



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

TESIS

NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN LOS TRABAJADORES DEL GRUPO  
KLAUS JUNIO- SEPTIEMBRE 2014

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO

BACHILLER:

GALLEGOS CARDENAS, KARINA FIORELLA

ASESOR:

Mg. ALVAREZ FLORES, HÉCTOR

LIMA-PERÚ  
2014

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo a Dios por haberme dado salud para lograr mis objetivos,  
A mis padres que con su apoyo constante y su motivación me han permitido  
ser una persona de bien, a mi asesor que con su apoyo me ha permitido  
elaborar esta tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que me ilumina día a día

A mis padres por apoyarme en

Todas las etapas de mi vida

## RESUMEN

En este trabajo se realizó la determinación de plomo sanguíneo a 23 trabajadores del Grupo Klaus, ya que dichos trabajadores realizan actividades de fundición de metales los cuales están expuestos diariamente a dicho metal.

La cuantificación de plomo sanguíneo se realizó por Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo, encontrándose un nivel promedio de 14.75 ug/dL de sangre, nivel que se encuentra dentro del valor normal de plomo según la OMS (Adultos hasta 40ug/dL).

## **ABSTRACT**

In this paper the determination of blood lead to 23 workers Klaus Group was conducted because those workers engaged in metal casting which are daily exposed to this metal.

Quantification of blood lead was performed by mass spectrometry source Inductively Coupled Plasma, being an average level of 14.75 ug / dL blood level is within the normal value of lead according to WHO (Adults up to 40ug / dL ).

## ÍNDICE

Carátula.....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Resumen.....	IV
Abstract.....	V
Índice de tablas.....	VI
Índice de gráficos.....	VII
Introducción.....	IX
<b>CAPÍTULO I: Planteamiento del problema</b>	
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	13
1.2 Formulación del problema.....	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 Hipótesis de la investigación.....	16
1.4.1 Hipótesis general.....	16
1.4.2 Hipótesis secundarias.....	16
1.5 Justificación e importancia de la investigación.....	17

## **CAPÍTULO II: Marco teórico**

2.1 antecedentes de la investigación.....	19
2.2 Bases teóricas.....	21
2.2.1 El plomo.....	21
2.2.1.1 Propiedades fisicoquímicas.....	21
2.2.1.2 Fuentes principales de contaminación.....	22
A. Contaminación industrial.....	24
B. Contaminación alimentaria.....	25
2.2.1.3 Toxicocinética.....	25
A. Vías de penetración.....	25
B. Distribución y almacenamiento en el organismo.....	26
C. Vías de eliminación.....	29
2.2.1.4. Toxicodinamia.....	30
2.2.1.5 Manifestaciones clínicas.....	32
A. Intoxicación aguda.....	32
B. Intoxicación crónica.....	32
2.2.1.6 Tratamiento de la contaminación por plomo.....	34
2.2.1.7 Fundamento del método.....	35
2.3 Definición de términos básicos.....	32

## **CAPÍTULO III: Metodología de la investigación**

3.1 Diseño de investigación.....	40
3.1.1 Tipo de investigación.....	40

3.1.2 Método de la investigación.....	40
3.2 Población y muestreo de la investigación.....	40
3.2.1 Población.....	40
3.2.2 Muestra.....	40
3.3 Variables e indicadores.....	41
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.4.1 Técnicas.....	41
3.4.2 Instrumentos.....	41

#### **CAÍTULO IV: Presentación, análisis e interpretación de resultados**

4.1 resultados.....	41
Discusiones.....	53
Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	56
Referencias bibliográficas.....	57
Anexos.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla Nº 1</b> Concentración de plomo en sangre de los trabajadores del Grupo Klaus.....	42
<b>Tabla Nº 2</b> Concentración de hemoglobina en sangre de los trabajadores del Grupo Klaus.....	44
<b>Tabla Nº 3</b> Tiempo de trabajo de los trabajadores del Grupo Klaus.....	46
<b>Tabla Nº 4</b> Concentraciones de hemoglobina y plomo de los trabajadores del Grupo Klaus.....	47

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1.</b> Distribución del plomo. Modelo de los tres compartimentos en el organismo humano.....	28
<b>Gráfico N° 2:</b> Vías de Absorción, Distribución y Eliminación del Plomo en el Organismo Humano.....	29
<b>Gráfico N° 3</b> Concentración de plomo en sangre de los trabajadores del Grupo Klaus... .	43
<b>Gráfico N° 4</b> Resultados de la concentración de hemoglobina de los trabajadores del Grupo Klaus.....	45
<b>Gráfico N°5</b> Distribución porcentual de los trabajadores del Grupo Klaus según tiempo de trabajo .....	46
<b>Gráfico N° 6</b> Concentraciones de hemoglobina y plomo de los trabajadores del Grupo Klaus .....	48
<b>Gráfico N° 7</b> Comparación de los promedios de la concentración de la hemoglobina y el plomo.....	49

**Gráfico N° 8** Correlación de la concentración de plomo y la concentración de hemoglobina..... 50

**Gráfico N° 9** Correlación del tiempo de trabajo con la concentración de plomo sanguíneo.....51

## INTRODUCCIÓN

Las industrias en el Perú y en el mundo están presentando un notable crecimiento, trayendo consigo muchas consecuencias desfavorables, entre éstas podemos mencionar el depósito de elementos potencialmente tóxicos al organismo como es el plomo. En nuestro país aún existe poca conciencia, tanto de la población como de las autoridades, de los riesgos ocasionados por la exposición sostenida y prolongada del metal mencionado.

La contaminación por plomo es un problema detectado hace décadas, primero en el ambiente laboral y posteriormente en el ambiente de sectores urbanos o rurales cercanos a fundiciones, mineras u otras fuentes de emisión.

Entre los principales efectos del plomo se hallan los trastornos en el metabolismo celular y las alteraciones en el sistema nervioso central. Los síntomas clínicos causados durante la intoxicación por plomo en el organismo son variables, según la vía de ingreso, cantidad absorbida, tiempo de exposición y las características propias del individuo. Además el plomo al verterse y depositarse en cuerpos de agua, destruye la vegetación, los peces, los moluscos, las aves marinas y especialmente, el plancton (organismos microscópicos tanto animales como vegetales que se encuentran continua o temporalmente flotando en el agua).

Los niveles de plomo en sangre que se admiten como aceptables han sido reformulados a medida que se ha ampliado el conocimiento de los trastornos que produce este metal en el hombre. Mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica como valores normales de plomo hasta 40ug/dL, para niños mayores de 12 años y adultos

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### **1.1 Descripción de la realidad problemática:**

El plomo es un agente tóxico para el ser humano y en la exposición de los trabajadores de la mayoría de las industrias.

La exposición al plomo causa intoxicación aguda o crónica. Por lo general, los síntomas por intoxicación al plomo son náuseas, estreñimiento, dolor abdominal, vómito y dolores de cabeza. En la intoxicación crónica la sintomatología es palidez, anemia leve o moderada, irritabilidad, síntomas gastrointestinales, artralgias, mialgias (1).

Las investigaciones realizadas en las últimas décadas en EE.UU, demostraron que las principales fuentes de exposición al plomo son las emisiones residuales del parque automotor que aun utilizan gasolina con tetraetilo de plomo, las pinturas de las viviendas, los suelos de las áreas adyacentes a las fundiciones o fábricas que procesan productos y los envases de alimentos sellados con soldaduras de aleaciones de plomo, entre otros.

Se estima que en los niños la exposición al plomo causa, cada año, 600 000 nuevos casos de discapacidad intelectual. Desde la última declaración de la Academia Norteamericana de Pediatría (ANP), en 1987, se ha avanzado

considerablemente en el conocimiento sobre la magnitud y severidad de la intoxicación por plomo en la infancia (2).

La exposición al plomo genera cada año un total estimado de 143 000 muertes, registrándose las tasas más altas de mortalidad en las regiones en desarrollo.

El plomo se distribuye por el organismo hasta alcanzar el cerebro, el hígado, los riñones y los huesos y se deposita en dientes y huesos, donde se va acumulando con el paso del tiempo. Para evaluar el grado de exposición humana al plomo, se suele medir la concentración de plomo en sangre.

Además no existe un nivel de exposición al plomo que pueda considerarse seguro, por otro lado, la intoxicación por plomo es totalmente prevenible.

En 1997, el grupo Klaus Brass ubicado en el distrito de Villa el Salvador departamento de Lima Perú crea la unidad especializada en la fabricación de productos de latón como válvulas, golletes, barras, tubos, entre otros. En el año 2008, el Grupo Klaus Brass recibe la Certificación de Calidad ISO 9001 la cual evidencia que Klaus es una empresa que cuenta con óptimos procesos, mitiga riesgos y mejora el servicio ofrecido. Como empresa de gran proyección al futuro, el Grupo Klaus Brass está trabajando para obtener el ISO 14001, el cual certifica que la empresa construye, promueve y mantiene un sistema de gestión ambiental en todos los procesos para la elaboración de sus productos. El Grupo Klaus Brass cuenta con 29 años de

experiencia en el mercado fabricando y comercializando productos derivados de latón de gran calidad y variedad.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Qué niveles de concentración de plomo en sangre presentarán los trabajadores del grupo Klaus, de Villa El Salvador, junio – septiembre 2014?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el nivel de concentración de plomo en sangre que presentan los trabajadores del Grupo Klaus Brass, de Villa El Salvador, junio-septiembre 2014.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1.3.2.1 Comparar los niveles de plomo en sangre de los trabajadores con los parámetros establecidos por la OMS.

