



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**Niveles de plomo en sangre en trabajadores de talleres de latería y pintura
en el cantón Pasaje.**

**ORDOÑEZ MOROCHO LUIS ANGEL
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**PEÑAFIEL RAMON JONATHAN PATRICIO
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

Niveles de plomo en sangre en trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje.

**ORDOÑEZ MOROCHO LUIS ANGEL
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**PEÑAFIEL RAMON JONATHAN PATRICIO
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

Niveles de plomo en sangre en trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje.

**ORDOÑEZ MOROCHO LUIS ANGEL
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**PEÑAFIEL RAMON JONATHAN PATRICIO
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

LEON CUEVA RICARDO VALENTIN

**MACHALA
2023**

Niveles de plomo en sangre en trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje.

por JONATHAN PATRICIO PEÑAFIEL RAMON

Fecha de entrega: 11-dic-2023 12:57p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2186572235

Nombre del archivo: adores_de_talleres_de_lateria_y_pintura_en_el_cant_n_Pasaje.pdf (301.91K)

Total de palabras: 6798

Total de caracteres: 34696

Niveles de plomo en sangre en trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje.

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	6 %	1 %	3 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.mayoclinic.org Fuente de Internet	1 %
2	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
5	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1 %
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
7	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %

9	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Internacional SEK Trabajo del estudiante	<1 %
11	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Instituto Superior Tecnológico Espíritu Santo Trabajo del estudiante	<1 %
13	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
14	www.scipedia.com Fuente de Internet	<1 %
15	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
16	elmallindigital.com.ar Fuente de Internet	<1 %
17	moam.info Fuente de Internet	<1 %
18	www.insht.es Fuente de Internet	<1 %

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

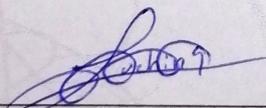
Los que suscriben, ORDOÑEZ MOROCHO LUIS ANGEL y PEÑAFIEL RAMON JONATHAN PATRICIO, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Niveles de plomo en sangre en trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

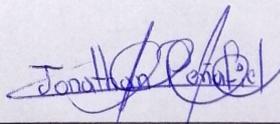
Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



ORDOÑEZ MOROCHO LUIS ANGEL

1750998807



PEÑAFIEL RAMON JONATHAN PATRICIO

0706266756

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico especialmente a mis padres por el sacrificio y la lucha constante que han hecho para que yo pueda lograr mi título universitario, a toda mi familia que de alguna manera porto su granito de arena apoyándome y dándome ánimos para seguir y no rendirme en este largo proceso. Finalmente, a Jayleny Domauri por su ayuda y apoyo constante, logro construir de mí una mejor persona y nunca dejo que me diera por vencido.

Luis Ordoñez M.

Dedico mi trabajo de titulación a mis padres los cuales me han brindado su apoyo incondicionalmente en esta etapa de mi vida universitaria, además de ser un pilar fundamental de la misma y siempre motivarme a ser mejor. A mi hermana y mis sobrinas quienes son mi motivación para seguir cumpliendo mis objetivos y no rendirme nunca a pesar de las adversidades que se presenta en la vida. Y finalmente a las personas que han formado parte de este proceso que me han convertido en la persona que soy hoy en día.

Jonathan Peñafiel R.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer principalmente a Dios por darme fuerzas y sabiduría para lograr culminar mi carrera universitaria, a mis padres que fueron el pilar fundamental en este duro proceso, por todo el sacrificio y apoyo que me dieron, a mis hermanos que son mi motivación para lograr todas mis metas y objetivos, a mi enamorada que su presencia fue fundamental este tiempo y a todos los profesionales que nos ayudaron para que este trabajo de titulación se culmine con éxito.

Luis Ordoñez M.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por brindarme fuerzas y sabiduría en todos los procesos de mi vida, a mi familia por siempre apoyarme incondicionalmente en toda decisión que he tomado, han sido quienes impulsan mis sueños y me motivan a cumplir mis metas. Hoy culmino unas de mis objetivos y quiero dedicarles este logro, como una meta más conquistada.

Jonathan Peñafiel R.

RESUMEN

El plomo es un metal ampliamente utilizado desde la antigua Roma en pinturas y cosméticos, pero su exposición ocupacional y sus efectos tóxicos en la salud humana se conocen desde la época de Hipócrates. La intoxicación por plomo es un problema global que afecta principalmente a trabajadores de industrias relacionadas y personas de bajos recursos económicos, siendo los niños especialmente vulnerables. Este metal es perjudicial en dosis mínimas y puede ingresar al organismo de varias formas, causando una serie de síntomas que van desde dolores de cabeza hasta convulsiones y coma en casos graves. El plomo se considera uno de los metales más tóxicos y es una importante preocupación de salud pública, causando numerosas muertes anualmente. En Ecuador, un alto porcentaje de trabajadores en Quito están expuestos al plomo, lo que plantea una seria amenaza para su salud. El plomo no es biodegradable y tiende a acumularse en los huesos, la sangre y los órganos, con concentraciones séricas superiores a 10 µg/dL en niños y 25 µg/dL en adultos que causan intoxicación. Los trabajadores de talleres de latería y pintura son una población especialmente afectada debido a su exposición al plomo en el trabajo. Por lo tanto, es esencial evaluar los niveles de plomo en sangre en esta población y concientizar sobre los riesgos y medidas de protección. Se realizó un estudio con trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje, donde se encontró que la mayoría de ellos desconocían los riesgos asociados con el plomo y no utilizaban equipo de protección. Además, se analizaron sus niveles de plomo en sangre, y se encontró que el 64% de los trabajadores tenía niveles por encima de 25 µg/dL, lo que indica intoxicación. En cuanto a las recomendaciones, se sugiere correlacionar variables como la edad, el tiempo de exposición y el consumo de suplementos con los niveles de plomo en sangre para comprender mejor las causas de la intoxicación. También se propone implementar la entrega de información sobre los riesgos del plomo y la importancia de seguir protocolos de seguridad en los talleres de latería y pintura. La exposición al este metal es un problema preocupante que requiere una mayor conciencia y medidas de prevención. La falta de conocimiento sobre los riesgos y la falta de equipo de protección son preocupantes, y es esencial tomar medidas para proteger la salud de esta población vulnerable.

Palabras claves: Plomo, Intoxicación, Absorción atómica, Pintura.

ABSTRACT

Lead is a metal widely used since ancient Rome in paints and cosmetics, but its occupational exposure and toxic effects on human health have been known since the time of Hippocrates. Lead poisoning is a global problem that mainly affects workers in related industries and low-income people, with children being especially vulnerable. This metal is harmful in minimal doses and can enter the body in various ways, causing a series of symptoms ranging from headaches to convulsions and coma in severe cases. Lead is considered one of the most toxic metals and is a major public health concern, causing numerous deaths annually. In Ecuador, a high percentage of workers in Quito are exposed to lead, posing a serious threat to their health. Lead is not biodegradable and tends to accumulate in bones, blood and organs, with serum concentrations above 10 µg/dL in children and 25 µg/dL in adults causing intoxication. Workers in laterie and paint shops are a particularly affected population due to their occupational exposure to lead. Therefore, it is essential to assess blood lead levels in this population and to raise awareness of the risks and protective measures. A study was carried out with workers in laterie and paint shops in the Pasaje canton, where it was found that most of them were unaware of the risks associated with lead and did not use protective equipment. In addition, their blood lead levels were analyzed, and 64% of the workers were found to have levels above 25 µg/dL, indicating intoxication. As for recommendations, it is suggested to correlate variables such as age, exposure time and supplement consumption with blood lead levels to better understand the causes of intoxication. It is also proposed to implement the provision of information on the risks of lead and the importance of following safety protocols in the laterie and paint shops. Exposure to this metal is a worrying problem that requires greater awareness and prevention measures. The lack of knowledge about the risks and the lack of protective equipment are of concern, and it is essential to take measures to protect the health of this vulnerable population.

