitos De Calidad e Inocuidad.

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Realizar una revisión bibliográfica de la información disponible con respecto a la contaminación del agua por plomo en cantón Sitio del Niño, municipio de San Juan Opico, La Libertad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Analizar la información existente sobre la contaminación del agua por plomo en el cantón Sitio del Niño y sus causas.
2. Exponer las consecuencias de la contaminación del agua por plomo, provocada en el desastre generado por la ex fábrica de Baterías de El Salvador S.A. de C.V. en el cantón Sitio del Niño.
3. Comparar los datos reportados de concentraciones de plomo en agua con los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria 13.07.01:08 / Reglamento Técnico Salvadoreño 13.02.01:14.

CAPÍTULO III

3.0 JUSTIFICACIÓN

El plomo es un metal pesado que puede estar presente tanto en la naturaleza como en nuestro entorno: cañerías, pinturas y principalmente en baterías para automóviles. Este metal, al ser liberado de forma masiva al medio ambiente, es perjudicial para la salud humana y puede llegar a producir intoxicación. Las principales afecciones médicas por este metal pueden ser: dolores abdominales, anemias, problemas en órganos internos como el riñón, hígado y cerebro. Esta exposición es aún más peligrosa en caso de infantes, pues puede provocar incluso la muerte.

Ejemplo de esto, fue el caso del desastre ambiental generado en la primera década del siglo XXI por la fábrica de Baterías de El Salvador S.A de C.V., ubicada en cantón Sitio del Niño, municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad; al contaminar agua, suelos y aire, lo cual se comprobó a través de las investigaciones realizadas.

A nivel nacional, el 95% del agua que se encuentra en ríos y lagos está severamente contaminada. La principal causa de esto es la actividad industrial. Por ello, se puede llegar a pensar fácilmente que el agua de este sector se encuentra contaminada por plomo. Con base a lo anterior fué necesario realizar una búsqueda y análisis de la información disponible para dar un enfoque actual de la situación de contaminación por plomo en el agua de dicho sitio, para lo cual se realizó una investigación bibliográfica desde el año 2007 (año de cierre de la fábrica) hasta el 2020, de esta forma se logra brindar un contexto y seguimiento de lo sucedido en la zona a través de los años respecto a la contaminación con plomo, para que futuros investigadores se interesen en realizar un análisis al agua y conocer la situación actual sobre la concentración de plomo en el área.

CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL

El plomo es persistente y puede bioacumularse en el cuerpo con el tiempo, causando daños a la salud humana, especialmente los niños, incluso en niveles de baja exposición. Motivo por el cual se elaboró un video documental en donde se da a conocer la información bibliográfica indagada con respecto a la contaminación por plomo en el cantón Sitio del Niño, en el periodo de 2007 al 2020. Con este estudio, se busca reactivar la investigación continua de este desastre ambiental acontecido en El Salvador; así mismo, se incentiva a futuros analistas a comprometerse con proyectos similares, con el objetivo de evidenciar la exposición de la población a contaminación por plomo o contaminantes similares, ya sea por exposición prolongada o breve, y dar continuidad a los estudios antes realizados. Además, alerta y concientiza a la población en general sobre las consecuencias y el daño que puede generar el establecer una fábrica o industria que no esté debidamente regulada. De esta forma, lograr exigir a las instituciones correspondientes a que tengan un mayor monitoreo sobre empresas con potencial de generar una contaminación constante y de poner en riesgo la salud de habitantes cercanos.



CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES

1. La empresa Baterías de El Salvador S.A. de C.V. provocó contaminación por plomo tanto en el agua como el aire y suelo en el cantón Sitio del Niño y sus alrededores; expandiéndose a un radio estimado de 4000 metros de la ubicación de la fábrica, muy por encima de los 1500 metros establecidos por el MARN como zona de emergencia.
2. El grado de contaminación por plomo de los cuerpos de agua depende de factores tales como: la dureza del agua, el pH del suelo, la distancia con respecto a la fábrica, el flujo de aire, efecto de los lixiviados, entre otros. Lo cual explicaría la contaminación de algunos mantos freáticos que sirven como fuente de abastecimiento de los pobladores mediante pozos de la zona cercana a la fábrica.
3. A la fecha, los residuos de plomo generados por la empresa Baterías de El Salvador no han sido retirados del sitio de contaminación, y tomando en cuenta que el plomo es un metal con una degradación insignificante su presencia prevalece a pesar del transcurso del tiempo.
4. La exposición a largo plazo con plomo, ocasiona que éste se acumule en la sangre, y tiene un alto grado de toxicidad. Sus efectos neurotóxicos hacen que una intoxicación por más leve que sea, pueda obtener un daño cerebral. Además, se acumula en los tejidos de los órganos hasta llegar a los huesos, ya que el cuerpo no logra excretarlo, manifestándose síntomas, según la concentración de plomo acumulado; siendo esto especialmente perjudicial para niños y personas con desnutrición.
5. El sistema judicial fue deficiente respecto a la eficiencia en los procesos judiciales, incluidas las sanciones contra la empresa. Pese a que el tribunal falló a favor de los habitantes, el resarcimiento de daños no fue efectivo. Así mismo, estas sanciones no fueron favorables en la compensación y reparación de daños, debido a que no indemniza los daños ocasionados por la contaminación medioambiental producida.
6. Se realizaron pocos estudios dedicados al agua contaminada por plomo en Cantón Sitio del Niño: desde 2007 a 2020 solamente en tres años se realizaron cuatro investigaciones dedicadas a este tema (2009, 2013 y dos en 2014), en los cuales se pusieron a prueba 25 muestras de agua, con un resultado de 15 puntos sobrepasando el límite de 0.01 mg/L establecido por la NSO 13.07.01:08 (actualmente RTS 13.02.01:14). Tomando en cuenta los análisis no enfocados en la contaminación por plomo provocada por la fábrica: se estudiaron un total de 32 puntos, con los mismos 15 sobrepasando el límite permitido.

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

1. Al estado salvadoreño, monitorear permanentemente aquellas industrias que, por las actividades que desarrollan, puedan representar un riesgo contra la salud de las personas y medio ambiente.
2. A la comunidad estudiantil en general, a través de los docentes, a realizar trabajos de pregrado enfocados tanto en el agua, como aire y suelo del cantón Sitio del Niño y otras zonas perjudicadas, con el fin de lograr brindar un panorama de las condiciones en las que habita población.
3. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), realizar monitoreos constantes para asegurar la protección de los mantos acuíferos y el agua en general en esta zona, así como también de los suelos y el aire. Debe asegurar la protección del medio ambiente a través de políticas públicas e instituciones más eficientes.
4. A las autoridades competentes, evitar las irregularidades en el otorgamiento de permisos para las fábricas industriales. Entre las instituciones del Estado encargadas de emitir permisos debe de existir coordinación en el ejercicio de sus funciones.
5. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y demás autoridades capaces, ejecutar y hacer cumplir la Ley del Medio Ambiente, que lleven a la protección, conservación y recuperación ambiental. Además, de ser necesario velar las reparaciones e indemnizaciones por contaminación ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08.: agua, agua potable (segunda actualización). MARN: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); 2019.
2. Organización Mundial de la Salud. Childhood Lead Poisoning [Internet]. 2010. [Consultado febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/childhood-lead-poisoning-2010-solo-ingles>
3. Castro RB, Molina RW, Olán DC, Ramos LA, Velis AE. La Calidad de Agua Condiciona la Calidad de Vida. UCA [Internet] 2020 [Consultado febrero de 2023]. Disponible en: <https://noticias.uca.edu.sv/documentos/la-calidad-del-agua-condiciona-la-calidad-de-vida.pdf>
4. Horton HR, Moran LA, Ochs RS, Rawn JD, Scrimgeour GK. Bioquímica. 2da Edición. México: Prentice-Hall Hispanoamericana; 1995. p. 1-21.
5. EcuRed contributors. San Juan Opico (El Salvador) [Internet]. EcuRed; 2019. [Citado 6 de marzo 2023]. Recuperado de: [https://www.ecured.cu/San_Juan_Opico_\(El_Salvador\)](https://www.ecured.cu/San_Juan_Opico_(El_Salvador))
6. Organización Mundial de la Salud. Directriz de la OMS para el tratamiento clínico de la exposición al plomo [Internet]. OMS; 2022. [Citado marzo de 2023]. Recuperado de partir de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK581808/>
7. Freedman E. El Salvador. Batiendo récords con la irresponsabilidad empresarial y gubernamental. Revista Envío [Internet]. 2008 [Consultado febrero 2023]. Recuperado a partir de: [https://www.envio.org.ni/articulo/3680#:~:text=El%20caso%20de%20la%20em](https://www.envio.org.ni/articulo/3680#:~:text=El%20caso%20de%20la%20empresa,trabajadores%20y%20por%20el%20planeta.)
[presa,trabajadores%20y%20por%20el%20planeta.](https://www.envio.org.ni/articulo/3680#:~:text=El%20caso%20de%20la%20em)
8. Lemus E. El Salvador: sentenciados por el plomo. BBC News Mundo [Internet]. 26 de agosto de 2010 [Consultado marzo de 2023]. Recuperado a partir de: https://www.bbc.com/mundo/america_latina/2010/08/100826_el_salvador_envenenamiento_plomo_aw
9. Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica. Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 13.02.01:14 Agua. Agua de Consumo Humano. Requisitos de Calidad e Inocuidad. [Internet] Diario Oficial No. 60, Tomo No. 419.4. 2018. 13.02.01:14. Recuperado a partir de: [rts_calidad_e_inocuidad_del_agua_para_consumo_humano_v1.pdf\(salud.gob.sv\)](https://www.salud.gob.sv/documentos/rts_calidad_e_inocuidad_del_agua_para_consumo_humano_v1.pdf)

10. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Esquivel, OA. “Diagnóstico Nacional de la Calidad Sanitaria de las Aguas Superficiales de El Salvador”. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [Internet]. 2007.[Citado: junio 2023]. Recuperado a partir de: <http://rcc.marn.gob.sv/handle/123456789/163>
11. Magaña Pérez, AM; Guevara Martínez, ML. Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua de consumo humano en una zona residencial en San Juan Opico, La Libertad. [Internet].2013. [Citado: junio 2023]. Universidad de El Salvador sistema Bibliotecario. Recuperado a partir de: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2802/>
12. Herrera Flores, Karina Imelda María [Internet].2009. [Citado: junio 2023]. Evaluación de la contaminación por plomo en suelos del cantón Sitio del Niño Municipio de San Juan Opico departamento de la Libertad. Universidad de El Salvador sistema Bibliotecario. Recuperado a partir de: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2780/>
13. Tobar Preza, Am y Ventura Beltran, KG. [Internet]. 2013. [Citado: junio 2023]. Determinación de plomo por el método de absorción atómica en cuatro especies vegetales cultivadas en el cantón Sitio del niño municipio de San Juan Opico departamento de La Libertad. Universidad de El Salvador Recuperado a partir de: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5313>
14. Comisión Europea. Reglamento (CE) n o 1881/2006 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. [Internet]. Chapter 13 Volume 058 P. 3 - 222006. Recuperado a partir de: <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1881/oj>
15. Payes Hernández, JE. Evaluación del riesgo de contaminación por plomo en agua subterránea en el cantón Sitio del Niño, municipio de San Juan Opico. [Internet] 2014.Universidad de El Salvador. Recuperado de: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7371>
16. Flores Tensos, JM. Evaluación física, química, microbiológica, minerales de interés nutricional y metales pesados en agua de consumo para ganado y metales pesados en leche en sistemas de producción bovina de tres zonas de El Salvador. [Internet]. 2016. Universidad de El Salvador. Recuperado a partir de: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/11847>
17. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe de la calidad del agua de los ríos de El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [Internet]. 2017.

[Citado: junio 2023]. Recuperado a partir de: <http://rcc.marn.gob.sv/xmlui/handle/123456789/24>

18. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe de la calidad del agua de los ríos de El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [Internet]. 2018. [Citado: junio 2023]. Recuperado a partir de: <http://rcc.marn.gob.sv/xmlui/handle/123456789/24>
19. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe de la calidad del agua de los ríos de El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [Internet]. 2020. [Citado: junio 2023]. Recuperado a partir de: <http://rcc.marn.gob.sv/xmlui/handle/123456789/24>
20. Ley del Medio Ambiente. San Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2012.