1.3.2.2 Determinar la relación entre los meses de trabajo y la concentración de plomo sanguíneo de los trabajadores expuestos.

1.3.2.3 Determinar la relación entre la concentración de hemoglobina y la concentración de plomo sanguíneo de los trabajadores expuestos.

#### **1.4 Hipótesis de la investigación:**

##### **1.4.1 Hipótesis general**

Existirían concentraciones altas de plomo en sangre en los trabajadores del Grupo Klaus, de Villa el salvador, junio-septiembre 2014

##### **1.4.2 Hipótesis secundarias**

1.4.2.1 Los trabajadores presentarían niveles altos de plomo en sangre según los parámetros establecidos por la OMS.

1.4.2.2 Existiría una relación entre los años de trabajo y la concentración de plomo sanguíneo de los trabajadores.

1.4.2.3 Existiría una relación entre la concentración de hemoglobina y la concentración de plomo sanguíneo de los trabajadores

## 1.5 Justificación e importancia de la investigación

La exposición al plomo es un problema de salud pública tanto en centros urbanos de países desarrollados como aquellos en vías de desarrollo, cada vez se incrementa la intoxicación por plomo al nivel mundial por la existencia de industrias, fabricas, minerías que emanan plomo o utilizan para la fabricación de sus productos como materia prima el plomo. Generalmente los trabajadores de las industrias están expuestos diariamente a dicho metal y a sufrir enfermedades agudas y/o crónicas.

Según la OMS se estima que la exposición al plomo registra altas tasas de mortalidad, en nuestro país en el departamento de Junín, en la provincia de La Oroya se presentan casos de enfermedades cardiacas, respiratorias, hipertensión arterial, anemia, entre otros los cuales están relacionados a la intoxicación por plomo.

La concentración de los niveles de plomo en sangre nos demostrara la situación actual de los trabajadores del Grupo Klaus, con respecto a la intoxicación por plomo y esto ayudara a tomar decisiones de importancia, para mejorar la calidad de vida y por ende la competencia de sus trabajadores del mencionado grupo.

Este trabajo contribuirá en mostrar las consecuencias de la salud en los trabajadores expuestos a este metal. Además este estudio permitirá al médico de salud ocupacional dar un diagnóstico adecuado para la prevención y tratamiento oportuno a dichos trabajadores.

Por tal motivo se realiza el presente estudio de investigación ya que en la actualidad muchas industrias utilizan en sus componentes el plomo. Este tema es de mi interés dado que dentro de mi carrera tengo conocimiento de que el plomo es un metal muy utilizado por las industrias y a la vez tóxico para la salud.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

La investigación realizada por Carol Cinthia Castro Pillaca y Fernando Sobrado Siuce (Perú 2010) sobre la **Detección y cuantificación de plomo en muestras de sangre venosa de escolares de 12 a 17 años de la urbanización La Primavera del distrito del Agustino mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica**, demostraron que la concentración de plomo de los estudiantes del colegio Toribio Rodríguez de Mendoza en adolescentes se encuentra entre los niveles establecidos según la OMS (niños mayores de 12 años y adultos hasta 40ug de plomo/dl de sangre) (3).

En la siguiente investigación **Determinación de plomo en sangre de varones y mujeres adultos del asentamiento humano “Cultura y progreso” del distrito de Chaclacayo**(Perú 2007) , realizada por cornejo Febres, Carlomagno y Zuzunaga Floreano, Luis se llegó a la conclusión que los pobladores del asentamiento humano “Cultura y progreso” tanto hombres como mujeres sus niveles de plomo en sangre se encuentran según lo establecido por la OMS y que ni sus edades ni su tiempo de residencia en dicho lugar influyen en los resultados hallados (4).

La investigación realizada por Augusto V Ramírez **Exposición a plomo en trabajadores de fábricas informales de baterías** (Perú 2008) se basó en investigar el estado de salud de trabajadores de fábricas artesanales e informales de baterías, usando como indicador el tiempo de exposición al plomo y el nivel de plomo en sangre, encontrando que los niveles estaban por encima de los normales para salud ocupacional. (5)

Los investigadores Molina, Laura; Di Bernardo, María Luisa **Determinación y estandarización de plomo en sangre en operarios de estaciones de servicio del estado de Mérida** (Venezuela 2007) han determinado el contenido de plomo en sangre en operarios de estaciones de servicio de la ciudad de Mérida y en un grupo de personas no expuestas. Las concentraciones obtenidas del grupo control y en el grupo expuesto muestran diferencias altamente significativas que evidencian que la causa principal es la exposición directa al plomo. (6)

Bioq. Liliana Disalvoa, Lic. Claudia Aaba, Bioq. Silvia Pereyrasa **Plumbemia en niños de la ciudad de La Plata, Argentina y su relación con la deficiencia de hierro y los factores de exposición al plomo** (Argentina 2009) en esta investigación se realizó un estudio de tipo transversal con 93 niños que concurren al hospital de La Plata para controles de su salud, determinando sus concentraciones de plomo y hemoglobina. Concluyeron que las prevalencias mayores a 10ug/dL son preocupantes en la población estudiada; los factores asociados a dichas concentraciones fueron las deficiencias de hierro y actividades relacionadas al plomo en el hogar. (7)

Los investigadores Torres Ortiz Adriana, Rendón Ramírez Adela, Hernández Ruiz Emma, Cortés Couto Miriam, Santiago Roque Isela **Exposición y daño por plomo en alfareros del estado de Veracruz** (México 2006) realizaron un estudio a personas ocupacionalmente expuestas que se dedican a la alfarería y se compararon con otras no expuestas, concluyeron que la población expuesta está con niveles de plomo mucho mayor que la no expuesta y que presentan una intoxicación por plomo. (8)

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 EL PLOMO**

#### **2.2.1.1 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS**

Es un metal blanco azulado, brillante, muy blando, maleable, dúctil y un pobre conductor de la electricidad y el calor. Número atómico 82; peso atómico 207,19; gravedad específica 11,34. Funde a 327°C y hierve a 1,525 °C. Al fundir, emite vapores que son tóxicos. Al aire forma rápidamente una capa protectora de color gris de carbonato básico que impide la corrosión posterior.

Es un metal resistente a la acción del ácido sulfúrico, pero se disuelve fácilmente con ácido nítrico y ácidos orgánicos dando lugar a sales solubles. (9)

## 2.2.1.2 FUENTES PRINCIPALES DE CONTAMINACIÓN

### A. CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL

El plomo es un metal que se encuentra abundante en la corteza terrestre y se encuentran en forma de galena (PbS), cerusita (PbCO<sub>3</sub>). Hoy en día las principales fuentes industriales que emiten plomo al medio ambiente son las la industrias fundidoras (66% de las emisiones industriales al aire) y las centrales eléctricas (26% de las descargas de la industria en aguas superficiales). La exposición no solo es importante para los mineros que trabajan en las mismas instalaciones, sino para otros trabajadores, principalmente los del proceso de fundición, el cual es el que presenta el mayor riesgo, ya que durante la fundición el plomo calentado desprende vapores con partículas de tamaño respirable (<5um) a concentraciones altas, tales como 200 a 300 ug/m<sup>3</sup> de aire. La intoxicación por plomo se produce con más frecuencia en las industrias que se dedican a fundir, soldar, pulir plomo o sus aleaciones; también en la fundición de baterías, el templado de cables de acero y en aquellas industrias que utilizan pigmentos, antioxidantes, esmaltes para cerámica y vidrio, etc.

Según el riesgo de intoxicación, las actividades industriales se pueden clasificar en operaciones de elevado riesgo y de riesgo moderado, tomando en consideración: las características físico-

químicas del plomo (polvo, aerosoles, etc.); vías de entrada; intensidad de exposición; duración, etc. Así se puede considerar que las actividades de mayor riesgo son aquellas en las que el plomo metálico o inorgánico es calentado y se forman aerosoles y humos en grandes cantidades.

Actividades de elevado riesgo:

- Metalurgia del plomo. Fundición y refinado.
- Recuperación de plomo y de residuos metálicos que lo contengan (Chatarra).
- Industrias de la construcción (Tubos fontanería).
- Fabricación y reciclado de acumuladores eléctricos (Baterías).
- Soldadura de objetos y aleaciones de plomo.
- Tratamientos térmicos en baños de plomo.
- Fabricación de explosivos.
- Fabricación y manipulación de arseniato de plomo como insecticida.
- Fabricación y utilización de pinturas, esmaltes y barnices compuestos de sales y óxidos de plomo.
- Industrias del plástico que utilicen aditivos a base de plomo.