Key words: Lead, poisoning, atomic absorption, paint.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1. MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Definición	4
1.3 Plomo	5
1.3.1 <i>Uso y fuentes de exposición</i>	5
1.4 Toxicocinética del plomo.....	6
1.4.1 <i>Absorción</i>	6
1.4.2 <i>Distribución</i>	6
1.4.3 <i>Vías de eliminación</i>	7
1.5 Mecanismo de acción del plomo.....	7
1.6 Problemas por contaminación de plomo en talleres de pintura.....	7
1.6.1 <i>Vías de exposición laboral</i>	8
1.6.2 <i>Medidas de prevención laboral</i>	8
1.7 Uso de plomo en los talleres de latería y pintura	8
1.8 La acumulación del plomo en la sangre	9
1.9 Enfermedades causadas por la intoxicación por plomo	9
1.9.1 <i>Efectos a nivel del sistema nervioso</i>	9
1.9.2 <i>Efectos a nivel renal</i>	10
1.9.3 <i>Efectos sobre el sistema cardiovascular</i>	10
1.9.4 <i>Saturnismo</i>	10
1.10 Manifestaciones clínicas por intoxicación con plomo	11
1.10.1 <i>Intoxicación aguda</i>	11
1.10.2 <i>Intoxicación crónica</i>	11
1.11 Diagnostico por intoxicación por plomo	12
1.12 Tratamiento	12
1.13 Tratamiento para niveles más elevados.....	12
1.13.1 <i>Terapia de quelación</i>	12
1.13.2 <i>Terapia de quelación con ácido etilendiaminotetra acético</i>	13
1.14 Factores de riesgo en la intoxicación por plomo en pintores.....	13
1.15 Método analítico para determinar plomo	13
1.15.1 <i>Espectrometría de absorción atómica por llama</i>	13

2. METODOLOGÍA.....	14
2.1 Tipo y diseño de investigación	14
2.2 Variable dependiente	14
2.3 Variable independiente	14
2.4 Proceso de recopilación de datos.....	14
2.5 Proceso de recolección de las muestras sanguíneas.....	15
2.6 Digestión de las muestras sanguíneas	15
2.9 Análisis de datos	16
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1 Caracterización de población y grado cognitivo	17
3.2 Cuantificación de Pb en sangre	19
3.3 Porcentajes de Hematocritos	20
3.4 Datos estadísticos.....	22
CONCLUSIÓN.....	23
RECOMENDACIONES	24
BIBLIOGRAFÍA.....	25
ANEXOS	29

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localizaciones de los talleres de latería y pintura que forman parte del estudio.	14
Anexo 1: Encuesta realizada a los trabajadores de talleres de latería y pintura.	29
Anexo 2: Trípticos informativos.	30
Anexo 3: Niveles de intoxicación por plomo.	31

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Información edad y sexo.	17
Tabla 2: Información tiempo de trabajo.....	17
Tabla 3: Respuestas a las encuestas aplicadas a los trabajadores de los talleres de latería y pintura (N=25).....	18
Tabla 4: Valores de plomo en sangre obtenidos en trabajadores de talleres de latería y pintura (N=25).....	19
Tabla 5: Porcentajes de Hematocritos obtenidos de los trabajadores de talleres de latería y pintura.	21
Tabla 6: Datos Estadísticos.	22

INTRODUCCIÓN

Desde hace mucho tiempo el metal más utilizado ha sido el plomo, en la antigua Roma se utilizaba en pinturas y cosméticos, y en la época de Hipócrates apareció la primera descripción relacionada con la exposición ocupacional, donde se denominó por primera vez "Intoxicación por plomo" o, por su efecto clínico, cólico de saturnino (Grazielle Delaroli, Lerrandra Mariah Ferreira, & Barioni, 2022).

La intoxicación provocada por plomo forma parte de uno de los problemas de salud a nivel global, los trabajadores de distintas industrias en la que se exponen directamente al metal y personas de escasos recursos económicos son las más afectadas y los niños son los más vulnerables. El plomo no actúa de manera favorable para nuestro organismo, no es biodegradable y provoca intoxicación incluso en dosis mínimas (Felipe Rojas, Sánchez Araujo, Rivera Trucios, & Rodríguez Deza, 2023).

Este metal es capaz de ingresar a nuestro organismo por distintas vías y se presenta como una enfermedad a causa de la exposición laboral diaria, sin embargo, esta también afecta a personas que habitan a su alrededor. Una de las enfermedades que se presenta es el saturnismo que se produce por un alto nivel de intoxicación generando plumbemia o plumbosis (Gisell Anahí, 2020).

Dicho metal produce una gran variedad de efectos nocivos en el organismo del ser humano, actúa a nivel del sistema cardiovascular, sistema nervioso central e incluso se agrega al nivel de desarrollo de glóbulos rojos. Los síntomas que se presentan a causa de la intoxicación son numerosos; la exposición crónica a bajos niveles de plomo causa comportamientos agresivos y disminución del desarrollo mental de niños. La intoxicación por este metal puede además presentar síntomas como dolores de cabeza, irritabilidad, pérdida de apetito, disminución de energía, estreñimiento también son comunes la presencia de anemia y cólicos abdominales. Cuando los niveles de plomo son elevados provoca convulsiones, encefalopatía aguda con vómito, debilidad muscular, marcha inestable e incluso se llegan a estado de coma (Gilaberte Angós. & Gamadiel Peniche, 2021).

El plomo está clasificado como uno de los metales más tóxicos, debido a que, es un principal causante de la contaminación ambiental y diversos problemas de salud en todo el mundo; Sin duda, es actualmente un importante problema de salud pública, que causa 1,06 millones de muertes cada año según datos comunicados por la (Barajas Calderón, Hernández Cárabes, Padilla Sánchez, Sandoval Gutiérrez, & Mora Vázquez, 2022).

Ecuador ha reportado un 71% de trabajadores en la ciudad de Quito, que se encuentran expuestos al metal en su ámbito laboral, con niveles elevados del mismo. El plomo no es biodegradable y su intoxicación es progresiva, conforme transcurre el tiempo éste se va bioacumulando hasta un 90% en los huesos, un 9% en la sangre y un 1% en los riñones y cerebro; Se considera que las concentraciones séricas de plomo superiores a 10 µg/dL en niños y 25 µg/dL en adultos causan intoxicación (Ghar & Garg, 2023).

Una de las poblaciones directamente afectadas son los trabajadores de latería y pintura por su exposición al metal. Por tal razón resulta necesario reconocer los niveles de plomo en personas que trabajan en contacto con pintura en el cantón Pasaje (Vargas Torres, 2020).

HIPÓTESIS

Los trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje presentan altos niveles de concentración de plomo en sangre, debido a la exposición laboral.

OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de plomo en sangre mediante, espectrofotometría de absorción atómica, para la evaluación de los niveles de intoxicación en trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje durante el periodo de junio a julio del 2023.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores de riesgo asociados a intoxicación por plomo en trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje.
- Determinar los niveles de concentración de plomo en sangre a los trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón Pasaje.
- Orientar a los trabajadores de los talleres sobre los protocolos de prevención y protección de intoxicación por plomo.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Los efectos nocivos del plomo se conocen desde la antigüedad, desde el siglo II a. C., cuando un médico griego llamado Nikander describió los síntomas del envenenamiento por plomo. A pesar de este conocimiento, el plomo siguió utilizándose y durante el siglo V d. C. se añadió al vino como edulcorante en una concentración de 20 mg por litro, lo que provocó casos de locura y psicosis entre la clase alta y contribuyó potencialmente al declive del imperio Romano. Esta práctica continuó hasta el siglo XVI cuando un médico alemán llamado Eberhar Gockel identificó la fuente del envenenamiento y el Duque Ludwig prohibió el uso de plomo en la elaboración del vino (Voltarelli, Sakman Gatto, & Miranda, Saturnismo efeitos da intoxicação pelo chumbo em seres humanos, 2022). Los informes de envenenamiento por plomo en niños surgieron por primera vez en 1892 cuando se descubrió que los bebés que habían estado en contacto con pintura a base de plomo tenían un coeficiente intelectual más bajo y mostraban síntomas de déficit de atención. La pintura a base de plomo finalmente se prohibió en 1920 (Halmo & Nappe, 2023).

1.2 Definición

La intoxicación por plomo es bien una de las patologías más frecuentes en personas que trabajan con este tipo de metales de lo que es una sustancia tóxica que posee un fácil ingreso al organismo a través de distintas vías como es la piel, la inhalación, la ingestión. Dado que el plomo puede atravesar fácilmente las barreras físicas del cuerpo humano y pasar a la circulación sistémica. Donde pueden provocar diversas enfermedades. Cabe destacar que inclusive las mujeres embarazadas que tienen en contacto con este metal poseen un gran riesgo para el feto, dado que es capaz de atravesar la barrera hematoencefálica y llegar a la placenta, de esa manera puede acumularse en el cuerpo del feto (Shabani, Hadeiy, Parhizgar, & Zamani, 2020).

El organismo del ser humano se ve afectado por el plomo, principalmente por la acumulación de este metal. Puede actuar como agonista o antagonista de varios mecanismos, especialmente del calcio, y se relaciona con proteínas que poseen grupos sulfhídricos, aminos, fosfatos o carbohidratos. Dentro del periodo gestacional, el plomo puede causar una serie de inconvenientes, como son partos prematuros, abortos espontáneos, puede provocar la muerte fetal y en los recién nacidos con altas concentraciones de plomo se caracterizan por su bajo peso (Jama, 2023).

Con la finalidad de continuar, el estudio se ha tomado un grupo selecto de niños que han sido expuestos de forma involuntaria al plomo, en los cuales se pudo evidenciar que afecta directamente a su rendimiento académico, tienen problemas de conducta e inclusive alteraciones neurológicas, adicional a esto se pudo comprobar que el plomo puede afectar directamente al sistema renal, endocrino y sanguíneo (Duan, Yan, & Gou, 2023).

En el caso de los fetos que tengan una edad de 36 meses. Aumenta significativamente el riesgo de que produzca alteraciones neurológicas y de conductas permanentes. Principalmente porque el plomo se acumula en el sistema nervioso central, provocando errores en la sinapsis. Lo que resulta en una modificación en sus patrones de conducta e inclusive la muerte. Adicional a esto puede afectar directamente la reproducción, ya que en dosis altas puede provocar la esterilidad de forma permanente (Jonasson & Afsshari, 2017).

1.3 Plomo

El plomo posee características muy interesantes como es el de tener un color grisáceo, además de presentar un aspecto brillante cuando éste no se encuentra oxidado. Al momento de oxidarse en contacto con el oxígeno, adquiere un color mate. Se caracteriza por ser muy dúctil y maleable, además de tener un punto de fundición a los 327° C, empieza a adquirir un aspecto totalmente líquido entre los 1525 y 1740 °C. Al momento de fundirse es cuando empieza a liberarse los óxidos. Además, estos son sumamente tóxicos para el ser humano. Esta, a su vez, puede llegar a la atmósfera y causar graves problemas medioambientales (Saeed & Hasan, 2017).

El plomo tiene cierta resistencia frente a determinados tipos de ácido, por ejemplo, el ácido sulfúrico no es capaz de correrlo, pero es altamente soluble con ácido cítrico, acético y el ácido nítrico (Rubens , Logina, Kravale, Eglite, & Donaghy, 2001). En la naturaleza, el agua, lluvia que contenga gran cantidad de sales de nitratos es capaz de disolverlo en pequeñas proporciones y arrastrarlo por el medio, mientras que en aguas más alcalinas que tengan derivados de carbonatos pueden formar (Irawati, Kusnopranto, & Fahmi Achmadi, 2022).

1.3.1 Uso y fuentes de exposición. Entre las principales fuentes de contaminación ambiental con respecto al metal del plomo, se destaca la explotación minera. El uso del plomo como aditivo para abaratar costes de pintura y gasolinas, las actividades de

fabricación y reciclaje de baterías que utilizan el plomo como fuente de energía (Carchuas Maximiliano & Cuyubamba Zevallos, 2019).

La exposición aguda a altas concentraciones de plomo puede causar síntomas como vómitos, diarrea, convulsiones, coma e incluso la muerte. Por otro lado, la exposición prolongada al plomo puede afectar la sangre, el sistema nervioso central, la presión arterial, los riñones y el metabolismo de la vitamina D (Santos Lima, Oliveira Santos, & Oliveira Silva Santana, 2021).

Adicional a esto, existen productos que incluyen una pequeña cantidad de plomo para abaratar costes, y eso generalmente causan problemas de salud a largo plazo. Este problema se da principalmente en países pobres o en vías de desarrollo (Duan, Yan, & Gou, 2023).

El uso constante del plomo dentro de las pinturas es debido a que reduce la aparición de óxido a largo plazo, es decir, disminuye los gastos relacionados a volver a quitar la capa de pintura de sanear el metal y volver a colocar una nueva capa de pintura. Esto se da especialmente en las pinturas de esmalte. Entre los principales aditivos de plomo tenemos los cromatos de plomo, óxidos de plomo, sulfato de plomo, entre otros (Markowitz, 2021).

1.4 Toxicocinética del plomo.

1.4.1 *Absorción.* Teniendo en cuenta las vías de absorción del plomo, podemos identificar la del sistema respiratorio que ingresa el cuerpo a través de los alveolos. El segundo es el tracto gastrointestinal, donde el intestino se encarga de observar el plomo, en caso de deficiencias de hierro. Y finalmente, tenemos la vía cutánea en donde podemos tener dos resultados, si la exposición al plomo fue inorgánica, es mínima y puede retirarse con abundante jabón y agua. Pero en caso de tener contacto con plomo orgánico, está atravesará fácilmente y tendrá especial afinidad por el tejido graso, donde se almacenará y diseminará por el cuerpo (Ghar & Garg, 2023). La absorción de plomo será mucho mayor en niños que en personas adultas, dado que los niños absorben del 30 al 50% del plomo con que tienen contacto, mientras que los adultos absorben del 10 al 30% (Mandal & Chakraborty, 2022).

1.4.2 *Distribución.* Una vez que el cuerpo absorbe el plomo, se asocia en varios compartimentos. Inicialmente, circula en la sangre y se adhiere a los glóbulos rojos, y el 95 % del plomo se adhiere a los eritrocitos; De allí pasa a los tejidos blandos como el hígado, los riñones, la médula ósea y el sistema nervioso, que son los órganos más

susceptibles a su toxicidad. Después de 1 a 2 meses, el plomo migra a los huesos donde se vuelve inerte y no tóxico. Sin embargo, en ciertas situaciones como inmovilidad, embarazo, hipertiroidismo, medicamentos y edad avanzada, el metal puede movilizarse de los huesos (Haruna Sani & Amanabo, 2021).

1.4.3 *Vías de eliminación.* Entre las vías principales de eliminación tenemos la vía urinaria y la viabilidad, mientras que la forma de eliminar el plomo de forma indirecta corresponde al sudor y la saliva. Según las estadísticas, el 75% del plomo es eliminado a través de la orina, mientras que el 16% se elimina a través de las heces. El plomo también puede eliminarse mediante el crecimiento de las uñas, cabello y su duración, que corresponden 8% y el porcentaje restante a través de la leche materna (Ruíz Ramírez, 2020).

1.5 Mecanismo de acción del plomo

El plomo en el cuerpo humano posee gran afinidad por los grupos sulfhídrico, especialmente por aquellas células que poseen enzimas dependientes de sí. En primer lugar, el plomo interfiere con el metabolismo de varios tipos minerales como es el calcio, especialmente en personas que poseen deficiencia de este mineral (Voltarelli, y otros, 2022).

Hoy el plomo se caracteriza por reemplazar como neurotransmisor dentro de los pacientes que tienen deficiencias de calcio. Además, puede activar la proteinquinasa C que se encarga de regular los procesos intracelulares. Además de inhibir la bomba Sodio-Potasio-ATPasa, que regula las concentraciones de calcio en las células en base a lo expuesto, se puede decir que el plomo tiene consecuencias en la neurotransmisión de información, además de acumularse en el cuerpo, lo cual puede causar toxicidad, especialmente en el cerebro (Infante Solis, 2022).

1.6 Problemas por contaminación de plomo en talleres de pintura

En general, se estima que un 99% de la población que se encuentra afectada directamente a la exposición mediana o intensa del plomo se encuentran viviendo en países de bajos o medios recursos (AbuShady, y otros, 2017).

Una de las propuestas innovadoras para poder disminuir el uso de plomo en los talleres de pintura fue la remoción del plomo mediante el uso de aguas residuales industriales, esto a través de una técnica llamada biocoagulación con taninos extraídos de las

semillas de la fruta conocida como el durazno (Téllez Rojo, Bautista Arredondo, Trejo Valdivia, Cantoral , & Kraiem, 2019).

El plomo en la sangre de los trabajadores de la industria de la latonería y la pintura es un tema de preocupación debido a los riesgos para la salud asociados con la exposición a este metal pesado. El plomo es utilizado en muchas pinturas y recubrimientos para mejorar su durabilidad y resistencia a la corrosión. Sin embargo, la exposición constante y prolongada al plomo puede tener efectos perjudiciales en el organismo (Infante Solis, 2022).