Actividades de riesgo moderado:

- Fabricación de municiones de plomo y su utilización en locales cerrados.
- Trabajos de demolición, especialmente raspado, quemado y oxicorte de materiales recubiertos con pintura de plomo.
- Fabricación de cables.
- Fabricación de tipos de imprenta

## **B. CONTAMINACIÓN ALIMENTARIA**

La contaminación de los alimentos con plomo procede de numerosas fuentes, tales como el aire y el suelo. El plomo atmosférico que deriva de la contaminación industrial o de la gasolina con plomo puede contaminar los alimentos mediante su deposición en plantas cultivadas. El plomo del suelo, procedente de municiones de plomo presentes en lugares utilizados anteriormente como almacenes de munición, de la deposición atmosférica o de la aplicación incorrecta de plaguicidas, fertilizantes, puede contaminar las plantas cultivadas, por absorción, o por deposición de tierra sobre las superficies de las plantas. Las plantas y el suelo contaminados son, a su vez, una fuente de contaminación del ganado.

El análisis de sus efectos en plantas reveló que al penetrar este elemento en el citoplasma, inhibe a las enzimas que tienen relación con el proceso clorofílico.

En los animales afectan la síntesis de la hemoglobina, al inhibir los procesos enzimáticos que hacen que se formen las protoporfirinas (10)

También puede producirse contaminación de los alimentos por plomo en la elaboración, manipulación y envasado de los productos alimenticios.

En zonas de elaboración de alimentos son fuentes de contaminación por plomo la pintura al plomo y los equipos que contienen este metal, como tuberías y maquinaria soldada con plomo. Se ha comprobado que las latas soldadas con plomo son una fuente muy importante de contaminación de los alimentos en la zona de envasado. Otros artículos de envasado que son fuentes potenciales de contaminación por plomo

son las bolsas de plástico y papeles de envolver con colores, los envases de cartón que contienen plomo o colorantes con plomo y los artículos de cerámica con barniz de plomo o recipientes metálicos que contienen plomo utilizados para el envasado o almacenamiento de alimentos. (11)

### **2.2.1.3. TOXICOCINÉTICA**

Las vías de entrada del plomo inorgánico en el organismo son fundamentalmente la respiratoria y la digestiva. El plomo absorbido es vehiculizado por la sangre y alrededor del 90% se fija en los hematíes. La vía principal de eliminación es la renal. El plomo que se elimina por la saliva puede llegar a pigmentar el borde marginal de las encías (ribete de Burton) (12).

#### **A. VÍAS DE PENETRACIÓN**

Vía respiratoria.- Es la vía de entrada más importante, penetrando por inhalación de vapores, humos y partículas del polvo. El grado de absorción de plomo por esta vía depende de la concentración, del tiempo de exposición, de la forma física (vapores, humos, tamaños de las partículas) y química del plomo inhalado, de factores personales (edad, tipo de ventilación), y de las condiciones ambientales (temperatura, humedad y ventilación ambientales, y nivel de esfuerzo físico) (13).

Vía oral.- Las partículas de polvo de plomo son ingeridas directamente a través de las manos, alimentos, bebidas o cigarrillos. Constituye la

segunda vía de entrada, en importancia, de plomo en el organismo. El plomo absorbido por esta vía es insoluble, por ello su absorción es muy escasa (5% - 10%) (14).

El plomo se absorbe principalmente en el intestino, la absorción por esta vía no solo depende de la biodisponibilidad del compuesto, sino de otros factores como el vaciado gástrico, la motilidad gastrointestinal, el pH gástrico, la interacción del compuesto con otros componentes del tracto gastrointestinal, factores dietéticos y en general el ambiente químico de lumen gastrointestinal (15).

La absorción intestinal de plomo se ve incrementada cuando existe deficiencia de calcio, hierro, potasio y zinc.

Vía cutánea.- Se debe tener en cuenta que los derivados inorgánicos de plomo no se absorben por la piel sana, mientras que los derivados orgánicos por ser muy liposolubles pueden absorberse fácilmente(16). Sólo el tetraetilo de plomo puede ser absorbido a través de la piel intacta. El tetraetilo en el organismo es desalquilado y convertido en trietilo que es el que ejerce la acción tóxica. Luego sigue su transformación a plomo inorgánico (17).

## **B. DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO EN EL ORGANISMO**

Una vez que el plomo pasa a sangre se establece un intercambio dinámico entre los diferentes tejidos a los que el plomo se dirige. Estudios científicos realizados sugieren que un modelo de tres compartimentos

permite explicar la distribución del plomo en el organismo humano. Tras la inhalación o ingestión el plomo absorbido pasa al torrente sanguíneo, desde donde se distribuye a los diferentes compartimentos (18).

El 95 % del plomo sanguíneo está unido a los eritrocitos. La vida media del plomo en el compartimento sanguíneo es de 35 días, pero pueden existir grandes variaciones individuales.

El segundo compartimento lo constituyen los tejidos blandos (tejido nervioso, riñón, hígado, etc.). La vida media del plomo en este caso es de 40 días.

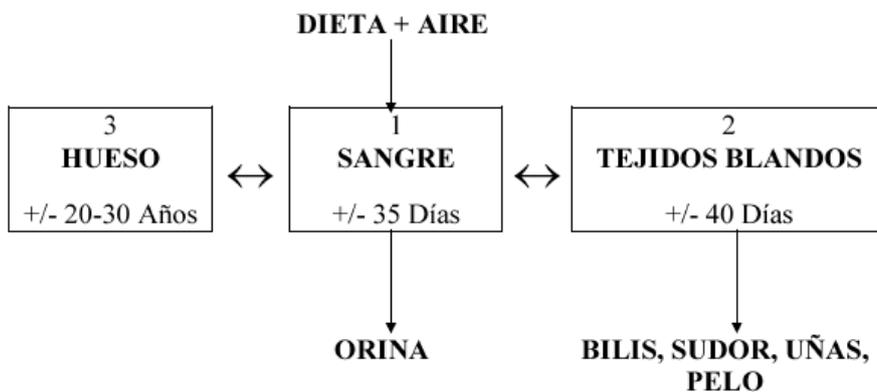
De entre todos los compartimentos el esqueleto es quien contiene la gran mayoría (80% - 90 %) del plomo almacenado en el organismo. La vida media del plomo en el hueso es de 20 a 30 años. Una parte del plomo depositado a nivel óseo (tejido óseo trabecular) se encuentra en forma inestable, y por tanto fácilmente movilizable en determinadas condiciones (acidosis, descalcificación) y en equilibrio con la sangre. El resto queda almacenado (tejido óseo compacto) y va aumentando progresivamente a medida que continúa la exposición.

El almacenamiento óseo es toxicológicamente importante porque en situaciones patológicas de acidosis, descalcificación, dieta, etc.; se produce una demanda de calcio, el cual se movilizará a partir de los huesos movilizándose el plomo también, por tener un comportamiento similar al del calcio, produciéndose cuadros agudos de intoxicación; el plomo tiene una vida media de 60 a 70 años (19).

Tanto los tejidos blandos como la sangre constituyen las unidades de intercambio activo, mientras que el esqueleto constituye la unidad de almacenamiento o de intercambio lento.

El plomo presente en el organismo puede dividirse en dos tipos: fracción intercambiable y fracción estable. La primera fracción está dada por el plomo que se encuentra en sangre y tejidos blandos; y la segunda fracción se encuentra en huesos y dientes como resultado de una intoxicación crónica (Figura N° 1)

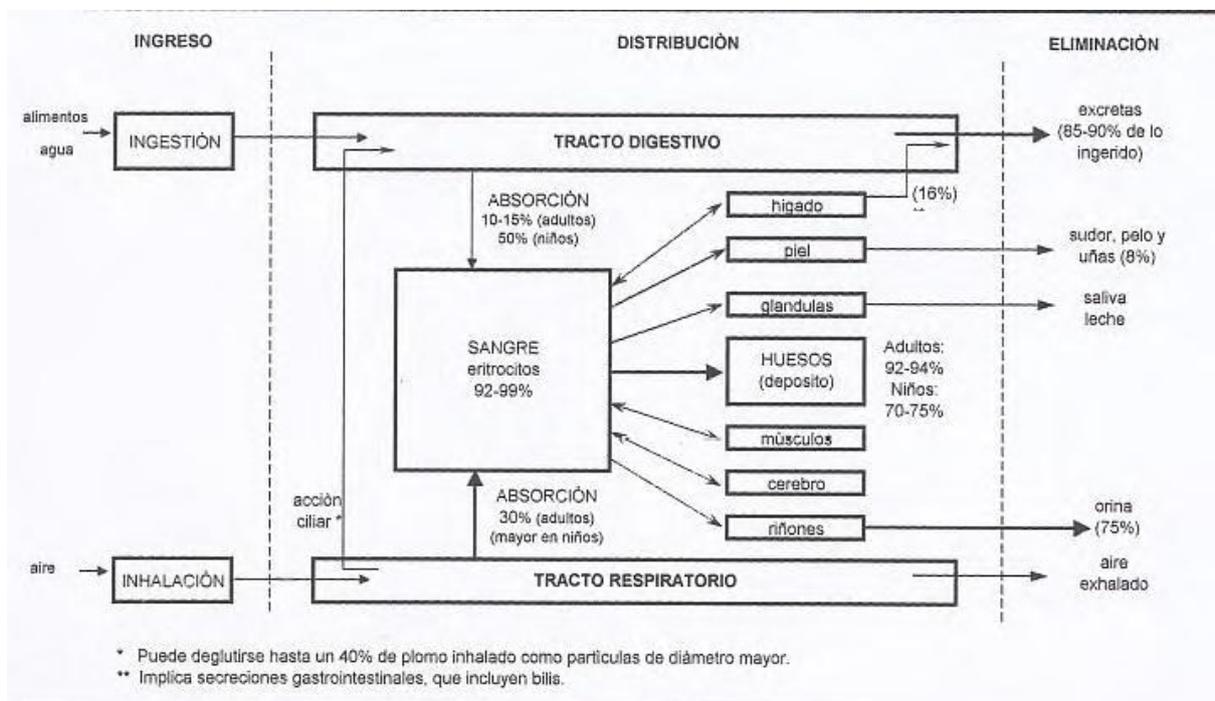
**Gráfico N° 1.** Distribución del plomo. Modelo de los tres compartimentos en el organismo humano. Puede verse la vida media del plomo en cada uno de ellos (Ellenhorn, 1988)



## C. VÍAS DE ELIMINACIÓN

El plomo se elimina principalmente a través de orina, una pequeña parte en heces y bilis, así como también por el cabello, lágrimas, saliva y sudor, la leche materna.