1.6.1 Vías de exposición laboral. La principal vía de exposición al plomo en este tipo de trabajadores es a través de la inhalación de polvo o vapores contaminados durante las actividades de lijado, raspado y pintura. Además, la ingestión de partículas de plomo presentes en las manos o la ropa también puede contribuir a la acumulación de este metal en el cuerpo (Ghar & Garg, 2023).

Una de las vías de exposición más común es mediante el consumo de alimentos y agua contaminada con plomo, ya sea debido a la contaminación ambiental y prácticas inadecuadas de manipulación de alimentos. En el sistema gastrointestinal, el plomo puede ser absorbido en el tracto digestivo y entrar en el torrente sanguíneo. aproximadamente el 10% al 15% del plomo ingerido es absorbido en adultos, pero este porcentaje puede ser más alto en niños debido a su mayor vulnerabilidad (Tello, 2018).

Los trabajadores expuestos al plomo pueden presentar síntomas como fatiga, dolores de cabeza, trastornos gastrointestinales y dificultades para padecer. A largo plazo, la exposición al plomo puede provocar daños en el sistema nervioso, los riñones y el sistema cardiovascular (Castillo Gonzales, 2022).

1.6.2 Medidas de prevención laboral. Para prevenir la exposición al plomo, es de vital importancia tomar medidas de control en el lugar de trabajo. Esto incluye el uso de equipos de protección personal, como máscaras respiratorias y guantes, así como la adopción de prácticas seguras de trabajo, como la ventilación adecuada y la limpieza regular de las áreas de trabajo (Vargas Torres, 2020).

1.7 Uso de plomo en los talleres de latería y pintura

El plomo ha sido utilizado en el pasado en la industria de la latonería y la pintura por sus propiedades de protección y durabilidad. Sin embargo, es importante destacar que,

debido a los riesgos asociados con la exposición al plomo, su uso ha sido ampliamente regulado y restringido en muchos países (Infante Solis, 2022).

En los talleres de pintura y latonería, el plomo solía ser utilizado en forma de aditivo en algunas pinturas y recubrimientos para mejorar su resistencia a la corrosión y su capacidad de adherencia. Sin embargo, se ha demostrado que la exposición a largo plazo a partículas de plomo en el polvo y los vapores generados durante las actividades de preparación de superficies, como el lijado y el raspado, puede ser perjudicial para la salud (Poma, 2008).

1.8 La acumulación del plomo en la sangre

Las personas adultas por lo general son aquellas que se encuentran expuestas a un mayor rango de contaminación de plomo ya sea por sus lugares de trabajo, también dado por la inhalación de partículas cargadas de plomo, la falta de higiene personal o el consumo de agua y alimentos contaminados tras la exposición de este metal pesado (E Silva & Fregoneze, 2002).

La sangre al verse contaminada por el plomo y una vez alvejado en los huesos en algunos casos puede causar la clásica neuropatía, esta enfermedad se relaciona con la debilidad en las muñecas y los extensores de los dedos que con el transcurso del tiempo puede ocasionar enfermedades en diferentes músculos (Mous, Carroll, & Bell, 2022).

Los trabajadores que se encuentran en constante uso de metales pesados como el plomo son los que mayormente se ven afectados por la acumulación del mismo en la sangre, debido a que este es un metal pesado que tiene características de absorción, por lo tanto, los seres humanos son vulnerables a este tipo de contaminación. Para los trabajadores del sector industrial que se encuentran en uso del plomo para la creación de artefactos de uso cotidiano no solo corren el riesgo de enfermedades hacia ellos sino también a quienes los rodean (Zúñiga de la Cruz , 2019).

1.9 Enfermedades causadas por la intoxicación por plomo

1.9.1 Efectos a nivel del sistema nervioso. Entre las consecuencias principales por la exposición continua de plomo, podemos identificar que interfiere directamente con la adenina ciclasa y la acetilcolina del sistema nervioso central. Dado que inhibe su liberación, razón por la cual es considerado un potente neurotóxico. Por ende, provoca

varios trastornos en el organismo, resultando ser muy nefastos y afectar directamente las condiciones vitales del individuo (Fonseca Vera., 2021).

1.9.2 Efectos a nivel renal. Podemos identificar 3 fases con respecto a la intoxicación por plomo:

En la primera fase, correspondiente a una intoxicación menor de 1 año, se puede observar que las células empiezan a incorporar el plomo dentro de sus procesos y se produce un aclaramiento del plomo en la sangre (Fonseca Vera, 2021).

En la segunda fase, las células tubulares pierden la capacidad de generar inclusiones intracelulares. Esto tiene como consecuencia el incremento de la eliminación del plomo a través de la orina. Además, provocando fibrosis intersticial. Dando inicio a los principales signos que tiene la intoxicación del plomo en el organismo (Landrigan, 2018).

Finalmente, en la tercera fase se puede evidenciar una nefritis crónica debido a la presencia de daño tubular y glomerular en las nefronas (Paúcar Villa, 2015).

1.9.3 Efectos sobre el sistema cardiovascular. El plomo puede causar una serie de alteraciones en el corazón, entre las cuales tenemos la hipertensión y aumento en el riesgo coronario. Estas alteraciones pueden traer consecuencias derivadas de la intoxicación por plomo, por ejemplo, al momento de. De adquirir hipertensión arterial, es muy probable que inicie un proceso donde los riñones van a adquirir un daño constante en caso de no tratarse (Fonseca Vera., 2021).

1.9.4 Saturnismo. El envenenamiento por plomo también conocida como saturnismo es una condición crónica causada por la ingestión de residuos de plomo o la inhalación de aire contaminado, resultando en daños severos a diferentes órganos y tejidos del cuerpo humano. Debido a esto, actualmente el uso de plomo en la fabricación de productos de uso diario está regulado por ley (Ip, Li, & Wai, 2018). Para el diagnóstico de laboratorio de la intoxicación por plomo se utilizan diversas pruebas, entre las que se encuentran la determinación de los niveles de plomo en sangre venosa, la detección de eliminación urinaria o el análisis de biomarcadores de efecto que sufren cambios en presencia de este metal. La eliminación natural del cuerpo de los depósitos de plomo es un proceso lento, pero en casos severos, se usan agentes quelantes para ayudar en la eliminación (Téllez Rojo, Bautista Arredondo, Trejo Valdivia, Cantoral , & Kraiem, 2019).

1.10 Manifestaciones clínicas por intoxicación con plomo

1.10.1 *Intoxicación aguda*. Principalmente se manifiesta como síntomas digestivos, tales como náuseas, vómitos, constipación y un poco de hinchazón hepática. Afecta al sistema nervioso de la siguiente manera, como es debilidad muscular, dolores de cabeza, entre otros. En casos más graves, puede provocar convulsiones, crisis hemolítica y la muerte en varios días. Si no se recibe un tratamiento adecuado cuando existe alguna falla orgánica (Nicolli, Genga Mina, De Nuzzo, Bortoletti, & Gambulunga, 2020).

1.10.2 *Intoxicación crónica*. Se puede dividir en 3 estados.

- Estado de intoxicación leve

Esta se caracteriza por tener una concentración en sangre de 40 microgramos por cada 100 ml. Además, se puede evidenciar la inhibición parcial de la secreción de deshidratas del ácido amino levulínico eritrocitaria y reticulocitos ligera (Narvéez Jaramillo, Pozo Hernández, & Alonzo Pico, 2020).

Debido a las pocas investigaciones que existen sobre este caso, se puede decir que en este estado de intoxicación no existen alteraciones. Del comportamiento, ni daño neuronal severo (Mous, Carroll, & Bell, 2022).

- Estado de intoxicación moderada

El plomo alcanza unas concentraciones de 40 a 60 microgramos por cada 100 ml de sangre. Puede causar agotamiento continuo, pérdida del apetito y malestar del estómago. Adicional a esto se produce una anemia (Téllez Rojo, Bautista Arredondo, Trejo Valdivia, Cantoral, & Kraiem, 2019).

En este punto ya interfiere con la velocidad de conducción de los neurotransmisores. Además, interfiere con la captación del yodo de la glándula tiroidea. Se produce una descripción elevada de ácido amino levulínico (AAL) y coproporfiria urinaria (CPU) (Voltarelli, y otros, 2022).

- Estado de intoxicación clínica

Los niveles de plomo en la sangre ya alcanzan los 70 microgramos o más por cada 100 mililitros de sangre se puede encontrar un cuadro grave de intoxicación. Los principales indicadores son la alteración de la conducta y fallo de algunos órganos. Es importante

iniciar un tratamiento adecuado para evitar la muerte del paciente. Además, cualquier anomalía bioquímica que presenta el paciente debe ser considerada como signo por intoxicación por plomo (Tello, 2018). En el anexo 3 se puede observar los valores de intoxicación por plomo según su clase.

1.11 Diagnóstico por intoxicación por plomo

El envenenamiento por plomo se puede identificar a través de un simple análisis de sangre. Esto implica tomar una pequeña muestra de sangre de un pinchazo en el dedo o una vena y medir el nivel de plomo en la sangre en microgramos por decilitro ($\mu\text{g}/\text{dL}$). Vale la pena señalar que no se conoce un nivel seguro de plomo en la sangre, y una lectura de $5 \mu\text{g}/\text{dL}$ o más en niños puede indicar un nivel peligroso. En estos casos, los niños deben someterse a pruebas periódicas y, si sus niveles son extremadamente altos (generalmente, $45 \mu\text{g}/\text{dL}$ o más), requerirán tratamiento (Zúñiga de la Cruz, 2019).

1.12 Tratamiento

La primera opción para el tratamiento de plomo es eliminar las fuentes de exposición, como, por ejemplo, latas de pintura, balas de plomo, baterías abiertas, entre muchos otros factores, especialmente de niños y mascotas. Los adultos pueden sufrir contaminación por plomo en varias medidas, pero los niños son los más vulnerables a este tipo de intoxicación (Landrigan, 2018).

Con el paso del tiempo, el cuerpo irá eliminando naturalmente el plomo del organismo. Siempre y cuando no exista una fuente de exposición que vuelva a gozar dicha intoxicación (Mous, Carroll, & Bell, 2022).

1.13 Tratamiento para niveles más elevados

En casos de intoxicación crónica, el médico puede elegir alguna de las siguientes terapias:

1.13.1 *Terapia de quelación.* Se administra un fármaco por vía oral, de modo que provoca que éste se adhiera al plomo por su alta afinidad. La terapia de quelación es recomendable en niños con un nivel de concentración de plomo en sangre menores a 45 microgramos por cada decilitro de sangre. En adultos también suele ser recomendada, pero existen mejores alternativas para ellos (Shukla, Shukla, & Tiwari, 2018).

1.13.2 *Terapia de quelación con ácido etilendiaminotetra acético.* El uso de este ácido solamente está recomendado en adultos, a lo que los infantes no toleran. Esta terapia es una sustancia química conocida como ácido etilendiaminotetraacético que promueve la eliminación del plomo mediante la orina. Es usado principalmente en adultos con niveles superiores a 45 microgramos por cada decilitro en sangre (Carchuas Maximiliano & Cuyubamba Zevallos, 2019).

1.14 Factores de riesgo en la intoxicación por plomo en pintores

- Deficiente protección laboral
- Deficiente higiene personal
- Duración de la exposición ocupacional al plomo

1.15 Método analítico para determinar plomo

1.15.1 *Espectrometría de absorción atómica por llama.* La espectrometría de absorción atómica de llama utiliza una llama de flujo laminar formada por acetileno-aire u óxido nitroso-acetileno-aire para atomizar el plomo a temperaturas entre 2000 y 3000 °C, según la mezcla de gases. El límite de detección del método depende de la preparación de la muestra y la técnica utilizada. Por ejemplo, el método de la "cubeta de Delves" permite el análisis de pequeñas muestras de 50-100 µl con un límite de detección de alrededor de 10-30 µg/dL. Por el contrario, los métodos de nebulización requieren muestras más grandes y tienen un límite de detección de alrededor de 100 µg/dL. Incluso con el límite de detección más bajo posible, la espectrometría de absorción atómica de llama no es adecuada para el cribado de poblaciones con concentraciones de plomo en sangre de referencia bajas (Fonseca Vera, 2021).

El equipo de espectrometría de absorción atómica de llama se puede combinar con un muestreador automático para procesar grandes volúmenes de muestra. Sin embargo, debido a que usan gas inflamable, los dispositivos de llama no se pueden dejar funcionando sin supervisión. A pesar de esta limitación, la espectrometría de absorción atómica de llama ha estado en uso durante muchos años debido a su relativa facilidad de uso, velocidad, costo moderado y baja interferencia. Sin embargo, en muchos países, este método ha sido reemplazado por la espectrometría de absorción atómica en horno de grafito, que permite detectar concentraciones mucho más bajas de plomo en las muestras. (Senanayake, Haji Rahman, Safwat, & Rair, 2023).

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo y correlacional, de carácter cuantitativo-longitudinal. Se tomó en cuenta distintos procesos que permitieron determinar la concentración de plomo en sangre, recopilando datos para determinar la relación que existe entre las variables.

2.2 Variable dependiente

- Concentración de plomo en sangre

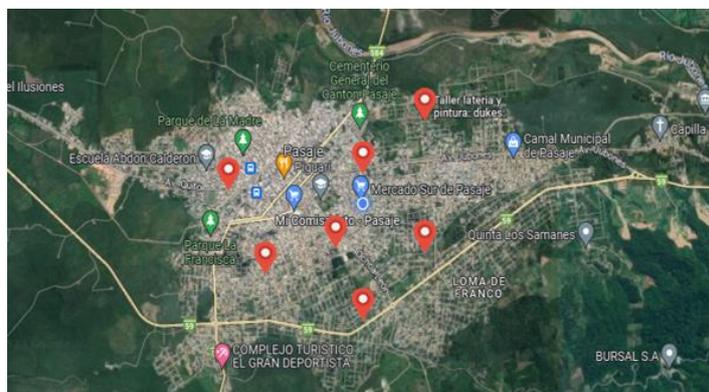
2.3 Variable independiente

- Grado de exposición
- Edad
- Deficiente protección laboral
- Tiempo de trabajo

2.4 Proceso de recopilación de datos

La población de estudio está conformada por 25 trabajadores de diferentes talleres de latería y pintura del cantón Pasaje seleccionados de manera específica. La figura 1 muestra las ubicaciones de dichos talleres.

Ilustración 1: Localizaciones de los talleres de latería y pintura que forman parte del estudio.



Fuente: Google Maps

Dentro de este estudio se excluyó a los trabajadores que no han cumplido al menos 2 años laborando y que no se encuentran expuestos constantemente al plomo.

Adicionalmente se solicitaron los permisos correspondientes para el proceso de investigación y se informó al personal administrativo involucrado en la misma.

La información de los datos recopilados se obtuvo mediante entrevistas y encuestas a los trabajadores que se encuentran expuestos al metal como se observa en el anexo 1.

En las encuestas y entrevistas realizadas se tomaron en cuenta 6 preguntas que detallan información sobre si los trabajadores tienen conocimiento de sustancias que contienen plomo, su manera de ingreso al organismo, riesgos de trabajar con el metal y las enfermedades que esta puede provocar.

2.5 Proceso de recolección de las muestras sanguíneas

Las recolecciones de las muestras sanguíneas se realizaron mediante venopunción, utilizando un tubo de poliestireno con EDTA-K3 5 mL. El transporte, almacenamiento y conservación de muestras sanguíneas se desarrolló mediante protocolos estandarizados. Se verificó que las muestras estén libres de coágulos o hemólisis.

2.6 Digestión de las muestras sanguíneas

Una vez obtenidas las muestras sanguíneas, se procede a tratar las mismas para posteriormente cuantificar los niveles de plomo. Para ellos se siguieron los siguientes pasos:

1. Homogenizar la muestra sanguínea y recoger 2 ml de la misma, colocarla en un tubo de ensayo de 5 ml.
2. Agregar 5 ml de ácido nítrico (HNO₃) concentrado y llevar al digestor (HANNA instruments) a 150°C durante 120 minutos.
3. Se continúa agregando HNO₃ concentrado hasta lograr la digestión y la muestra presente un color más claro.
4. Añadir 2.5 ml de agua destilada y sin dejar que se seque la muestra se coloca durante 30 minutos en el digestor mencionado con anterioridad, a 150°C.
5. Trasvasar a un frasco estéril y rotular.