**Gráfico N° 2:** Vías de Absorción, Distribución y Eliminación del Plomo en el Organismo Humano



Fuente: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Ambiente. Organización Panamericana de la Salud. Introducción a la Toxicología Ambiental. México DF. Albert, L. (1997).

#### 2.2.1.4. TOXICODINAMIA

Es necesario conocer los factores específicos que predisponen o que agravan los efectos del plomo para de esta manera poder comprender el problema que implica la intoxicación por plomo.

- Concentración y tipo de plomo (plomo inorgánico vs. alquilados de plomo) en la fuente de exposición.
- Tiempo de Exposición.
- Vía de entrada al organismo.
- Condición nutricional y estado de salud previos del sujeto.
- Edad del sujeto expuesto.
- Hábitos y comportamientos del sujeto que influyen en su salud (tipo de alimentación, fumar en ambientes contaminados, etc.)
- Raza y Sexo
- La combinación de los factores mencionados influye directamente en la naturaleza y alcance del padecimiento del sujeto.

La intoxicación aguda es excepcional pero posible, y produce vómitos, dolores abdominales y diarrea, pudiendo objetivarse hemólisis, afectación tubular renal de ésta forma el paciente puede fallecer en pocos días.

En la intoxicación crónica hay una fase subclínica o de impregnación, en la cual el paciente se encuentra asintomático, pero puede tener alteraciones biológicas si los niveles de plomo en sangre están entre 35 y 60 ug/dL. Esta forma es especialmente importante en niños ya que sus tejidos, en fase de

crecimiento, se van impregnando de plomo y a nivel del SNC van produciendo déficit (retraso mental, alteraciones del lenguaje, del comportamiento, etc.)

La fase clínica se caracteriza inicialmente por astenia, debilidad, mialgias e irritabilidad. En sangre hay niveles de plomo de 70 - 90ug/dL y suele aparecer anemia normocítica y ligera hipocromía, acompañada de sideroblastosis, reticulosis e hipersideremia. Así el paciente presenta anorexia, estreñimiento y en casos graves, dolores abdominales (cólico saturnino) y vómitos alimentarios, de la misma forma es relativamente frecuente el hallazgo de alteraciones biológicas hepáticas.

Los efectos tóxicos que el plomo produce son muy diversos. En el Sistema Hematopoyético, el plomo produce: alteración de la síntesis de la hemoglobina, alteración en los precursores de los glóbulos rojos y una acción sobre los hematíes circulantes, produciendo una anemia moderada.

En el Sistema Nervioso, la toxicidad del plomo puede expresarse como retraso en el aprendizaje, retraso mental y hasta la muerte; debido al grado de intoxicación. Aunque el plomo causa anormalidades en el sistema nervioso central en los adultos, las neuropatías periféricas tienden a ser más prominentes. (20)

En el Sistema Urinario, en intoxicaciones crónicas, produce una nefroesclerosis grave con afectación del filtrado glomerular, degeneración tubular y fibrosis intersticial.

En el Sistema Reproductor, se han descrito efectos en la mujer, como abortos, disfunción ovulatoria, parto prematuro, esterilidad. En el hombre los efectos son la astenospermia, teratospermia y el hipogonadismo

#### **2.2.1.5. MANIFESTACIONES CLÍNICAS**

Los efectos tóxicos que el plomo produce en el organismo humano son diversos y de cierta gravedad, presentando dos tipos marcados de intoxicación.

##### **A. INTOXICACIÓN AGUDA**

Los síntomas son:

- A nivel del aparato digestivo: cólico saturnino con dolor, vómitos y estreñimiento.
- A nivel del sistema nervioso: encefalopatía saturnina con convulsiones y coma que conduce a la muerte en dos o tres días. También puede presentarse en forma de delirio o psicosis tóxica.
- A nivel renal: albuminuria, cilindruria u oliguria.
- A veces hay afectación hepática pudiendo aparecer desde una necrosis hepática hasta una ligera citólisis. (23).

##### **B. INTOXICACIÓN CRÓNICA**

Pueden distinguirse tres fases:

Fase de impregnación.- Caracterizada por una plumbemia menor de 70ug/100ml. Es en esta fase cuando la acción de prevención del saturnismo es clave. No se trata todavía de una enfermedad establecida, pero existen ya datos indicadores de alteraciones metabólicas acompañadas de una sintomatología vaga e imprecisa que nos indican los

primeros efectos del plomo. Puede haber estreñimiento y molestias gastrointestinales, fatiga, modificaciones del humor, pérdida de memoria y, de la capacidad de atención, dolores musculares y articulares e insomnio. Actualmente, el ribete gingival de Burton se ve muy raramente. En cuanto a las alteraciones biológicas, en esta fase comienzan a evidenciarse los efectos sobre el tejido hematopoyético.

Fase de intoxicación franca.- Las manifestaciones pueden ser:

- Alteraciones del estado general.
- Cólico saturnino.
- Polineuritis motora: Se trata de una afección motora que atañe en general a los músculos más activos de las extremidades superiores.
- Parálisis flácida y progresiva sin alteraciones sensitivas.
- Hipertensión paroxística.
- Encefalopatía saturnina.
- Afectación tiroidea: disminución de la captación de yodo por la glándula tiroides.
- Afectación testicular: hipoespermia.

Las formas más agudas pueden variar del delirio y la psicosis tóxica, a las convulsiones, coma y muerte. La forma crónica consiste en pérdida de capacidad intelectual y de rendimiento psicomotriz e incluso afasia transitoria y hemianopsia.

Fase de impregnación antigua.- La absorción prolongada de plomo puede tener como consecuencia hipertensión permanente, nefritis crónica a menudo asociada a gota y alteraciones cardíacas

#### **2.2.1.5 TRATAMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN POR PLOMO**

En caso de ingesta oral reciente habrá que tomar medidas de descontaminación digestiva habituales (vaciado gástrico, carbón activado, etc.).

En la mayoría de los casos la intoxicación es del tipo crónica y el tratamiento fundamental es retirar al paciente de la fuente de exposición al tóxico.

En las intoxicaciones por plomo metal o sus compuestos inorgánicos debe decidirse si se aplica tratamiento quelante con EDTA cálcico disódico, dpenicilamina o dimercaprol (BAL). Los quelantes forman complejos inertes y estables con el plomo, que son excretados por la orina.

En las intoxicaciones agudas o en las agudizaciones de intoxicaciones crónicas, en las que el enfermo esté sintomático, con signos de toxicidad biológica o con plumbemias superiores a 70ug/dL debe instaurarse tratamiento quelante. El EDTA cálcico disódico es el quelante de elección.

En general se utilizan tres compuestos para quelar plomo: British Anti-Lewisite (BAL), Ácido etilen-diamino-tetra-acético (EDTA) y D-Penicilamina (24).

### 2.2.1.6 FUNDAMENTO DEL MÉTODO

#### **Espectrometría de masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo**

La cuantificación se hizo por espectrometría de acoplamiento inductivo en el laboratorio ROE, La espectrometría de masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo es una técnica que permite analizar múltiples elementos y utiliza una fuente de plasma de acoplamiento inductivo (un gas ionizado a temperatura muy alta compuesto de electrones e iones con carga positiva) para atomizar la muestra y posteriormente ionizar los átomos que se desea analizar. Los iones se extraen del plasma y se hacen pasar por un espectrómetro de masa, en el cual se los separa y mide sobre la base de su relación masa/carga. La eficiencia del plasma acoplado por inducción para producir iones a partir de los átomos que se desea analizar en la muestra aerosolizada, junto con la gran selectividad del cuádrupolo (que filtra los iones), la gran amplificación de las señales iónicas que alcanzan el detector y la escasa interferencia de fondo del detector, hacen que los límites de detección del instrumento sean sumamente bajos (de partes por trillón a partes por billón) para la mayoría de los elementos. Con este método, el límite de detección para la determinación directa de la concentración de plomo en la sangre es de aproximadamente 0,1 µg/dl. La espectrometría de masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo tolera menos las matrices pesadas que la espectrometría de absorción atómica por horno de grafito, por lo que es necesario diluir las muestras de sangre antes de la aspiración en el plasma; por lo tanto, los dispositivos de espectrometría de

masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo requieren técnicos de laboratorio especializados para su funcionamiento óptimo.