2.7 Análisis de plomo

El plomo contenido en la fase orgánica se determina por Espectrofotometría de Absorción Atómica a la llama (Perkin Elmer 300), a una longitud de onda de 283,3 nm, con una energía de lámpara de 52 y quemador a una alta sensibilidad utilizando un método directo de cuantificación. Para esto se siguieron los siguientes pasos:

1. Generar la llama utilizando un gas combustible (acetileno o hidrógeno) y un oxidante (oxígeno o aire).
2. Se introduce la muestra disuelta en la llama, donde el calor convierte los compuestos de la muestra en átomos gaseosos.
3. Aplicar una radiación electromagnética específica de longitud de onda (283,3 nm), generalmente en el ultravioleta o el visible.
4. Se coloca un detector (tubos fotomultiplicadores) sensible en línea con la llama, el detector mide la intensidad de la radiación que pasa a través de la llama después de ser absorbida por los átomos excitados.
5. Se realiza una curva de calibración utilizando soluciones patrón de concentraciones conocidas del elemento de interés.
6. Se calcula la concentración del elemento en la muestra en función de la absorbancia medida y la curva de calibración.

2.8 Análisis de biometrías

El dispositivo empleado es el Sysmex XN-550, un analizador de 6 partes con un diseño compacto que cuenta con un sistema de auto-muestreo para procesar de forma continua las muestras, lo que permite mejorar la eficiencia en el trabajo y aumentar la productividad. Se aplicó la tecnología de citometría de flujo fluorescente para llevar a cabo el recuento diferencial, que incluye la detección de granulocitos inmaduros (IG) en todos los análisis de sangre. Además, se utilizó la metodología de enfoque hidrodinámico para lograr un recuento preciso de eritrocitos y plaquetas, junto con el método de determinación de hemoglobina libre de cianuro mediante sulfato lauril de sodio (SLS).

2.9 Análisis de datos

Se utilizó como software estadístico para realizar el análisis de los resultados: IBM SPSS Statistics 23.0

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de población y grado cognitivo

Se realizó una recopilación de datos dirigida al grupo seleccionado con el objetivo de evaluar si reunían las características necesarias para el estudio y observar el grado de conocimientos que tienen acerca del plomo. Se encuestaron 25 trabajadores de talleres de latería y pintura en el cantón el cual se conoció la información presente en la tabla 1 y 2.

Tabla 1: Información edad y sexo.

Sexo	100 % Masculino
Edad	Porcentaje % (Trabajadores)
19 - 30	16 (4)
31 – 50	20 (5)
51 - 60	56 (14)
61 - 70	8 (2)

En la tabla 1 se puede observar que la mayoría de los trabajadores estaban en un rango de 51 a 60 años que representa un 56% (14 trabajadores), siguieron los que se encontraban entre 31 a 50 años con un 20% (5 trabajadores), luego entre 19 a 30 años con un 16% (4 trabajadores) y por último el rango de 61 a 70 años que representa un 8% (2 trabajadores).

Tabla 2: Información tiempo de trabajo.

Tiempo de trabajo	# de personas	Porcentaje %
10 - 15	2	8
16 - 20	0	0
21 - 25	6	24
26 - 30	17	68

En cuanto al tiempo de trabajo según la tabla 2, se comprobó que la mayor parte de estos trabajadores tenían un periodo de 26 a 30 años trabajando con un 68% de la población total, mientras que las personas restantes no tenían más de 25 años laborando. Mediante un estudio realizado en Ecuador sobre la exposición de trabajadores al plomo y mencionan los siguientes datos, el rango de edad comprendido fue de 45-65 años, con experiencia laboral media de 25 años generando similitud con

las características de la población del presente estudio (Yépez, Gustavo, & Cayambe, 2017).

El análisis de las encuestas realizadas dio a conocer los resultados que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Respuestas a las encuestas aplicadas a los trabajadores de los talleres de latería y pintura (N=25).

Preguntas	SI	NO
1	52 (13)	48 (12)
2	40 (10)	60 (15)
3	52 (13)	48 (12)
4	56 (14)	44 (11)
5	20 (5)	80 (20)
6	16 (4)	84 (21)
<i>PORCENTAJE % (# DE TRABAJADORES)</i>		

Al valorar el grado de cognición sobre el plomo (tabla 3) se observó que la mayor parte de los encuestados conocían que trabajaban con sustancias o materiales que contenían plomo (52%), sin embargo, el 60% desconocían que era el plomo. Como consecuencia la mayor parte (80%) no tomo en cuenta los riesgos que este puede producir, tampoco sabían cuáles eran las enfermedades que provoca este metal. A pesar de no tener información si estaban al tanto de la forma en que este ingresa al organismo y los riesgos que produce. Los trabajadores más afectados fueron los que tenían más de 30 años laborando, por su constante exposición al Pb. Se conoce que la intoxicación por este metal es progresiva, por lo tanto, mientras más tiempo de exposición, los daños son más letales a largo plazo. La literatura refiere que el plomo se puede encontrar en una variedad de fuentes, como pinturas, lacas, gasolina y baterías de automóviles, entre otros (Grazielle Delaroli, Lerrandra Mariah Ferreira, & Barioni, 2022). Además, es importante destacar que este elemento puede ingresar al cuerpo humano tanto a través de la ingestión como de la inhalación. Sorprendentemente, el plomo también tiene la

capacidad de contaminar productos que generalmente no lo contienen, como alimentos, agua o incluso bebidas alcohólicas, esto se debe a que la mayor parte de los trabajadores de latería y pintura consumen estos productos sin antes tener una higiene adecuada, por otra parte, puede ocurrir durante su fabricación, envasado o almacenamiento. La exposición continua al plomo puede tener graves consecuencias para la salud, afectando a diversos sistemas del cuerpo, incluyendo el sistema sanguíneo, gastrointestinal, renal, nervioso central y reproductivo (Poma, 2008).

3.2 Cuantificación de Pb en sangre

Para comprobar los niveles de plomo en sangre que presentaban los 25 trabajadores estudiados se les practico un análisis sanguíneo, los resultados se muestran directamente en la tabla 4.

Tabla 4: Valores de plomo en sangre obtenidos en trabajadores de talleres de latería y pintura (N=25).

# De muestra	Concentración (µg/dl)
1	28,7
2	24,3
3	30,5
4	30,6
5	24,5
6	28,5
7	32,7
8	22,3
9	27,5
10	24,8
11	24,3
12	31,2
13	29,8
14	28,5
15	23,5
16	30,7
17	24,3
18	28,7
19	23,6

20	29,5
21	24,5
22	27,8
23	31,2
24	45,5
25	30,3
Límite máximo según la OMS: 25 (µg/dL),	

En la tabla 4 se puede observar que la mayor parte de la población de los trabajadores de talleres de latería y pintura en el Cantón Pasaje (64%) tenían niveles de plomo por encima de 25 (µg/dL), mientras que el 36% se encontraba por debajo de estos valores. Según los parámetros internacionales, estos niveles de plomo en sangre ya indican la aparición de primeros síntomas como pérdida de la memoria, destreza verbal y audición, cefaleas o trastorno del sueño. es importante tomar en consideración lo mencionado en el estudio realizado por (Paúcar Villa, 2015), se ha evidenciado que concentraciones de plomo excesivamente elevadas, superiores a 30 µg/dL, se consideran un caso de plumbosis aguda. Además, investigaciones publicadas en el año 2015 por la Revista Nacional de Odontología de Colombia indican que a partir de 10 µg/dL en niños, comienzan a manifestarse síntomas de intoxicación por plomo. Esto subraya la ausencia de niveles seguros de concentración de plomo en el organismo (Paúcar Villa, 2015).

3.3 Porcentajes de Hematocritos

Mediante los análisis de biometría hemática completa se observaron ciertos trabajadores con niveles bajos de hematocritos que se evidencia directamente en la tabla 5.

Tabla 5: Porcentajes de Hematocritos obtenidos de los trabajadores de talleres de latería y pintura.

# De muestra	Hematocrito (%)
1	41.9
2	42.0
3	39.2
4	39.0
5	43.6
6	36.2
7	42.1
8	46.7
9	40.9
10	41.2
11	46.5
12	37.0
13	46.5
14	43.3
15	45.1
16	43.8
17	42.3
18	47.0
19	42.2
20	44.2
21	42.1
22	43.0
23	37.5
24	35.5
25	44.1

Valor referencial: 40% - 54%

En la tabla 5 se determinó que un 24% (6 trabajadores) tienen porcentajes por debajo de los valores referenciales, un nivel de hematocrito por debajo de los valores normales puede señalar la presencia de una cantidad insuficiente de glóbulos rojos saludables, lo que podría ser indicativo de anemia. La anemia no se manifiesta como un síntoma

temprano en casos de envenenamiento por plomo; solo se hace notoria en situaciones de exposición prolongada y a altos niveles de plomo. Cuando la exposición al plomo es crónica, este metal puede causar anemia al interferir con la producción del núcleo heme y reducir la vida promedio de los glóbulos rojos (Poma, 2008).

3.4 Datos estadísticos

Se adicionaron información estadística sobre los resultados obtenidos que se presentan en la tabla 6.

Tabla 6: Datos Estadísticos.

N	Valido	25
	Perdidos	0
Media		28,31
Mediana		28,51
Desviación estándar		4,68
Varianza		21,96
Mínimo		22,31
Máximo		45,51
Suma		707,81

En la Tabla 6 se evidenció el valor mínimo de nivel de plomo que representa 22,3 µg/dL, así mismo el máximo que se presentó 45,5 µg/dL. Por otra parte, se obtuvo la media de plomo en trabajadores un 28,31 µg/dL, siendo un problema de salud para la mayor parte de los trabajadores de latería y pintura, para esto se informó los riesgos y enfermedades que produce la intoxicación por este metal mediante trípticos informativos que se evidencian en el anexo 2. En un estudio publicado por la Universidad de Guayaquil en el año 2021, se realizó un estudio a trabajadores que están expuestos a esta sustancia, donde los niveles promedios del metal en sangre fueron de 16,22 µg/dL al contrastar con el promedio del presente trabajo se presencié una diferencia significativa debido a las respectivas capacitaciones que adquirieron los trabajadores. (Pernía & Rivera, 2021)

CONCLUSIÓN

- A lo largo de este estudio, se identificó que los trabajadores de talleres de latería y pintura desconocen que trabajan en contacto directo con materiales que contienen plomo, como pinturas a base de plomo y piezas de metal tratadas tomando en cuenta que la gran mayoría no usa los debidos equipos de protección.
- Al realizar los análisis correspondientes, se determinó que el 64% de los trabajadores de talleres de latería y pintura sobrepasaron los niveles normales de plomo en sangre (25 µg/dL) mientras que el 36% cumplen con los rangos establecidos por la OMS.
- Se oriento a los trabajadores de los talleres sobre los protocolos adecuados para proteger y prevenir la intoxicación, ya que la mayoría carece de la debida conciencia sobre los riesgos asociados con la exposición al plomo.

RECOMENDACIONES

- Correlacionar las variables informativas de los trabajadores como edad, tiempo de exposición, consumo de suplementos, si son fumadores entre otras causas, frente a los niveles de plomo en sangre para determinar la influencia particular al generar una intoxicación.
- Realizar la digestión a una temperatura de 105°C para evitar que las muestras se evaporen por completo.
- Sugerir colocación de pictogramas de peligro y de protección en los talleres de latería y pintura para informar a los trabajadores y a la población, que están expuestos a una intoxicación debido al plomo que contiene la pintura, y así crear conciencia sobre la importancia del uso adecuado de protocolos de seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

- E SILVA, E., & FREGONEZE, J. (2002). Efeitos de metais pesados sobre o controle central do equilíbrio hidroeletrólítico. *Méd. Biol.*, 1(1), 116-123. Obtenido de <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/download/4249/3120>
- Fonseca Vera, A. I. (2021). Enfermedades por exposición ocupacional a plomo: revisión sistemática exploratoria de la evidencia cualitativa y cuantitativa. *Revista San Gregorio*, 1(47), 195-216. doi:10.36097/rsan.v1i47.1817
- Grazielle Delaroli, ., Lerrandra Mariah Ferreira, M., & Barioni, É. D. (2022). Intoxicação por chumbo em crianças e sintomas neurológicos. *La Referencia*, 11(14). doi:10.33448/rsd-v11i14.36031
- Poma, P. A. (2008). Intoxicación por plomo en humanos. *Anales de la Facultad de Medicina*, 69(2), 120-126.
- Shukla, V., Shukla, P., & Tiwari, A. (2018). Lead poisoning. *Indian Journal of Medical Specialities*, 9(3), 146-149. doi:10.1016/j.injms.2018.04.003
- Voltarelli, A., Sakman Gatto, R., Estevão França, C., Miranda, C., Luiz de Arruda, A., Lima do Nascimento, A., . . . Leonardi Souza, M. (2022). Saturnismo: efeitos da intoxicação pelo chumbo em seres humanos. *Global Clinical Research Journal*, 2(2), 1-5. doi:10.5935/2763-8847.20220033
- AbuShady, M., Fathy, H., Fathy, G., Samer abd el Fatah, Ali, A., & Abbas, M. (2017). Níveis de chumbo no sangue em um grupo de crianças: possíveis fatores de risco e problemas de saúde. *Jornal de Pediatria (Versão em Português)*, 93(6), 619-624. doi:10.1016/j.jpedp.2017.04.002
- Barajas Calderón, H. I., Hernández Cárabes, P., Padilla Sánchez, A. J., Sandoval Gutiérrez, J. Á., & Mora Vázquez, C. A. (2022). Intoxicación por plomo y su impacto en la práctica clínica. *Ciencia Latina*, 6(1), 1-14. doi:10.37811/cl_rcm.v6i1.1792
- CARHUAS MAXIMILIANO, S., & CUYUBAMBA ZEVALLOS, D. (2019). *Beneficios económicos de la reducción de plomo en la sangre de la población infantil del Distrito de Simón Bolívar, Pasco - 2019*. Obtenido de repositorio.undac.edu.pe: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2454/1/T026_72354120_T.pdf
- Castillo Gonzales, R. (2022). *MODIFICACIÓN DEL BIOCARBÓN DERIVADO DEL RAQUIS DE BANANO MEDIANTE TRATAMIENTO HIDROTERMAL CON SOLUCIONES ACUOSAS DE ÁCIDO FOSFÓRICO Y SU EFECTO SOBRE LA ADSORCIÓN DE ARSÉNICO Y PLOMO*. Obtenido de <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/63441/TESIS%20-%20CASTILLO%20GONZALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duan, Y., Yan, L., & Gou, Y. (2023). Lead poisoning in a 6-month-old infant: a case report. *Front. Public Health*, 11(1). doi:10.3389/fpubh.2023.1132199
- Felipe Rojas, E., Sánchez Araujo, V. G., Rivera Trucios, F., & Rodríguez Deza, J. W. (2023). Capacidad biosortiva del Nostoc commune en la separación del plomo de aguas contaminadas. *ALFA*, 7(19), 37-44. doi:10.33996/revistaalfa.v7i19.195

- Ghar, S., & Garg, D. (2023). Lead Poisoning. *The new england journal of medicine*, 1-63. doi:10.1056/NEJMicm2210842
- Gilaberte Angós., B., & Gamadiel Peniche, N. (2021). Saturnismo. Una intoxicación histórica. *Revista Sanitaria de Investigación*, 1(1).
- Gisell Anahí, G. P. (2020). Remoción de plomo y cadmio de aguas residuales industriales mediante biocoagulación con semillas de durazno. *Quito: Universidad de las Américas*. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12071>
- Halmo, L., & Nappe, T. (2023). Lead Toxicity. *StatPearls*, 1(1). Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541097/>
- Haruna Sani, A., & Amanabo, M. (2021). Lead: A concise review of its toxicity, mechanism and health effect. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 15(1), 55-62. doi:10.30574/gscbps.2021.15.1.0096
- Infante Solis, C. M. (2022). ESTABILIDAD DE UNA PINTURA A BASE DE MUCÍLAGO DE SÁBILA (*Aloe vera*), CARBONATO DE CALCIO ($CaCO_3$) Y CLORURO DE SODIO ($NaCl$). Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/INFANTE%20SOLIS%20CARLOS%20MANUEL.pdf>
- Ip, M., Li, S., & Wai, T. (2018). Lead poisoning—an aetiology not to be missed. *Hong Kong Medical Journal*, 24(6), 639-641. doi:10.12809/hkmj177078
- Irawati, Y., Kusnoputranto, H., & Fahmi Achmadi, U. (2022). Blood lead levels and lead toxicity in children aged 1-5 years of Cinangka Village, Bogor Regency. *PLOS ONE*, 17(2), e0264209. doi:10.1371/journal.pone.0264209
- JAMA. (2023). What Is Lead Poisoning? *JAMA Patient Page*, 1(2). doi:10.1001/jama.2023.1543
- Jonasson, M., & Afsshari, R. (2017). Historical documentation of lead toxicity prior to the 20th century in English literature. *Sage Journal*, 37(8), 775-788. doi:10.1177/0960327117737146
- Landrigan, P. (2018). Lead and the heart: an ancient metal's contribution to modern disease. *The Lancet*, 4(3). doi:10.1016/S2468-2667(18)30043-4
- Mandal, A., & Chakraborty, A. (2022). The toxic effect of lead on human health. *Human Biology and Public Health*, 3(1), 1-24. doi:10.52905/hbph2022.3.45
- Markowitz, M. (2021). Lead Poisoning: An Update. *Pediatrics In Review*, 42(6), 302-315. doi:10.1542/pir.2020-0026
- Mous, A., Carroll, D., & Bell, D. (2022). Lead Poisoning. *Radiopedia*, 1(1). doi:10.53347/rID-1572
- Narváez Jaramillo, M. E., Pozo Hernández, C. E., & Alonzo Pico, O. M. (2020). Intoxicación por plomo y efectos neurocomportamentales en la asociación de carpinteros ciudad de Tulcán, 2018. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 431-437.
- Nicolli, A., Genga Mina, G., De Nuzzo, D., Bortoletti, I., & Gambulunga, A. (2020). Unusual Domestic Source of Lead Poisoning. *Public Health*, 17(12). doi:10.3390/ijerph17124374