Mientras que con otros métodos se pueden medir solamente uno o algunos elementos por vez, la espectrometría de masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo permite medir múltiples elementos en una sola muestra de apenas 50–100 µl. Esta característica será importante para los laboratorios que deseen determinar otros elementos además del plomo. Además, la espectrometría de masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo permite determinar la relación isotópica del plomo presente en una muestra, por lo que es posible establecer si el plomo proviene de una fuente particular.

El precio del dispositivo de espectrometría de masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo es elevado, pero su productividad es alta y, comparativamente, resulta económico cuando se necesita analizar numerosas muestras o elementos.

## **Aplicaciones**

Algunos de los campos de aplicación más importantes de esta técnica son:

- Agricultura y alimentos

Determinación de metales y posibles contaminantes en suelos, fertilizantes, materias vegetales, alimentos, etc.

- Análisis clínico

Determinación de elementos tóxicos en orina, sangre, heces, leche materna, tejidos.

- Aguas

Determinación de metales y contaminantes en aguas continentales, potables, vertido, salmueras y aguas de mar

- Muestras geológicas

Análisis de tierras raras en sedimentos y rocas para determinar su procedencia.

Evaluación de la contaminación de suelos.

Análisis de alteraciones isotópicas de determinados elementos.

### **Preparación de la muestra**

- Las Muestras se trabajan en un entorno limpio.
- Las muestras se colocan en una cámara de seguridad biológica de flujo laminar con la finalidad de evitar contaminación con partículas de polvo.
- Se diluyen Las muestra con solución de amonio que contiene Campbell Triton X-100.

### 2.3 Definición de términos básicos

**CONCENTRACIONES.-** una disolución es la proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de solvente, donde el soluto es la sustancia que se disuelve, el disolvente la sustancia que disuelve al soluto.

**MICROGRAMO.-** Es una unidad de masa del SI que equivale a la millonésima parte de un kilogramo ( $10^{-9}$ kg) o a la millonésima de un gramo ( $10^{-6}$ g).el microgramo se emplea en los análisis químicos cuantitativos para medir la pequeñísima cantidad de componentes que tiene una pequeña muestra. El aparato encargado de medir los microgramos es el espectrofotómetro.

**PLOMO.-** Elemento químico de símbolo *Pb* y número atómico 82; es un metal denso, blando y de color gris azulado, muy maleable, dúctil y poco conductor del calor y la electricidad, que se oxida fácilmente en contacto con el aire; se usa principalmente para fabricar tubos, pinturas y balas para las armas de fuego.

**POBLACIÓN.-** El número de elementos o sujetos que componen una población estadística es igual o mayor que el número de elementos que se obtienen de ella en una muestra ( $n$ )

**SALUD.-** Es el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de infecciones o enfermedades, según la definición de la Organización Mundial de la Salud realizada en su constitución de 1946.

**SANGRE.** Líquido rojo compuesto por plasma y células que, impulsado por el corazón, recorre el cuerpo de los animales y cuya función es transportar los nutrientes y el oxígeno y retirar los desechos metabólicos.

**NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE.-** Es un examen que mide la Cantidad de plomo en la sangre.

**CRÓNICO:** Que implica un estímulo que persiste o continúa durante un tiempo prolongado; con frecuencia implica períodos de varias semanas a años, dependiendo del ciclo de vida reproductiva de la especie. Se puede usar el término crónico para definir ya sea la exposición o la respuesta a una exposición (efecto). Las exposiciones crónicas generalmente inducen una respuesta biológica con un progreso relativamente lento y una duración prolongada

## **CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Diseño de la investigación**

**3.1.1 Tipo de investigación:** Es una investigación descriptiva pues se describe todos los pasos para la ejecución de dicho proyecto; es transversal porque se ha trabajado de junio- septiembre 2014 .

**3.1.2 Método de la investigación:** En esta investigación se utilizó el método inductivo porque se partió de 23 particulares y de ahí se elaboraron las conclusiones generales.

### **3.2 Población y muestreo de la investigación**

#### **3.2.1 Población**

50 trabajadores que están en contacto directo por plomo, del Grupo Klaus.

#### **3.2.2 Muestra**

La muestra estuvo constituida por 23 trabajadores del Grupo Klaus.

### 3.3 Variables e indicadores

Variable	Indicadores
Nivel de concentración de plomo	Adultos no expuestos ocupacionalmente >20ug/dL Adultos expuestos ocupacionalmente >40ug/dL

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Técnicas

La técnica que utilice fue por venopunción, se desinfecto la zona de punción del brazo se coloco la ligadura con el fin de agregar presión en el área para que la vena se llene de sangre, se introduce la aguja previamente adherida al vacutainer y la muestra se recoge en un tubo lila se retira la aguja y se coloca una torunda para detener el sangrado.

#### 3.4.2 Instrumentos

- Jeringas
- Agujas
- Vacutainer
- Algodón
- Alcohol 70°
- Ligaduras
- Tubos lilas

## CAPITULO IV

### PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Tabla N° 1

#### Concentración de plomo en sangre de los trabajadores del Grupo Klaus

En la tabla N° 1 se muestran las diferentes concentraciones de plomo de los 23 trabajadores del Grupo Klaus mostrándose en primer lugar al trabajador número 2 con la más alta concentración de plomo y el trabajador número 3 presentando una concentración de 6,9ug/dL la más baja concentración de plomo hallada.

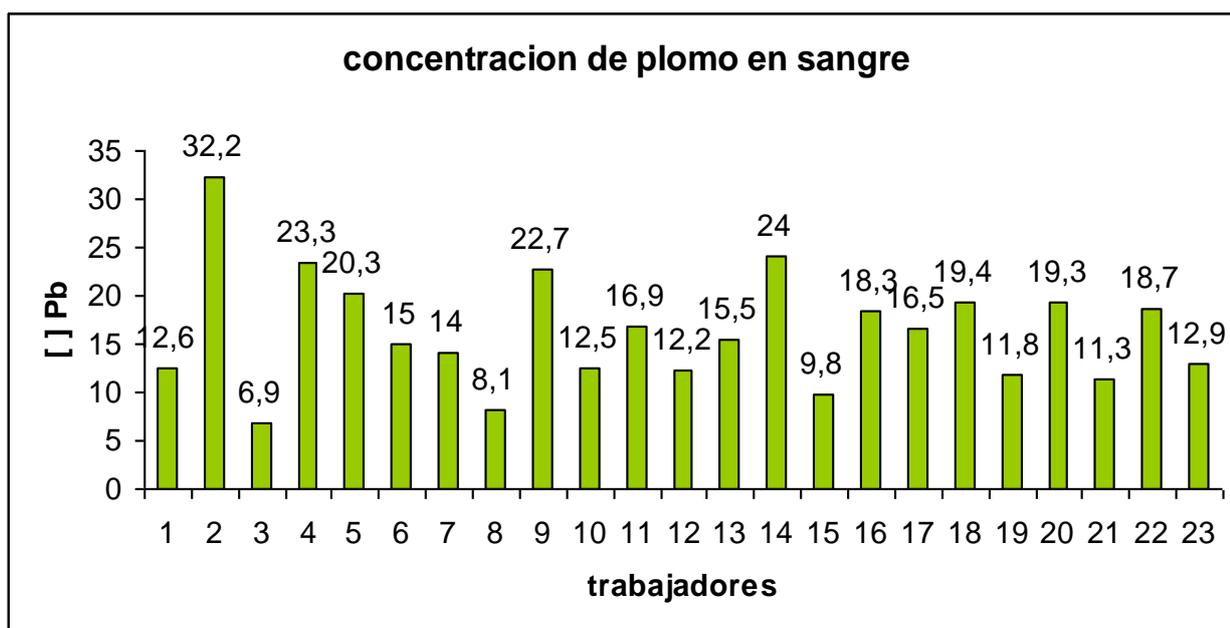
N° de trabajadores	Concentración de plomo ug/dL
1	12.6 ug/dL
<b>2</b>	<b>32.2 ug/dL</b>
<b>3</b>	<b>6.9 ug/dL</b>
4	23.3 ug/dL
5	20.3 ug/dL
6	15 ug/dL
7	14 ug/dL
8	8.1 ug/dL
9	22.7 ug/dL
10	12.5 ug/dL
11	16.9 ug/dL
12	12.2 ug/dL
13	15,5 ug/dL
14	24 ug/dL
15	9.8 ug/dL
16	18.3 ug/dL
17	16.5 ug/dL
18	19.4 ug/dL
19	11.8 ug/dL
20	19.3 ug/dL
21	11.3 ug/dL
22	18.7 ug/dL
23	12.9 ug/dL

Fuente y elaboración propia.

**Gráfico N° 3**

**Concentración de plomo en sangre de los trabajadores del Grupo Klaus**

Los resultados obtenidos en el gráfico N° 3 de la concentración de plomo en sangre de los trabajadores del Grupo Klaus observándose que la mayor concentración lo tiene el trabajador número 2 con una concentración de 32,2ug/dL no superando los valores establecidos por la OMS (nivel máximo de plomo en sangre 40ug/dL)



Fuente y elaboración propia.

**Tabla N° 2**

**Concentración de hemoglobina en sangre de los trabajadores del Grupo Klaus**

En la tabla N° 2 se muestran las diferentes concentraciones de hemoglobina de los 23 trabajadores del Grupo Klaus mostrándose en primer lugar al trabajador número 4 con la más alta concentración de hemoglobina y el trabajador número 20 presentando una concentración de 13,4 g/dL la más baja concentración de hemoglobina hallada.