- Paúcar Villa, R. (Agosto de 2015). <https://pirhua.udep.edu.pe/>. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2783/MAS_GAA_032.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pernía , B., & Rivera, K. (2021). Determinación de los niveles de plomo en sangre en trabajadores de fábricas de baterías ubicadas en Guayaquil-Ecuador. *Enfoque UTE: Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias - Universidad UTE*, 12(2), 1-18.
- Rubens , O., Logina, I., Kravale, I., Eglite, M., & Donaghy, M. (2001). Peripheral neuropathy in chronic occupational inorganic lead exposure: a clinical and electrophysiological study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 71, 200-204. doi:10.1136/jnnp.71.2.200
- Ruíz Ramírez, D. C. (2020). *Universidad de Guanajato*. Obtenido de <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/4490>
- Saeed, S., & Hasan, S. (2017). Lead Poisoning: A Persistent health Hazard-General and oral aspects. *Biomed Pharmacol*, 10(1). doi:10.13005/bpj/1127
- Santos Lima, M. L., Oliveira Santos, K., & Oliveira Silva Santana, L. S. (2021). Intoxicação por metais pesados e intervenção farmacêutica. *Brazilian Journal of Health Review*, 4(3), 11049- 11054. doi:10.34119/bjhrv4n3-112
- Senanayake, J., Haji Rahman, R., Safwat, F., & Rair, S. (2023). Asymptomatic Lead Poisoning in a Pediatric Patient. *Cureus*, 15(2). doi:10.7759/cureus.34940
- Shabani, M., Hadeiy, S., Parhizgar, P., & Zamani, N. (2020). Lead poisoning; a neglected potential diagnosis in abdominal pain. *BMC Gastroenterology*, 20(134). doi:10.1186/s12876-020-01284-1
- Téllez Rojo, M. M., Bautista Arredondo, L., Trejo Valdivia, B., Cantoral , A., & Kraiem, R. (2019). Reporte nacional de niveles de plomo en sangre y uso de barro vidriado en población infantil vulnerable. *ENCUESTA NACIONAL DE SALUD Y NUTRICIÓN*, 9, 787-789. doi:10.21149/10555
- Tello, M. (2018). Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 2(1), 560-577. doi:10.26820/recimundo/2.esp.2018.560-577
- 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.
- Voltarelli, A., Sakman Gatto, R., & Miranda, C. (2022). Saturnismo: efeitos da intoxicação pelo chumbo em seres humanos. *Global Clinical*, 2(2), 1-33. doi:10.5935/2763-8847.20220033
- Yépez, F., Gustavo, F., & Cayambe, C. (Noviembre de 2017). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7863>
- Zúñiga de la Cruz , J. Á. (2019). *Evaluación de condiciones de trabajo y riesgo ocupacional por exposición a plomo en reparadores de baterías en el municipio de Cartagena – Bolívar*. Obtenido de <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/11802>

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta realizada a los trabajadores de talleres de latería y pintura.

TRABAJADORES DE TALLERES DE LATERIA Y PINTURA
Encuesta dirigida a trabajadores del cantón Pasaje que laboran con sustancias que contienen plomo.
** Indica que la pregunta es obligatoria.*

1. Nombres y Apellidos

2. Cedula de Identidad

3. Edad *

4. Sexo
Marca solo un óvalo.
 Masculino
 Femenino

5. 1. ¿Cuánto tiempo lleva laborando en el taller?
Marca solo un óvalo.
 2 - 5 años
 5 - 8 años
 8 - 10 años
 Más de 10 años

6. 2. ¿Usted tiene conocimiento si utiliza alguna sustancia que contiene plomo?
Marca solo un óvalo.
 Si
 No

7. 3. ¿Sabe usted que es el plomo?
Marca solo un óvalo.
 Si
 No

8. 4. ¿Conoce la forma que el plomo ingresa en su organismo?
Marca solo un óvalo.
 Si
 No

9. 5. ¿Conoce los riesgos que causa trabajar con sustancias que contienen plomo?
Marca solo un óvalo.
 Si
 No

10. 6. ¿Conoce las enfermedades que el plomo puede causar?
Marca solo un óvalo.
 Si
 No

11. Si su respuesta anterior fue afirmativa, nombre con que enfermedad lo asocia.

Anexo 2: Trípticos informativos.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- No ingerir alimentos en áreas donde procesan productos que contienen plomo.
- Ducharse y cambiarse de ropa después de haber culminado la jornada laboral.
- Usar equipos de protección personal.
- Lavarse las manos antes de comer o beber.
- Controlar el polvo y los vapores del plomo en el lugar de trabajo.

PROTEGETE TÚ Y A LOS TUYOS

Universidad Técnica de Machala
Calidad, Pertinencia y Calidez
Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud
Carrera Bioquímica y Farmacia
Trabajo de Titulación

AUTORES

Ordóñez Morocho Luis Angel
Peñafiel Ramon Jonathan Patricio

Universidad Técnica de Machala
Calidad, Pertinencia y Calidez
Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud
Carrera Bioquímica y Farmacia
Trabajo de Titulación

NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES DE TALLERES DE LATERIA Y PINTURA EN EL CANTÓN PASAJE

¿QUÉ ES EL PLOMO?

- Es un metal pesado de color gris azulado que ha sido conocido y utilizado por los seres humanos desde hace miles de años debido a su fácil extracción y maleabilidad.
- El plomo puede tener graves efectos negativos en la salud, incluyendo daños al sistema nervioso, el sistema cardiovascular y otros órganos.
- El plomo es un metal altamente tóxico para los seres humanos y el medio ambiente.

SUSTANCIAS QUE CONTIENEN PLOMO:

- Pintura
- Tuberías
- Baterías de automóviles
- Gasolina

Vías por las que puede ingresar al organismo

- Inhalación
- Ingestión
- Absorción por la piel

SÍNTOMAS

- Dolor de cabeza
- Ansiedad crónica
- Depresión
- Convulsiones
- Pérdida de la visión y memoria
- Anemia
- Vómito
- Hipertensión

Enfermedades que causa la intoxicación por plomo

- Daño cerebral
- Aborto espontáneo
- Anemia
- Hipertensión
- Problemas al riñón

TRATAMIENTOS

- Terapia de quelación
- Terapia de quelación con ácido etilendiaminetetra acético.

Anexo 3: Niveles de intoxicación por plomo.

INTOXICACIÓN POR PLOMO		
Clase	Valores	Signos y Síntomas
Intoxicación aguda	Intoxicación baja <30 µg/dL	Pérdida de la memoria, destreza verbal, y audición, trastorno del sueño, déficit de atención con hiperactividad y la impulsividad.
	Intoxicación leve 30-60 µg/dL	Cefalea, insomnio o somnolencia, irritabilidad, dolores abdominales, anemia.
Intoxicación crónica	Intoxicación moderada 60-70 µg/dL	Cansancio físico y mental, dificultad de concentración, emesis, pérdida de peso, coprostasis.
	Intoxicación alta >70 µg/dL	Perdida de la función muscular, convulsiones, encefalopatías, alteración de la conciencia, oscurecimiento de encías, cólicos severos, coma y muerte.