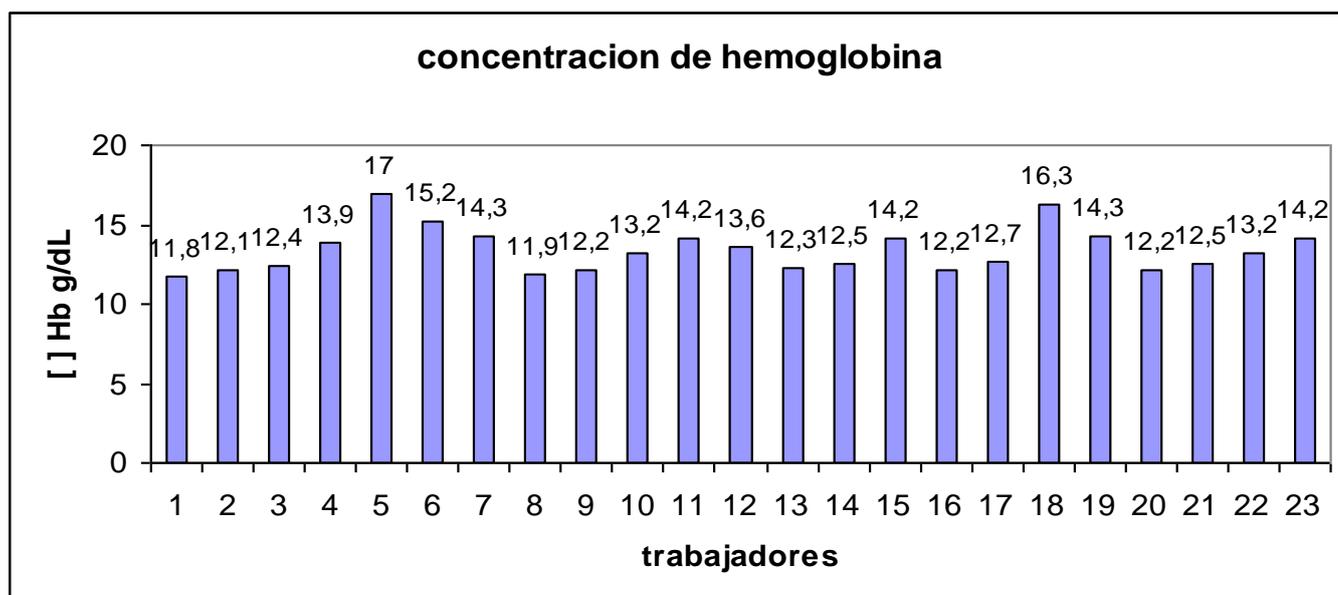
<b>Nº de trabajadores</b>	<b>HEMOGLOBINA g/dL</b>
1	15.8
2	14.4
3	14.5
<b>4</b>	<b>17</b>
5	14.8
6	15.3
7	14.2
8	13.9
9	16.7
10	14
11	14.8
12	16
13	15
14	16.1
15	15.8
16	17
17	15
18	14.5
19	14
<b>20</b>	<b>13.4</b>
21	16
22	14
23	15.2

Fuente y elaboración propia.

**Gráfico N° 4**

**Resultados de la concentración de hemoglobina de los trabajadores del Grupo Klaus**

En el gráfico N° 4 se muestra la concentración de hemoglobina de los 23 trabajadores del Grupo Klaus obteniéndose un promedio de 12,73 g/dL de sangre, encontrándose este valor dentro de lo establecido por la OMS (13 g/dL a 17 g/dL para varones)



Fuente y elaboración propia.

**Tabla N° 3**

**Tiempo de trabajo de los trabajadores del Grupo Klaus**

En la tabla N° 3 se muestra el tiempo de servicio de los 23 trabajadores del Grupo Klaus agrupados según su tiempo de trabajo en meses haciendo trabajos de exposición al plomo.

tiempo de trabajo (meses)	Distribución porcentual
0-5	30%
6-10	43%
11-15	26%

Fuente y elaboración propia

**Gráfico N° 5**

**Distribución porcentual de los trabajadores del Grupo Klaus según tiempo de trabajo**

En el gráfico N° 3 se representa los diferentes porcentajes según su tiempo de trabajo en grupos de 0-5 meses, 6-10 meses, 11-15 meses.



Fuente y elaboración propia

**Tabla N° 4**

**Concentraciones de hemoglobina y plomo de los trabajadores del Grupo**

**Klaus**

En la tabla N° 4 se muestra las concentraciones de plomo y hemoglobina de los diferentes trabajadores del Grupo Klaus encontrándose que los valores de la concentración de hemoglobina para el trabajador número 2 que presenta la mayor concentración de plomo es de 14.4 ug/dL valor dentro de lo permitido según la OMS (13 g/dL a 17 g/dL para varones).

<b>N° de trabajadores</b>	<b>CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE</b>	<b>HEMOGLOBINA g/dL</b>
1	12.6 ug/dL	15.8
<b>2</b>	<b>32.2 ug/dL</b>	<b>14.4</b>
3	6.9 ug/dL	14.5
4	23.3 ug/dL	17
5	20.3 ug/dL	14.8
6	15 ug/dL	15.3
7	14 ug/dL	14.2
8	8.1 ug/dL	13.9
9	22.7 ug/dL	16.7
10	12.5 ug/dL	14
11	16.9 ug/dL	14.8
12	12.2 ug/dL	16
13	15.5 ug/dL	15
14	24 ug/dL	16.1
15	9.8 ug/dL	15.8
16	18.3 ug/dL	17
17	16.5 ug/dL	15
18	19.4 ug/dL	14.5
19	11.8 ug/dL	14
20	19.3 ug/dL	13.4
21	11.3 ug/dL	16
22	18.7 ug/dL	14
23	12.9 ug/dL	15.2

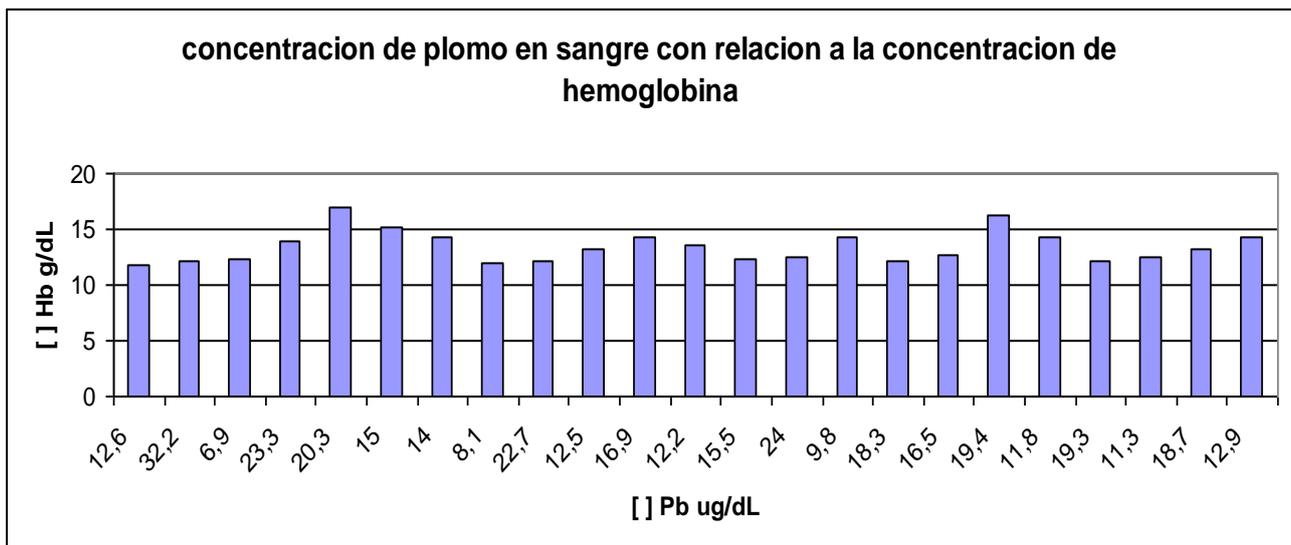
Fuente y elaboración propia

## Gráfico N° 6

### Concentraciones de hemoglobina y plomo de los trabajadores del Grupo

#### Klaus

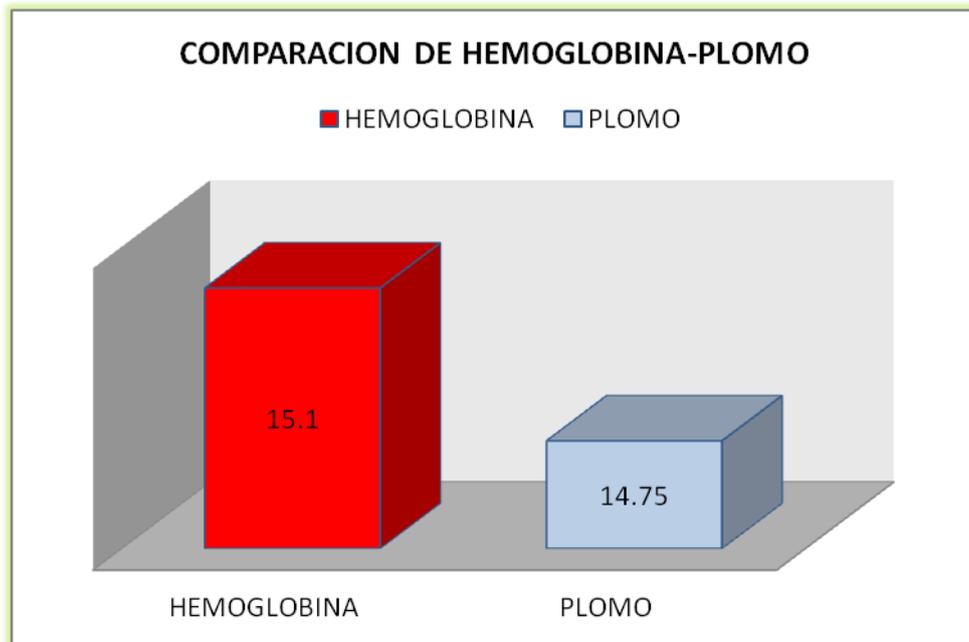
En el gráfico N° 4 se muestra la concentración de hemoglobina contra la concentración de plomo de los 23 trabajadores del Grupo Klaus observándose que los que presentan concentraciones mayores de plomo como en el caso del trabajador número 2 que tiene una concentración de 32,2; presenta una concentración de hemoglobina de 14.4 g/dL valor dentro de lo permitido según la OMS (13 g/dL a 17 g/dL para varones).



Fuente y elaboración propia

**Grafico N° 7 Comparacion de los promedios de la concentracion de la hemoglobina y el plomo**

En el gráfico N° 7 se observa la comparación del promedio de la concentración de hemoglobina, en los trabajadores expuestos al plomo.

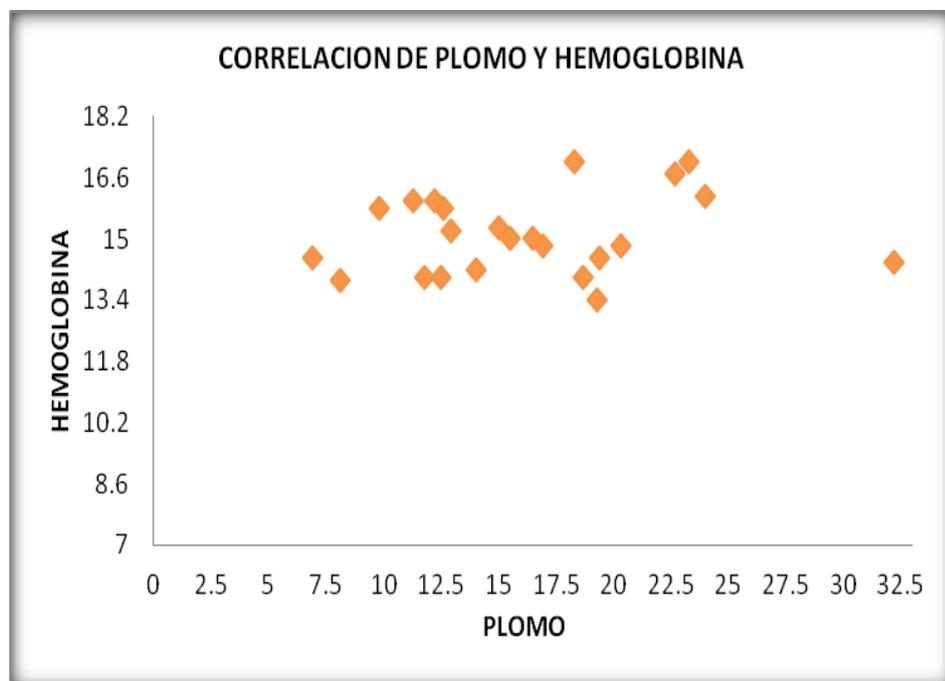


**Cuadro de Correlaciones obtenidos con el análisis del paquete estadístico SPSS21**

		CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA	CONCENTRACIÓN DE PLOMO
CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA	Correlación de Pearson	1	0.178
	Sig. (bilateral)		.417
	N	23	23
CONCENTRACIÓN DE PLOMO	Correlación de Pearson	.178	1
	Sig. (bilateral)	.417	
	N	23	23

### Grafico N° 8 Correlación de la concentración de plomo y la concentración de hemoglobina

En el grafico N° 8 se muestra la correlación que existe entre el plomo y la concentración de hemoglobina, se observa la dispersión de los puntos, que nos indica que hay correlación.

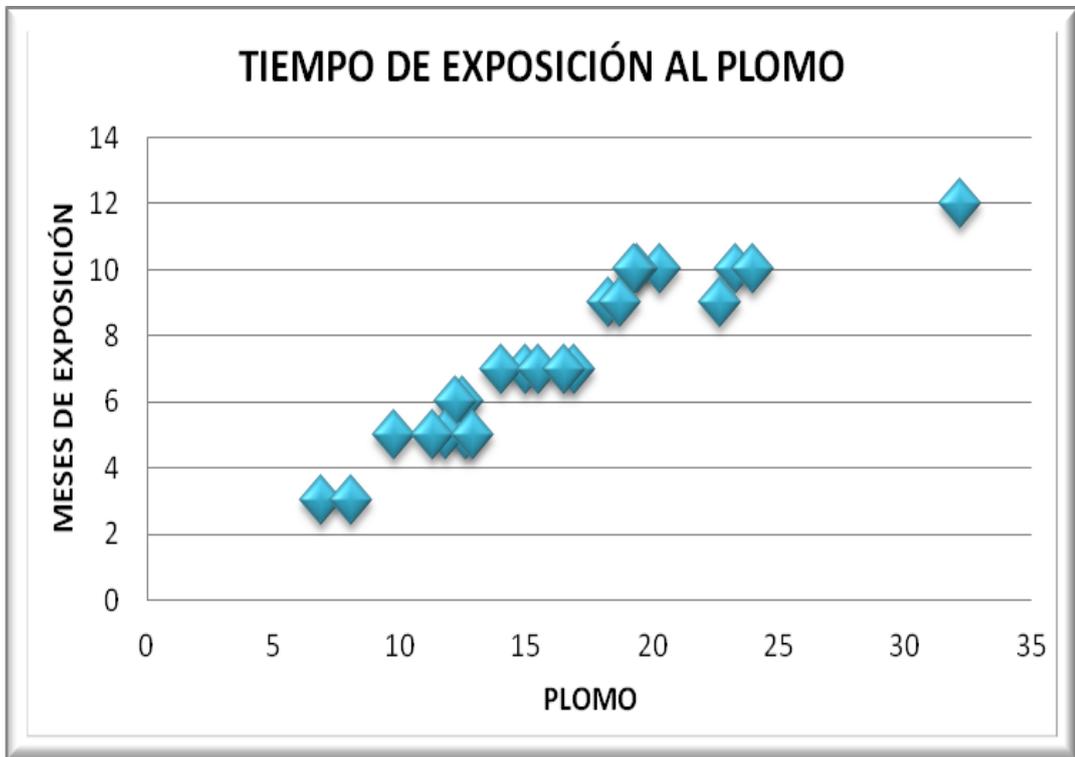


SE ENCONTRÓ QUE LA CORRELACIÓN ES DÉBIL ENTRE LA CONCENTRACIÓN DEL HEMOGLOBINA Y EL PLOMO

$$r=0.18$$

### Gráfico N° 9 Correlación del tiempo de trabajo con la concentración de plomo sanguíneo

En el gráfico N° 9 se muestra la correlación que existe entre el tiempo de trabajo y la concentración de plomo sanguíneo, la correlación es fuerte y directa, aumenta el grado de intoxicación por plomo según aumenta el tiempo de exposición.  
 $r=0.94$



LA CORRELACIÓN ES FUERTE Y DIRECTA, AUMENTA EL GRADO DE INTOXICACIÓN POR PLOMO SEGÚN AUMENTA EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN.  
 $r=0.94$

**Cuadro de Correlaciones obtenidos con el análisis del paquete estadístico SPSS21**

		CONCENTRACIÓN DE PLOMO	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
CONCENTRACIÓN DE PLOMO	Correlación de Pearson	1	.943**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	23	23
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	Correlación de Pearson	.943**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	23	23

**Frecuencias**

**Estadísticos calculados con el paquete SPSS21**

		CONCENTRACIÓN DE PLOMO	CONCENTRACIÓN DE HEMATOCRITO	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA
N	Válidos	23	23	23	23
	Media	16.270	45.391	7.26	15.104
	Mediana	15.500 <sup>a</sup>	45.375 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	14.950 <sup>a</sup>
	Moda	6.9 <sup>b</sup>	42.0 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>	14.0
	Mínimo	6.9	41.0	3	13.4
	Máximo	32.2	50.0	12	17.0
	Suma	374.2	1044.0	167	347.4

a. Calculado a partir de los datos agrupados.

b. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

## DISCUSIONES

Los resultados obtenidos de la cuantificación de plomo en sangre de los Trabajadores del Grupo Klaus tiene como promedio 14,75ug/dL, esto nos indicaría que se encuentra dentro de lo establecido por la OMS (nivel máximo de plomo en sangre 40ug/dL) pero cabe acotar mientras un trabajador se encuentra expuesto al plomo por largos periodos de tiempo puede suceder que las concentraciones de plomo halladas en este análisis varíen por la constante exposición y podrían producir problemas relacionados al plomo como por ejemplo alteraciones en el sistema nervioso, anemia, hipertensión.

El tiempo de trabajo guarda relación directa con la concentración de plomo en sangre, ya que mientras más expuestos están los trabajadores se eleva su concentración de plomo en sangre; según **Augusto V. Ramírez en su trabajo de exposición al plomo en trabajadores de fábricas informales de baterías** demostró que los niveles de plomo en sangre de sus trabajadores se incrementaba a lo largo de los años de trabajo pasando los niveles permitidos para salud ocupacional. Sí se ha confirmado, en cambio, que cuanto mayor es el nivel de exposición a este metal, más aumentan la diversidad y la gravedad de los síntomas y efectos a él asociados.

Los niveles de Hemoglobina nos indican valores normales con un promedio 15,1 g/dL, encontrándose este valor dentro de lo establecido por la OMS (13 g/dL a 17 g/dL) y no guardan relación con la concentración de plomo en sangre como si en la tesis **plumbemia en niños de la ciudad de la plata, Argentina y su relación con la deficiencia de hierro y los factores de exposición al plomo de la Bioq. Liliana Disalvoa, Lic. Claudia Aaba, Bioq. Silvia Pereyrasa** que si hubo una relación con los niños expuestos mostrándose su concentración de plomo elevado afecta la concentración de hemoglobina, como sabemos el plomo se aferra a una enzima delta aminolevulínico-sintasa para formar ALA (ácido deltaaminolevulínico) responsables de la síntesis de la hemoglobina por tal motivo estos niños presentan deficiencia de hierro.

## CONCLUSIONES

1. La concentración media de plomo hallada en la sangre de los trabajadores del grupo Klaus es de 14,75ug de plomo /dL de sangre.
2. El valor mínimo de plomo en sangre hallado fue de 6,9ug/dL y el valor máximo fue de 32,2ug/dL. Estos valores se encuentran por debajo de lo establecido por la OMS (40ug/dL).
3. El tiempo de trabajo de los trabajadores del grupo Klaus guarda relación directa con la concentración de plomo en sangre.
4. La concentración media de hemoglobina hallada en los trabajadores del grupo Klaus es de 15,1 g/dL de sangre. La concentración de hemoglobina no guarda relación con la concentración de plomo en sangre.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que los trabajadores expuestos a al plomo tengan la protección necesaria para realizar sus actividades dentro de su área laboral

Seguir haciendo evaluaciones constantes de sus niveles de plomo para evitar posibles intoxicaciones.

A las industrias que tienen trabajadores expuestos al plomo se les recomienda ofrecerles una dieta sana ya que los alimentos ricos en calcio, hierro y vitamina C (como las verduras, los frutos cítricos y los productos lácteos) pueden reducir la absorción de plomo. Las dietas ricas en nutrientes también refuerzan el sistema inmunológico.

Se recomienda a las industrias rotar a los trabajadores expuestos al plomo a diferentes áreas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FERRER, A. *Intoxicación por Metales*. ANALES Sis San Navarra 2003; 26 (Supl. 1): 141-153.
2. American Academy of Pediatrics, Committees on Environmental Hazards and Accidental and Poison Prevention. Statement on childhood lead poisoning. Pediatrics 1987; 79:457-464.
3. Tesis por Carol Cinthia Castro Pillaca y Fernando Sobrado Siuce (Perú 2010) sobre la Detección y cuantificación de plomo en muestras de sangre venosa de escolares de 12 a 17 años de la urbanización La Primavera del distrito del Agustino mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica
4. Tesis por cornejo Febres, Carlomagno y Zuzunaga Floreano, Luis (Perú 2007) Determinación de plomo en sangre de varones y mujeres adultos del asentamiento humano "Cultura y progreso" del distrito de Chaclacayo
5. Exposición a plomo en trabajadores de fábricas informales de baterías Anales de la Facultad de Medicina, vol. 69, núm. 2, 2008, pp. 104-107, Universidad Nacional Mayor de San Marcos Perú

6. tesis por Molina, Laura; Di Bernardo, María Luisa (Venezuela 2007)  
Determinación y estandarización de plomo en sangre en operarios de estaciones de servicio del estado de Mérida
  
7. tesis por Bioq. Liliana Disalvoa, Lic. Claudia Aaba, Bioq. Silvia Pereyrasa (Argentina 2009) Plumbemia en niños de la ciudad de La Plata, Argentina y su relación con la deficiencia de hierro y los factores de exposición al plomo
  
8. tesis por Torres Ortiz Adriana, Rendón Ramírez Adela, Hernández Ruiz Emma, Cortés Couto Miriam, Santiago Roque Isela Exposición y daño por plomo en alfareros del estado de Veracruz (México 2006)
  
9. Gisbert, J. Medicina Legal y Toxicología. Barcelona. Edit. Masson S.A. 5ta Edición; 1998. 835-50
  
- 10 Armas CE, Armas CE. Tecnología Ambiental. Trujillo. CONCYTEC; 2001
  
11. proyecto de código de prácticas para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura) Abril de 2004  
<http://www.fao.org/home/es/>

12. Dueñas A. Intoxicaciones Agudas en Medicina de Urgencia y Cuidados Críticos. Barcelona. Editorial Masson S.A. 1999

13. Medicina Ambiental: Plomo, Washington D.C. OPS (Publicación Científica N° 388). 1991; 11-15.

14. Duffus J. Toxicología Ambiental. Barcelona. Ediciones Omega; 1983.

15. Albert L. Introducción a la Toxicología Ambiental. Metepec. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Ambiente. OPS/OMS; 1997.

16. Albiano N. Toxicología Laboral. Criterios para la vigilancia de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas. Buenos Aires. Superintendencia de Riesgos de Trabajo; 2003.

17. John D. Toxicología Ambiental. Barcelona. Ediciones Omega S.A; 1983

18. Ellenhorn M. Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human. Pensilvania. Edit. Williams & Wilkins; 1997

19. Gonzales – Cossio T, Peterson K, Sanin LH et al. Decrease in birth weight in relation to maternal bone lead burden. Pediatrics. 1997. Vol. 100 No. 5. 856-862.

20. Schwartz B, Stewart W, Bolla K. et al. Past adult lead exposure is associated with longitudinal decline in cognitive function. New York. Neurology. 2000; 55: 1144-1150.

21. Alessio L, Foa V. Human biological monitoring of industrial chemicals series. Luxembourg. Commission of the European Communities; 1983: 107-108

22. Lanphear B, Eberly S, Howard C. Longterm effect of dust control on blood lead concentrations. New York. Official journal of the American Academy of Pediatrics; 106(4) Oct 2000

23. Sanz P, Nogue S, Corbella J. Alteración hepatológica en una intoxicación crónica por plomo. Madrid. An Med Int 1987; 4: 475-6.

24. Cedano K, Requena L. [Tesis para optar al Título Profesional]. "Estudio Toxicológico de los Niveles de Concentración de Cadmio, Manganeso y Plomo, en Sangre y/u Orina en Personas Expuestas en las Avs. Abancay y Alfonso Ugarte de la Ciudad de Lima". Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima; 2007

## ANEXOS

### Anexo N° 1

**Título:** determinación niveles de plomo en sangre en los trabajadores del Grupo Klaus junio- septiembre 2014

**Tipo de investigación:** Descriptiva transversal

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>
¿Qué niveles de concentración de plomo en sangre presentarán los trabajadores del Grupo Klaus, de Villa El Salvador, junio – septiembre 2014?	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Independiente</b>
	Determinar el nivel de concentración de plomo en sangre que presentan los trabajadores del Grupo Klaus, de Villa El Salvador, junio-septiembre 2014	Existirían concentraciones altas de plomo en sangre en los trabajadores de la empresa Klaus, de Villa el salvador, junio-septiembre 2014	Presencia de plomo en sangre
	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Dependiente</b>
	<b>OE1</b> Comparar los niveles de plomo en sangre de los trabajadores con los parámetros establecidos por la OMS	<b>HE1</b> Los trabajadores presentarían niveles altos de plomo en sangre según los parámetros establecidos por la OMS	Nivel de concentración de plomo
	<b>OE2</b> Determinar la relación entre los meses de trabajo y la concentración de plomo sanguíneo de los trabajadores	<b>HE2</b> Existiría una relación entre los meses de trabajo y la concentración de plomo sanguíneo de los trabajadores	<b>Población</b> Todos los trabajadores expuestos a plomo de la empresa Klaus  <b>Muestra</b> 23 trabajadores de la empresa Klaus
	<b>OE3</b> Determinar la relación entre la concentración de hemoglobina y la concentración de plomo sanguíneo de los trabajadores	<b>HE3</b> Existiría una relación entre la concentración de hemoglobina y la concentración de plomo sanguíneo de los trabajadores	

## Anexo N°2

### Instrumentos utilizados para la toma de muestra



TUBO CON EDTA



AGUJA CON VACUTAINER



LIGADURA



ALGODÓN

### Anexo N°3

Imagen de la toma de muestra a los trabajadores del Grupo Klaus



## Anexo N°4

Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo

