



**Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**

TESIS

**“INTERFERENCIAS ANALÍTICAS EN LA DETERMINACIÓN DE PLOMO
EN ORINA”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

BACHILLER: CORDERO MARICHINI, Abel Eduardo

ASESOR: Q.F. MIRANDA PAREDES, Jean Paul

LIMA – PERÚ

2016

DEDICATORIA

Con todo mi amor dedico esta tesis a mi madre y a mi novia Susana Velasquez Gonzales que por todo su esfuerzo y su dedicación, cariño, preocupación diario. Son dignas merecedora de todo mis logros.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios, por ser el siempre fiel compañero de vida. A mi asesor el Dr. Jean Paul Miranda por todo su apoyo y colaboración brindada.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se Identificó las interferencias analíticas en la determinación de plomo en orina, mediante un método científico, inductivo donde se utilizó muestras representativas de orina. El estudio se realizó a través el método de absorción atómica con horno de grafito según el Instituto de Salud e Higiene de España. Se determinó los interferentes Cadmio y el Mercurio en la cuantificación de plomo en orina, como también se determinó el grado de interferencias en la determinación de plomo en orina, Al término del estudio se llegó a la conclusión que las concentraciones menores de Plomo 2ug/L, con contenido de Cadmio dio una interferencia de 5,9 %. La concentración mayor de Plomo 50ug/L con contenido de Cadmio dio una interferencia de 2,1 %. La concentraciones menores de Plomo 2ug/L, con contenido de Mercurio dio una interferencia 3.2 %. La concentración mayor de plomo 50 ug/L con contenido de Mercurio dio una interferencia 1.6 %

Palabras claves: / validación / espectrofotometría de absorción atómica / métodos de ensayo / metales pesados.

ABSTRACT

In this research the analytical interferences in the determination of lead in urine was identified by an inductive scientific method, where representative samples of urine was used. The study method atomic absorption graphite furnace was carried through by the Institute of Health and Hygiene of Spain. the Cadmium interfering and Mercury was determined in the quantification of lead in urine, such as the degree of interference was also determined in the determination of lead in urine, the end of the study it was concluded that lower concentrations of lead 2UG / L , containing cadmium gave an interference of 5.9%. Lead the highest concentration of 50 ug / L containing cadmium gave an interference of 2.1%. The lower concentrations of lead 2UG / L, containing Mercury gave interference 3.2%. The highest concentration of lead 50 ug / L Mercury containing 1.6% gave interference.

Keywords: / validation / atomic spectrophotometry / test methods / heavy metal absorption.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	14
1.2 Formulación del Problema.....	15
1.2.1 Problema General.....	15
1.2.2 Problemas Específicos.....	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 Específicos.....	16
1.5 Justificación e Importancia de la Investigación.....	16
1.5.1 Justificación de la investigación.....	16
1.5.2 Importancia de la investigación.....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Antecedentes.....	18
2.1.1 A nivel Nacional.....	18
2.1.2 A nivel Internacional.....	20
2.2 Bases Teóricas.....	22
2.2.1 Metales Pesados.....	22

2.2.2	Contaminación con metales pesados.....	23
2.2.3	Fuentes de contaminación por metales pesados.....	24
2.2.3.1	Fuentes Naturales.....	24
2.2.3.2	Fuentes antrópicas de metales pesados.....	24
2.2.4	Plomo.....	25
2.2.4.1	Propiedades Físicas y Químicas.....	26
2.2.4.2	Toxicología del Plomo.....	26
2.2.4.3	Efectos en la salud.....	28
2.2.5	La orina.....	28
2.2.5.1	Formación de la orina.....	29
2.2.5.2	Propiedades curativas.....	31
2.2.5.3	Usos más frecuentes.....	32
2.2.6	Espectrofotometría de Absorción Atómica.....	33
2.2.6.1	Principio.....	33
2.2.6.2	Fundamento.....	34
2.2.6.3	Componentes de un espectrofotómetro de Absorción Atómica.....	35
2.2.7	Aplicaciones en la Espectrometría de Absorción Atómica.....	35
2.2.8	Atomización Electrotérmica.....	36
2.2.9	Interferencias.....	37
2.2.9.1	Interferencias Físicas.....	37
2.2.9.2	Interferencias Químicas.....	37
2.2.9.3	Interferencia de Ionización.....	39
2.2.9.4	Interferencias Espectrales.....	40
2.3	Definición de términos básicos.....	42
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		43
3.1	Tipo de Investigación.....	43
3.1.1	Método.....	43
3.1.2	Técnica.....	43
3.1.3	Diseño.....	44

3.2 Población y Muestreo de la Investigación.....	44
3.2.1 Población.....	44
3.2.2 Muestra.....	44
3.3 Variables e Indicadores.....	45
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	45
3.4.1 Técnicas.....	46
3.4.1.1 Procedimiento para la preparación de los estándares.....	47
3.4.2 Instrumentos.....	48
CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	49
4.1 Resultados.....	49
4.2 Análisis de Interpretación de Resultados.....	57
DISCUSIÓN.....	59
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES.....	62
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	63
ANEXOS.....	67
Matriz de consistencia.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Concentraciones de Plomo en orina en la matriz.....	49
Tabla N° 2: Análisis de una muestra conteniendo un nivel bajo con presencia del interferente Cadmio (5 ug/L).....	51
Tabla N° 3: Análisis de una muestra conteniendo un nivel Alto con presencia del interferente Cadmio (5 ug/L).....	52
Tabla N° 4: Resumen del estudio de interferencia de Cadmio en la lectura de plomo en orina, dando como resultado las diferencias porcentuales.....	53
Tabla N° 5: Análisis de una muestra conteniendo un nivel bajo de plomo con presencia del interferente Mercurio (5 ug/L).....	54
Tabla N° 6: Análisis de una muestra conteniendo un nivel alto de plomo con presencia del interferente mercurio (5 ug/L).....	55
Tabla N° 7: Resumen del estudio de interferencia de mercurio en la lectura de plomo en orina. Dando como resultado las diferencias porcentuales.....	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: Toxicidad del Plomo en el cuerpo Humano.....	27
GRÁFICO N° 2: Filtración Glomerular.....	30
GRÁFICO N° 3: Ecuación de Planck.....	34
GRÁFICO N° 4: Componentes Fundamentales de un equipo de Absorción Atómica.....	35
GRÁFICO N° 5: Esquema interno y externo de un tubo de grafito.....	36
GRÁFICO N° 6: Preparación de la Matriz.....	47
GRÁFICO N° 7: Curva de calibración de Plomo sin interferentes.....	50
GRÁFICO N° 8: Resultados obtenidos estudio de interferencia de Cadmio en la lectura de plomo en orina. Dando como resultado las diferencias porcentuales.....	57
GRÁFICO N° 9: Resultados obtenidos estudio de interferencia de Mercurio en la lectura de plomo en orina. Dando como resultado las diferencias porcentuales.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia.....	68
---	----

INTRODUCCIÓN

La exposición al plomo se considera un problema ocupacional y ambiental, que requiere atención especial debido a que ha causado casos graves de intoxicación tanto aguda como crónica en la población mundial. Se estima que la exposición provoca 143, 000 muertes cada año y es responsable del 0.6% de la carga de morbilidad a nivel mundial.

El plomo es un metal pesado que se encuentra en forma natural en el medio ambiente, pero las fuentes de contaminación principales son antropogénicas, produciendo una gran cantidad de efectos nocivos para el organismo. Actúa a nivel del desarrollo de los glóbulos rojos, el sistema cardiovascular y el sistema nervioso. Los síntomas de exposición al plomo son numerosos. La exposición crónica, incluso a niveles bajos de plomo va en detrimento del desarrollo mental de los niños y se ha relacionado con una disminución en el coeficiente intelectual y con problemas de comportamiento; otros síntomas de intoxicación por plomo pueden ser: irritabilidad, disminución del apetito y la energía, sueño insuficiente, dolores de cabeza, estreñimiento. Además son comunes la anemia y los cólicos abdominales. Los altos niveles de plomo pueden causar encefalopatía aguda, marcha inestable (marcha de steppage), debilidad muscular, convulsiones y hasta coma.

Sin embargo el diagnóstico clínico en ocasiones es difícil de establecer cuando no existen antecedentes claros de exposición, debido a que los intoxicados a veces no tienen síntomas y porque los signos y síntomas, cuando están presentes, son relativamente inespecíficos. Es así como las investigaciones de laboratorio son la única vía fiable para confirmar el diagnóstico clínico a las personas expuestas a plomo, por lo cual su papel en la identificación, cuantificación y tratamiento de la intoxicación por este analito es esencial. Por ello es necesario contar con metodologías analíticas estandarizadas que cumplan con parámetros de exactitud, precisión,

linealidad, sensibilidad y selectividad que aseguren y garanticen la calidad de los resultados analíticos. El proceso por el cual se evalúan estos atributos se conoce con el nombre de validación.

El presente trabajo de tesis determino las interferencias analíticas de plomo en orina por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito, evaluando parámetros que permiten verificar y validar el uso del método por medio del equipo de espectrofotometría de absorción atómica Perkin Elmer y la técnica analítica proporcionada por el laboratorio Químico Toxicológico CENSOPAS / Instituto nacional de salud con la finalidad de contribuir a un mejor diagnóstico diferencial en la intoxicación por plomo, a través de resultados de laboratorio seguros. ⁽⁶⁾

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

Según la OMS, la exposición al plomo se considera un problema ocupacional y ambiental, que requiere atención especial debido a que ha causado casos graves de intoxicación tanto aguda como crónica en la población mundial. Se estima que la exposición provoca 143, 000 muertes cada año y es responsable del 0.6% de la carga de morbilidad a nivel mundial.

En espectroscopia de absorción atómica la concentración de un elemento en una muestra se determina por comparación de la absorbancia de la solución muestra con la absorbancia de soluciones estándar de concentración conocida. Las interferencias que se pueden producir en espectroscopia de absorción atómica se clasifican en: físicas químicas, de ionización y espectral.

Interferencia Físicas, este tipo de interferencias está relacionado con la efectividad con que la solución es transportada a la llama y son causadas por diferencias en las propiedades físicas de las soluciones: viscosidad, tensión superficial o presión de vapor.

Un ejemplo de estas interferencias se observa en la determinación de Mg y Cu en presencia de ácido fosfórico. A mayor concentración de H_3PO_4 la viscosidad de la solución aumenta, disminuyendo la velocidad de aspiración de ella y una fracción menor llega a la llama, produciéndose una absorbancia menor de la muestra. ⁽⁶⁾

Interferencia Química, es cualquier alteración en el número total de átomos libres formados por unidad de volumen debido a la formación de compuestos químicos termoestables.

1.2 Formulación del Problema.

1.2.1 Problema General

¿Habrán interferencias analíticas de otros metales en la cuantificación de plomo en orina?

1.2.2 Problemas Específico

¿Serán el Cadmio y Mercurio, posibles interferentes del Plomo?

¿Cuál sería los porcentajes de interferencia en la cuantificación de Plomo en orina?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General:

O.G. Determinar las interferencias analíticas de otros metales en la cuantificación de plomo en orina.

1.3.2 Objetivos Específicos:

O.E.1 Determinar las posibles interferencias de Cadmio y el Mercurio en la cuantificación de Plomo en orina.

O.E.2 Determinar el porcentaje de interferencia de Cadmio y del Mercurio en la cuantificación de plomo en orina.

1.4 Hipótesis de la Investigación

1.4.1 Hipótesis General

Existirían interferencias analíticas de otros metales en la cuantificación de plomo en orina.

1.4.2 Hipótesis Específicos

H.S.1 Serían el Cadmio y el Mercurio posibles interferentes en la cuantificación de plomo en orina.

H.S.2 Se podrían determinar los porcentajes de interferencia en la cuantificación de plomo en orina.

1.5 Justificación e importancia de la investigación

1.5.1 Justificación de la investigación

La toxicidad de metales como Cadmio, Mercurio y Plomo, y su presencia en la vida cotidiana, es un hecho ante el que nos encontramos diariamente. El establecimiento de metodologías de trabajo apropiadas para lograr su determinación es una necesidad inmediata, especialmente si consideramos que nos encontramos frecuentemente ante situaciones de alto riesgo para la población. Es por este motivo, que se propuso como tema de estudio, la puesta a punto de metodologías analíticas de fácil acceso, que permitan el monitoreo de estos contaminantes en los niveles establecidos por entidades reguladoras del medio ambiente, por lo cual en este estudio el siguiente objetivo:

Es determinar las interferencias que causan los metales como el cadmio y el mercurio, mediante la espectrofotometría de absorción atómica, mediante una metodología de análisis multivariado que permita la detección simultánea de estas muestras de gran interés para entidades reguladoras del medio ambiente y sanidad como es la orina.⁽²⁾

1.5.2 Importancia de la investigación

La importancia que tiene el estudio de las interferencias de plomo en orina es por su elevada toxicidad, alta persistencia y rápida acumulación por los organismos vivos. Los efectos tóxicos de los metales pesados no se detectan fácilmente a corto plazo, aunque si puede haber una incidencia muy importante a medio y largo plazo. Los metales son difíciles de eliminar del medio, puesto que los propios organismos los incorporan a sus tejidos y de éstos a sus depredadores, en los que se acaban manifestando.⁽³⁾

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 A nivel Nacional

La investigación realizada por Percy Yaque López Mariluz **“TRATAMIENTO ESTADÍSTICO A LOS DATOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN ALIMENTOS LIOFILIZADOS, POR LA TÉCNICA DE ABSORCIÓN ATÓMICA, VÍA HORNO DE GRAFITO”** Lima – Perú 2006.

En esta investigación, se desarrolla una metodología alternativa, para la determinación de plomo (Pb) en alimentos liofilizados, mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, vía horno de grafito. Se tomó como referencia un método estandarizado de la: “OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC 999.11”. Se utilizó como MATERIAL DE REFERENCIA CERTIFICADO: “Simulated diet F” (Reference material, LIVSMEDELS VERKET, NATIONAL FOOD ADMINISTRATION), para evaluar la trazabilidad de los resultados y optimizar así la metodología desarrollada.

Se evaluó la linealidad, obteniendo como resultado la ecuación de la curva de calibración: $Y = 0.0263 X + 0.0028$, y como coeficiente de correlación: 0.9994. Finalmente podemos afirmar que el método cumple con los criterios establecidos como son la linealidad, precisión, veracidad, además del establecimiento del límite de detección y cuantificación a un nivel de confianza del 95%.

Jesús Emanuel Huanri Pacotaype **“DETERMINACIÓN DE PLOMO Y ARSÉNICO EN JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR (SACCHARUM OFFICINARUM) POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN LIMA METROPOLITANA” Lima – Perú 2014**

En el presente trabajo de investigación se determinó las concentraciones de arsénico y plomo en el “jugo de caña de azúcar” (*Saccharum officinarum*) en los distritos de El Agustino, Rímac, Lima Cercado, La Victoria, San Juan de Lurigancho en los meses de noviembre – diciembre del año 2013.

El método utilizado para la determinación de arsénico fue Espectroscopia de Absorción Atómica por generador de hidruros y Absorción Atómica en horno de grafito para el plomo, debido a que es el método de elección según bibliografías actuales. Para la determinación de metales en distintos tipos de muestras su aceptabilidad se debe a su especificidad, sensibilidad y facilidad de operación. Las muestras fueron recolectadas en 5 distritos más populosos de Lima Metropolitana: El Agustino, El Rímac, Lima Cercado, La Victoria, San Juan de Lurigancho, de los cuales se seleccionaron las avenidas más congestionadas y con alta carga de contaminación de aire y de suelos, que está relacionado con la mayor afluencia peatonal y vehicular, los análisis se realizaron en la Unidad de Servicios de Análisis Químicos (USAQ) de la Facultad de Química e Ingeniería Química (FQIQ) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

Se obtuvo una media de arsénico de 29.23 ppb ($\mu\text{g/L}$). En el caso del plomo se obtuvo una media de 446.10 ppb ($\mu\text{g/L}$). La concentración promedio de arsénico a las 10:00 a.m. fue no detectable o $<1\text{ppb}$ ($\mu\text{g/L}$) y a las 6:00 p.m. fue de 53.16 ppb ($\mu\text{g/L}$) con una desviación estándar de $\sigma=136.85$. En la determinación de plomo el análisis de muestra tomada a las 10:00 a.m. el promedio

de concentración fue de 363.61 ppb ($\mu\text{g/L}$) con una desviación estándar de $\sigma=275.29$ y a las 6:00 pm fue de 513.59 ppb ($\mu\text{g/L}$) con una desviación estándar de $\sigma=340.63$. Se concluye que las concentraciones de arsénico no superan los límites máximos permisibles (LMP) según Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización para la Alimentación y Agricultura (FAO) y Codex Alimentarius que es 200 ppb pero en el caso del plomo los límites superan a los valores máximos permisibles que según OMS, FAO y Codex Alimentarius es 100 ppb y a su vez se concluye que las concentraciones de plomo y arsénico aumentan mientras mayor sea el tiempo de exposiciones al medio ambiente. Se recomienda más interés por los entes sanitarios, a su vez promover en los vendedores conciencia sanitaria en las etapas de obtención del “jugo de caña de azúcar”.

2.1.2 A nivel Internacional

Ana María Remache Tixe “VALIDACIÓN DE MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE METALES EN DIFERENTES MATRICES POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA” Quito - 2013 Validación de métodos de ensayo para el análisis de metales pesados por espectrofotometría de absorción atómica, para las matrices de aguas y suelos. Se inicia con la revisión de procedimientos normalizados para el análisis de metales en aguas SM 3030F y en suelos EPA 3050B, luego se fija objetivos, se selecciona parámetros de validación y se plantea el diseño experimental, todos basados en la experiencia de la puesta a punto experimental para cada analito. Con el fin de cumplir los requerimientos, se hizo uso de la norma ISO/IEC: 17025, métodos estándar, Guías Eurachem y otras relacionadas.

Para garantizar el proceso de validación, se analizaron los siguientes requisitos exigidos en la determinación de parámetros: rango de trabajo, linealidad del método, límite de detección, límite de cuantificación, exactitud, incertidumbre y precisión.

Se determinó mediante el análisis estadístico que se cumplió con los diferentes criterios para cada analito metálico, tales como coeficiente de variación de repetibilidad y reproducibilidad $\leq 10 \%$; Veracidad ($85 < \%R < 115$) e incertidumbre $U \leq 30 \%$ ($K=2$) en todos los niveles de concentración para cada matriz, por lo que la validación quedó aceptada.

José Manuel Marroquín Quiñonez **“VALIDACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO PARA LA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SANGRE POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO EN EL LABORATORIO DEL DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”** México 2015. La determinación de plomo en sangre es importante debido a que es un metal tóxico que provoca graves daños al organismo humano, se han constatado sus efectos nocivos para las funciones renal y hepática y los sistemas hematopoyéticos, nervioso central y periférico (Menke, 2006).

El objetivo consistió en validar, evaluar y verificar los respectivos parámetros de calidad con los cuales todo método que sea validado debe cumplir. Estos parámetros fueron linealidad, exactitud, precisión, repetibilidad, límite de detección, límite de cuantificación, especificidad y rango de trabajo; asegurando que los resultados obtenidos son válidos y confiables, según las condiciones previamente establecidas tanto para el instrumento como para el modelo analítico.

Los resultados obtenidos se analizaron utilizando prueba de hipótesis y análisis de varianza, a través del programa estadístico IBM Statistics SPSS 22.

Se determinó que los resultados del modelo de regresión lineal cumplen con los supuestos de linealidad, independencia y normalidad, pues el método expresó una adecuada relación lineal entre la absorbancia y la concentración de plomo tanto para la recta de calibración con estándares acuosos como en la medición con muestras biológicas, realizadas a partir de la recta acuosa.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Metales Pesados

Se considera metal pesado a aquel elemento con densidad igual o superior a 5 g/cm³ cuando está en forma elemental, o cuyo número atómico es superior a 20 (excluyendo a los metales alcalinos y alcalino-térreos). Su concentración promedio en la corteza terrestre es inferior al 0.1% y casi siempre menor del 0.01%. Dentro de los metales pesados hay dos grupos:

Oligoelementos o Micronutrientes. Requeridos en pequeñas cantidades traza por plantas y animales, y son necesarios para que los organismos completen su ciclo vital, pasando cierto umbral son tóxicos. Dentro de este grupo se encuentra: As, B, Co, Cr, Mo, Mn, Ni, Se, Zn.

Metales pesados sin función biológica conocida. La presencia en determinadas cantidades en seres vivos lleva a disfunciones en el funcionamiento de sus organismos. Resultan altamente tóxicos y presentan la propiedad de acumularse en los organismos vivos. Son Principalmente: Cd, Hg, Pb, Cu, Sb, Bi. Todos los metales

pesados en concentraciones altas tienen fuertes efectos tóxicos y son una amenaza ambiental.

2.2.2 Contaminación con metales pesados.

Los metales pesados son unas de las formas de contaminación más peligrosas del medio ambiente, esta se explica primero, porque no presenta ningún tipo posible de degradación química o biológica, además pueden ser bioacumulados de diversas formas (orgánicas e inorgánicas) y permanecer en los organismos por largos periodos. Los metales como el Cu, Pb, Hg, etc., se caracterizan por su alta conductividad eléctrica, y a medida que se desplazan hacia los metales preciosos (Au, Hg y Ag), sus óxidos metálicos se hacen más estables que los hidróxidos correspondientes; además forman complejos con diferentes iones y moléculas. Su toxicidad es debido a su alta afinidad con el grupo amino. Al reaccionar dichos metales con este grupo, se forman complejos metálicos y las enzimas pierden toda su efectividad para controlar las reacciones metabólicas.

Los metales pesados existen en el ambiente como resultado de procesos naturales y como contaminantes derivados de las actividades humanas; son estables y persistentes en ambientes acuáticos. La importancia de metales como el Zn, Fe, Cu, y Mn es que son esenciales para el metabolismo de organismos, el problema con ellos es la estrecha frontera entre la necesidad y la toxicidad. Otros metales pesados como el Cd, Hg, Cr y Pb pueden tener un nivel similar de toxicidad, incluso en bajas concentraciones bajo condiciones dadas; por lo que ellos requieren supervisión en sistemas de tratamiento de aguas.

2.2.3 Fuentes de contaminación por metales pesados

Los metales pesados son probablemente los tóxicos más antiguos conocidos por el hombre. Se distribuyen de forma natural en el ambiente debido a los ciclos biológicos y geológicos. Así, la lluvia disuelve las rocas y los minerales son transportados a los arroyos, ríos y océanos, donde precipitan formando sedimentos, o bien regresan de nuevo a la tierra con el agua de lluvia. Los ciclos biológicos de los metales incluyen su bioacumulación en animales y plantas y la incorporación a los alimentos. Debido a la actividad industrial, disminuye el tiempo de permanencia de los metales en los minerales, pudiendo formar nuevos compuestos, y variar la distribución mundial de estos metales.

2.2.3.1 Fuentes naturales.

Las fuentes naturales a su vez se clasifican según su origen ya sean producto del interperismo (meteorismo) o por emisiones volcánicas.

Los metales pesados se encuentran en los minerales primarios (constituyentes de las rocas) y coprecipitados con los minerales secundarios (cristalización de Productos del intemperismo)

2.2.3.2 Fuentes antrópicas de metales pesados.

Las fuentes antrópicas las podemos clasificar en puntuales (fijas) y no puntuales (móviles) dependiendo de su procedencia. Dentro de las primeras tenemos las industrias, las carreteras y otras, en las que aun cuando no son las fuentes de los metales pesados, es allí donde se expiden de manera fija y continua. Dentro de las segundas tenemos los lodos residuales, fertilizantes, las cenizas y humos.⁽³⁾

2.2.4 El Plomo

El plomo (Pb) fue uno de los primeros metales que utilizó el hombre para trabajar. Existen evidencias de su uso en el este del Asia Menor desde el año 4 mil AC. Lo emplearon tanto los egipcios como los babilonios y los fenicios explotaron minas de plomo en España desde el año 2 mil AC. Los romanos usaron el plomo para la fabricación de ductos y utensilios diversos y, especialmente, para el almacenamiento del vino. Durante la Edad Media fue muy usado para techar edificios públicos y catedrales.

Nicandro (200 AC) asoció el cólico, la constipación, la palidez y algunas alteraciones oculares con la exposición a plomo y Plinio, en el primer siglo de nuestra era, aseveró que la intoxicación por plomo se relacionaba con la construcción de embarcaciones. En el siglo XVI, Paracelso describió el cuadro clínico que denominó “enfermedad del minero”. Ramazzini detectó temblor y parálisis de los miembros superiores en los alfareros que manejaban plomo. Fue hasta el siglo XIX cuando Andral y Gavarret, así como Malaseey describieron signos y síntomas importantes de la intoxicación por plomo. La intoxicación de niños con pintura a base de plomo fue descrita, por primera vez, en Brisbane, Australia 1897. Se creía que, después de una intoxicación aguda con plomo, la recuperación era completa; sin embargo, Byers y Lord refutaron esto en 1943, cuando encontraron problema de retraso mental después de una intoxicación aguda.

A raíz de la Segunda Guerra Mundial, el uso de sales orgánicas de plomo aumentó de manera considerable en el mundo, en particular, por su uso como antidetonantes en las gasolinas. No fue sino hasta 1970 que en algunos países se empezaron a fabricar automóviles con convertidores catalíticos para usar gasolinas sin plomo.

Como consecuencia del número creciente de estudios más sofisticados, han demostrado que hay daño a niveles sanguíneos de concentración de Pb cada vez más bajos, día a día se restringe más, el uso del plomo en la mayoría de los países.⁽³⁾

2.2.4.1 Propiedades Físicas y Químicas

Número atómico	82
Valencia	2,4
Estado de oxidación	+2
Electronegatividad	1,9
Radio covalente (Å)	1,47
Radio iónico (Å)	1,20
Radio atómico (Å)	1,75
Configuración electrónica	[Xe] 4f145d106s26p2
Primer potencial de ionización (eV)	7,46
Masa atómica (g/mol)	207,19
Densidad (g/ml)	11,4
Punto de ebullición (°C)	1725
Punto de fusión (°C)	327,4

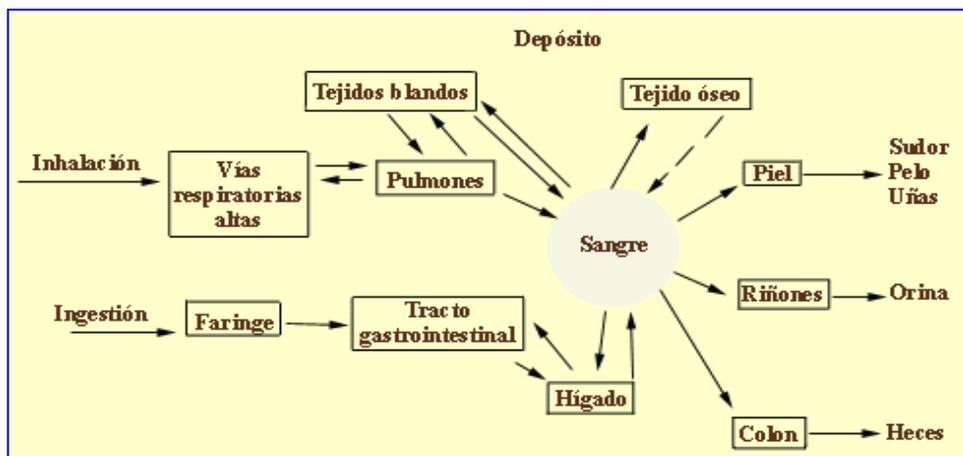
2.2.4.2 Toxicología del Plomo:

El Plomo es un metal blando que ha sido conocido a través de los años por muchas aplicaciones. Este ha sido usado ampliamente desde el 5000 antes de Cristo para aplicaciones en productos metálicos, cables y tuberías, pero también en pinturas y pesticidas. El mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede entrar en el cuerpo humano a través de

la comida (65%), agua (20%) y aire (15%). Las comidas como fruta, vegetales, carnes, granos, mariscos, refrescos y vino pueden contener cantidades significantes de Plomo. El humo de los cigarrros también contiene pequeñas cantidades de plomo.

El Plomo puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías de algunas instalaciones caseras. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Esta es la razón por la que ahora los sistemas de tratamiento de aguas públicas requieren llevar a cabo un ajuste de pH en estas. Que nosotros sepamos, el Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua. ⁽³⁾

GRÁFICO Nº 1: TOXICIDAD DEL PLOMO EN EL CUERPO HUMANO



Fuente: Albert, Lilia A. Introducción a la toxicología Ambiental. 2007

2.2.4.3 Efectos en la salud.

El Plomo puede causar varios efectos no deseados, como son:

- Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia.
- Incremento de la presión sanguínea.
- Daño a los riñones.
- Abortos y abortos sutiles.
- Perturbación del sistema nervioso.
- Daño al cerebro.
- Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma.
- Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños.
- Perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad. ⁽³⁾

2.2.5 La orina:

Es un líquido compuesto por agua y sustancias que el organismo separa, que es secretada por los riñones después de la filtración de la sangre. La orina se almacena en la vejiga y se elimina durante la micción.

Cuando es normal la orina no huele pero en ciertos casos también puede generar un mal olor. El olor inusual puede ser debido o bien a causas benignas y sin importancia (ciertos alimentos, medicamentos) o bien a enfermedades más o menos graves sobre todo las infecciones de orina de la vejiga o de los riñones.

La orina normalmente es estéril, es decir, está desprovista de gérmenes infecciosos. Su colonización por bacterias puede provocar reacciones que provoquen un cierto olor en la orina. ⁽²⁾

2.2.5.1 Formación de la orina

La formación de la orina pasa por tres etapas fundamentales:

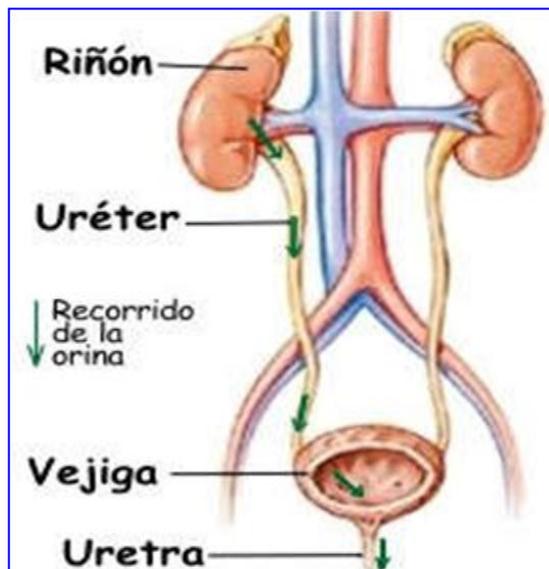
- 1.- la filtración glomerular
- 2.- la reabsorción tubular
- 3.- la secreción tubular

La mayor parte de sustancias excretadas, es decir las que se encuentran en la orina definitiva, pasan por las dos primeras.

1.- La filtración glomerular

La filtración glomerular es la etapa inicial en la formación de la orina, consiste en el paso de parte del plasma sanguíneo que circula por los capilares glomerulares del riñón, hacia el espacio capsular de Bowman, atravesando la membrana de filtración, ésta es un filtro complejo formado por tres estructuras: la membrana basal y el endotelio fenestrado, ambos, constituyentes de los capilares glomerulares y la capa de podocitos, propia de la pared visceral de la cápsula de Bowman, que los rodea. Los podocitos son células epiteliales muy modificadas con largas prolongaciones citoplasmáticas llamadas pedicelos.

GRÁFICO N° 2: FILTRACIÓN GLOMERULAR



Fuente: Revista Kioskea Net Junio 2014

2.- La reabsorción tubular

La reabsorción tubular es el retorno de gran parte del filtrado al torrente sanguíneo: las sustancias imprescindibles para el cuerpo como el agua, la glucosa, los aminoácidos, vitaminas, parte de la urea, los iones Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- (bicarbonato), HPO_4^{2-} (fosfato) abandonan los túbulos de las nefronas e ingresan en los capilares peritubulares, atravesando las paredes de ambas estructuras. El motor de la reabsorción tubular de gran parte del filtrado es el continuo funcionamiento de las bombas de Sodio/potasio ($\text{ATPasa de Na}^+/\text{K}^+$) ubicadas en la cara basal de las células tubulares. Estos dispositivos moleculares consumen energía en forma de ATP para poder transportar ambos iones en contra de su gradiente de concentración (transporte activo). Las

bombas de Na^+/K^+ crean un flujo de sodio desde el filtrado hacia los capilares que directa o indirectamente propicia la reabsorción de todo lo demás. La reabsorción del 99% del filtrado sucede a todo lo largo del túbulo renal especialmente en el segmento contorneado proximal (un 80% aprox.) mientras que el ajuste preciso del volumen y composición de orina definitiva se efectúa en el túbulo contorneado distal y colector.

3.- Secreción tubular

La secreción tubular es la transferencia de materiales desde la sangre de los capilares peritubulares y de las células de los túbulos renales hasta el líquido tubular, con el objetivo de regular la tasa de dichas sustancias en el torrente sanguíneo y de eliminar desechos del cuerpo. Las principales sustancias secretadas son H^+ , K^+ , NH_4^+ (iones amonio), creatinina y ciertos fármacos como la penicilina.

2.2.5.2 Propiedades curativas

La orina se encuentra compuesta de elementos orgánicos e inorgánicos. Dentro de los inorgánicos se encuentran la sal, potasio, calcio, sodio, cobre, flúor, yodo, hierro, zinc, magnesio, ácido fosfato, ácido sulfúrico y compuesto nitrogenado.

Así mismo, la orina es rica en vitaminas como la A, complejo B, C, (ácido ascórbico) E, y aminoácidos que la hace excelente para contrarrestar la gripa y alergias.

Estudios científicos:

Aunque el material existente sobre de los estudios realizados acerca de las propiedades de la orina no son muchos, sí se han hecho investigaciones que sustentan las ideas teóricas de los terapeutas pro orina principalmente en Japón, Estados Unidos y Alemania.

2.2.5.3 Usos más frecuentes:

La orinoterapia es un remedio que se encuentra al alcance de todos.

La orina es un producto de la sangre, no es un simple deshecho de sustancias sin utilidad; en realidad es un tesoro que nuestro organismo necesita. El contenido es muy semejante al del suero de la sangre, pero contiene más cosas útiles, por eso es buena como medicina y alimento natural.

La capacidad del cuerpo para autorrepararse resulta evidente frente a una pequeña lesión, pero en algunos casos le hace falta algún estímulo para desplegar su respuesta. La orina es la medicina que se requiere, junto con el ayuno y el cambio de dieta. Las ventajas son evidentes: no cuesta nada, no tiene contraindicaciones, es una medicina personalizada, contiene muchos elementos que el cuerpo necesita reponer, como minerales y hormonas entre otros.

La orina no es una sustancia sucia y tóxica que ha sido rechazado por el cuerpo. La orina es un producto secundario de la filtración de la sangre, no de la filtración de desechos. En términos médicos, se puede denominar un ultrafiltrado plasmático. Es un derivado purificado de la sangre misma, producido por los riñones, cuya función principal no es la excreción, sino la regulación de las concentraciones de todos los elementos de la sangre.

Primero se filtra la sangre por los glomérulos del riñón. La membrana glomerular filtra libremente los materiales de menos de 700 moléculas como la urea y el ácido úrico, pero no filtra los demás de 50.000 moléculas como la proteína serosa y los glóbulos, la cantidad de filtración por los glomérulos es de 120 mililitros por minuto y de 180 litros por día. Este líquido filtrado, pasando por los filtros urinarios, queda reabsorbido y excretado.

El 99% del líquido reabsorbido circula de nuevo como sangre y sólo el 1% aproximadamente 1 y ½ litro de líquido sale por la orina. Por eso es puro producto de la sangre.

2.2.6 Espectrofotometría de Absorción Atómica

2.2.6.1 Principio

Los principios teóricos de la absorción atómica fueron establecidos en 1840 por Kirchoff y Bunsen en sus estudios del fenómeno de auto-absorción en el espectro de los metales alcalinos y alcalinos-térreos. ⁽⁷⁾

2.2.6.2 Fundamento

El átomo consiste de un núcleo y de un número determinado de electrones que llenan ciertos niveles cuánticos. La configuración electrónica más estable de un átomo corresponde a la de menor contenido energético conocido como “estado fundamental”. Si un átomo que se encuentra en un estado fundamental absorbe una determinada energía, éste experimenta una transición hacia un estado particular de mayor energía. Como este estado es inestable, el átomo regresa a su configuración inicial, emitiendo una radiación de una determinada frecuencia. La frecuencia de la energía radiante emitida corresponde a la diferencia de energía entre el estado excitado (E_1) y el estado fundamental (E_0) como se encuentra descrito en la ecuación de Planck:

GRAFICO N° 3: ECUACIÓN DE PLANCK

$$E = E_1 - E_0 = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Fuente: Ana María Remache Tixe 2013

Dónde:

h = Constante de Planck = $6,626069 \times 10^{-34}$
Julios/segundo

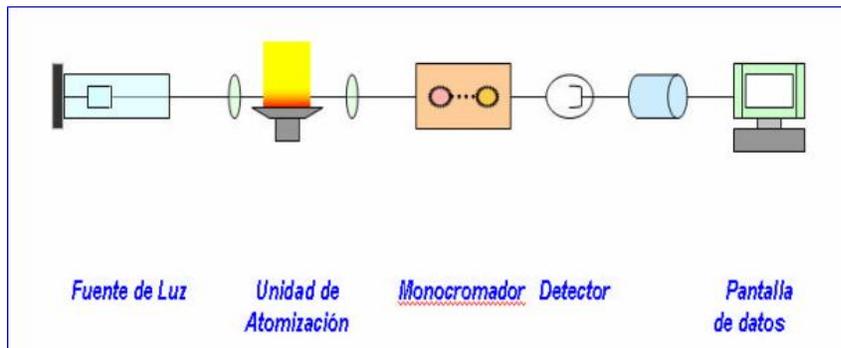
ν = Frecuencia, dada en (segundo⁻¹).

c = velocidad de luz = $2,997925 \times 10^8$ metros x segundo⁻¹ λ = longitud de onda, dada en (metros)

2.2.6.3 Componentes de un espectrofotómetro de Absorción Atómica

- fuente de radiación
- atomizador
- sistema selector de onda y detector.

GRAFICO Nº 4: COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UN EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA



Fuente: Carmen Avendaño. Análisis instrumental. 2008

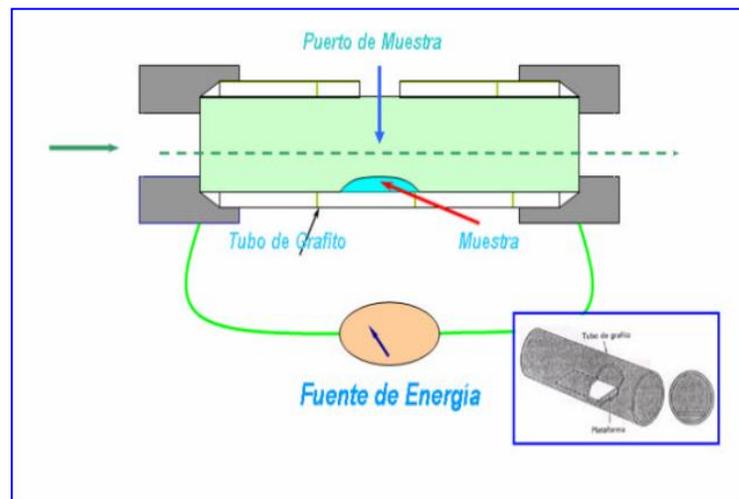
2.2.7 Aplicaciones en la Espectrometría de Absorción Atómica

La Espectrometría de Absorción Atómica constituye una de las técnicas más empleadas para la determinación de más de 60 elementos, principalmente en el rango de $\mu\text{g/ml}$ - ng/ml en una gran variedad de muestras. Entre algunas de sus múltiples aplicaciones tenemos el análisis de: aguas, muestras geológicas, muestras orgánicas, metales y aleaciones, petróleo y sus subproductos; y de amplia gama de muestras de industrias químicas y biológicas

2.2.8 Atomización Electrotérmica.

El dispositivo sin llama y sin nebulizador denominado Horno de Grafito, está constituido por un tubo de carbono de grafito equipado de una barquilla destinada a recibir una cantidad muy precisa de muestra (algunos mg o uL depositados con la ayuda de un pasador automático). Este tubo, cuyo eje central se superpone al eje óptico del espectrofotómetro, se lleva por acción del efecto Joule, a una temperatura que puede alcanzar 3000 K. El horno está rodeado de una doble pared destinada a hacer circular un gas inerte (de argón) que protege los elementos de oxidación, y de agua para refrigerar el conjunto. El ciclo de calentamiento implica generalmente varias etapas como son el secado o desolvatación, la calcinación, la atomización y la pirolisis o limpieza del tubo de grafito. ⁽⁷⁾

GRÁFICO N° 5: ESQUEMA INTERNO Y EXTERNO DE UN TUBO DE GRAFITO



Fuente: Percy Yaque López Mariluz. 2006.

2.2.9 Interferencias:

2.2.9.1 Interferencias físicas

Este tipo de interferencias está relacionado con la efectividad con que la solución es transportada a la llama y son causadas por diferencias en las propiedades físicas de las soluciones: viscosidad, tensión superficial o presión de vapor.

Un ejemplo de estas interferencias se observa en la determinación de Mg y Cu en presencia de ácido fosfórico. A mayor concentración de H_3PO_4 la viscosidad de la solución aumenta, disminuyendo la velocidad de aspiración de ella y una fracción menor llega a la llama, produciéndose una absorbancia menor de la muestra. También la presencia de solventes orgánicos produce este tipo de interferencias debido a un aumento en la eficiencia de la nebulización (menor viscosidad y menor tensión superficial), lo que produce un aumento de la absorbancia.

Una forma de compensar este tipo de interferencia es preparar las soluciones estándar con los mismos componentes de la matriz de la solución problema.⁽⁷⁾

2.2.9.2 Interferencias químicas

Es cualquier alteración en el número total de átomos libres formados por unidad de volumen debido a la formación de compuestos químicos termoestables. Las causas más comunes de éstas son:

- I. Disociación incompleta de la molécula formada o formación de una sal difícil de fundir.

El efecto del fosfato en la determinación de calcio es un ejemplo de este tipo de interferencia. El calcio con el fosfato forman el fosfato de calcio, el cual se transforma en pirofosfato de calcio, que es relativamente estable en una llama aire/acetileno. Así la cantidad de átomos libres de calcio generados en la llama será menor que la obtenida con una solución de calcio de igual concentración, pero sin presencia de fosfato, provocando una disminución de la señal.

Existen otros componentes refractarios que dan también una disminución de la señal de absorción del elemento de interés. Tal es el caso de silicatos, aluminatos y piro sulfatos de calcio, magnesio, estroncio y bario.

- II. Reacción espontánea de los átomos libres con otros átomos o radicales presentes en el medio ambiente.

Esta interferencia es causada por la formación de óxidos e hidróxidos u ocasionalmente carburos o nitruros, debido a la reacción de los átomos libres con los productos de la combustión de la llama. Aproximadamente unos 30 metales no se pueden determinar con llama aire/acetileno (ejemplo: aluminio, silicio, boro, elementos lantánidos, etc.). La magnitud de la interferencia va a depender del tipo de estequiometría de la llama.

Las interferencias químicas pueden ser minimizadas por las siguientes formas:

- Empleo de llamas con mayores temperaturas. Como ejemplo tenemos la llama acetileno/óxido nitroso, la que es capaz de descomponer totalmente los compuestos refractarios.
- Agregar a la solución muestra un elemento “buffer”, el cual forma con el elemento interferente un compuesto más estable que con el elemento a determinar. El ejemplo más conocido es la adición de lantano o estroncio en la determinación de calcio en presencia de fosfato.
- Preparación de las soluciones estándar de modo tal que su composición sea lo más semejante con la de la solución problema. Esta alternativa es difícil de aplicar debido a que requiere un conocimiento completo de la muestra.⁽⁶⁾

2.2.9.3 Interferencia de ionización

Un átomo neutro en su estado fundamental puede ser ionizado a temperaturas elevadas. Estos iones exhiben propiedades espectroscópicas diferentes a un átomo neutro y no pueden ser determinados por espectroscopia de absorción atómica. Así, el número total de átomos disponibles para la absorción atómica. Así, el número total de átomos disponibles para la absorción de la radiación por unidad de volumen disminuye, lo que produce una pérdida de sensibilidad. Esta interferencia

depende tanto de la temperatura de la llama como del potencial de ionización del elemento en estudio.

La ionización puede ser detectada notando que la curva de calibración tiene una desviación positiva a concentraciones altas, dado que la fracción de átomos ionizados es menor a concentraciones mayores. Estas interferencias se pueden eliminar agregando a todas las soluciones estándar y a la muestra un exceso del elemento que sea fácilmente ionizable en la llama, por ejemplo: el sodio, potasio, litio o cesio, o mediante el empleo de una llama de menor temperatura. ⁽⁶⁾

2.2.9.4 Interferencias espectrales

En este tipo de interferencias, la radiación del elemento a determinar es directamente influenciada, existiendo interferencias espectrales de línea e interferencias espectrales de banda:

- **Las interferencias espectrales de línea** ocurren cuando hay superposición de dos líneas atómicas o cuando éstas no son resueltas por el monocromador.

Un ejemplo para el primer caso se tiene en la determinación de trazas de zinc en una matriz de hierro, debido a que la línea de absorción del hierro (213.86 nm) se superpone a la línea de resonancia del zinc (213.86 nm).

El empleo de lámparas multielementales fabricadas con una combinación inadecuada de elementos

puede producir interferencias del segundo tipo, si dentro de la banda espectral del monocromador se encuentra una línea de resonancia de otro elemento junto a la del elemento a determinar.

En general este tipo de interferencias no son frecuentes debido a la naturaleza muy específica de la longitud de onda que se usa en espectroscopia de absorción atómica. Si se llegan a presentar se pueden eliminar seleccionando una segunda línea de resonancia del elemento de interés (probablemente se obtenga mayor sensibilidad o empleando una ranura del monocromador más angosta).⁽⁶⁾

- **Las interferencias espectrales de banda** se producen debido a la absorción de la radiación por moléculas o radicales, y por dispersión de la radiación por sólidos. Para ambos efectos, que en principio son distintos, se emplea el término absorción de fondo. Aquí existe una pérdida de radiación no específica que lleva a absorbancias mayores que la absorbancia obtenida por el analito. La señal está compuesta por la absorción del elemento a determinar más la absorción no específica.

La absorción molecular ocurre cuando una especie molecular en el atomizador posee un perfil de absorción que se superpone al del elemento de interés. El espectro molecular del hidróxido de calcio muestra un máximo de absorción en la línea de resonancia del bario.

Este problema es más serio en la región espectral bajo los 250 nm, donde concentraciones altas de metales alcalinos y de otras sales muestran una alta absorción molecular.

La dispersión de la luz ocurre cuando partículas de sólidos causan una deflexión de parte de la radiación de la fuente fuera del eje del sistema monocromador-detector. Estos problemas son relevantes con muestras conteniendo altas concentraciones de elementos refractarios.⁽⁷⁾

2.3 Definición de términos básicos:

Veracidad. Se determinará con el fin de verificar la concordancia entre el valor obtenido por nuestro método y el valor verdadero.

Precisión. Se determinará con la finalidad de encontrar el grado de variabilidad de nuestros resultados.

Rango / Linealidad. Se verificará para determinar la capacidad (dentro de un rango dado) de producir resultados que son directamente proporcionales a la concentración de analito presente en la muestra.

Límite de detección. Se determinará para conocer la mínima cantidad de analito analizado que con este método puede detectarse.

Límite de cuantificación. Se realizará para determinar la concentración mínima del analito que puede ser cuantificada con el método en estudio.⁽⁵⁾

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

Del campo: El presente trabajo de investigación, presentará los pasos, para determinar las interferencias analíticas de plomo en orina por el laboratorio Químico Toxicológico CENSOPAS / Instituto Nacional de Salud donde se reportaron los resultados obtenidos.

Aplicada: Ya que se aplicó conocimientos básicos de Química Analítica adquirida en la Universidad Alas Peruanas.

Prospectivo: Porque esta investigación medirá y analizará la variable.

3.1.1 Método

Científico: Porque te exige un procedimiento con pautas para llegar al objetivo.

Inductivo: Porque la población estuvo conformada por una muestra de orina.

3.1.2 Técnica

Cuantitativa: Porque determina la concentración de Plomo, Cadmio y Mercurio en la muestra de orina.

3.1.3 Diseño

No experimental: se basa en la observación que se dan en su contexto natural, para analizarlo con posterioridad las interferencias analíticas de plomo en orina.

3.2 Población y Muestreo de la Investigación

3.2.1 Población

Una muestra de orina con grado de contaminación de Plomo.

3.2.2 Muestra

Se trabajó con una muestra de orina.

3.3 Variables e Indicadores

VARIABLE	INDICADORES
INDEPENDIENTE (X) Los interferentes del Plomo.	Interferente Cadmio.
	Interferente Mercurio
DEPENDIENTE (Y) La orina.	El Plomo contenido en la orina

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1 Técnicas

Se implementó una metodología analítica para determinar el contenido de plomo en las muestras de orina, para ello se implementará el método de absorción atómica con horno de grafito recomendado por el Instituto de Salud e Higiene de España.

Verificación del Método de espectroscopia de Absorción Atómica con Horno grafito.

Una vez implementado el método se realizara la verificación del mismo ya que al ser un método proveniente de un organismo

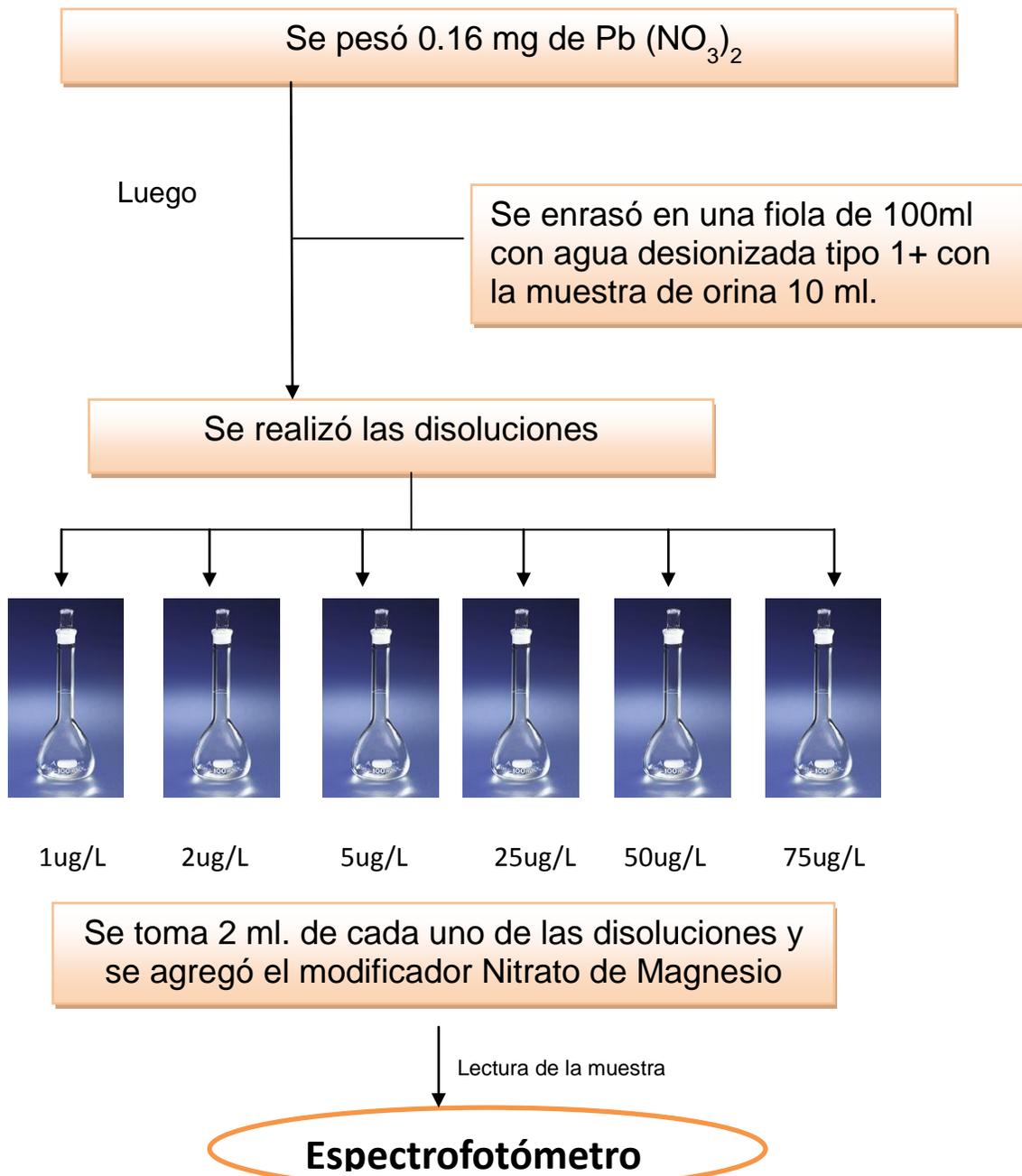
competente no requiere una validación completa solo una verificación.

Ensayos de interferencias con elementos distintos al plomo

Se realizarán las pruebas de interferencias preparando soluciones de Plomo y adicionando por separado los elementos Cadmio y Mercurio, de esta manera se determinará cuantitativamente en cuanto se incrementa la cantidad reportada de la muestra conteniendo sólo plomo y la muestra conteniendo la misma cantidad de plomo pero con una cantidad conocida de cadmio; de manera análoga se hará lo mismo con los otros elementos como el mercurio.

3.4.1.1 Procedimiento para la preparación de los estándares

GRÁFICO N° 6: PREPARACIÓN DE LA MATRIZ



Fuente datos extraído del trabajo de investigación, elaboración propia.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos:

- Se empleó el programa Excel.
- Espectrofotómetro de absorción atómica de modelo Perkin Elmer con Horno Grafito.

Reactivos:

- Agua desionizada tipo 1
- MNO_3 concentrado
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
- Muestra de orina.

Materiales:

- Fiola de 1L
- Fiolas de 100 mL.
- Tubos de Grafitos.
- Micropipetas.
- Celdas de cuarzo.

Capítulo IV

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

Se utilizó la metodología analítica para la determinación de plomo en muestras de orina por absorción atómica

Para realizar la determinación de plomo en orina se tomó como referencia el método estandarizado de la Agencia de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ministerio de Trabajo de España:

TABLA N° 1: Concentraciones de Plomo en orina en la matriz.

Concentración de plomo Matriz: orina	Absorbancia	Resultado Obtenido
µg Pb/L		ug/L
1	0.00378	0.622
2	0.0068	1.722
5	0.0156	5
25	0.07234	26.015
50	0.13478	49.144
75	0.2031	74.444

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio químico toxicológico CENSOPAS

Interpretación:

En la Tabla N° 1 Se observa los resultados de las concentraciones de Plomo mediante la ecuación lineal, se realizó 06 lecturas de los cuales se tomó de referencia las concentraciones intermedias de los niveles bajos y altos de la concentración de plomo.

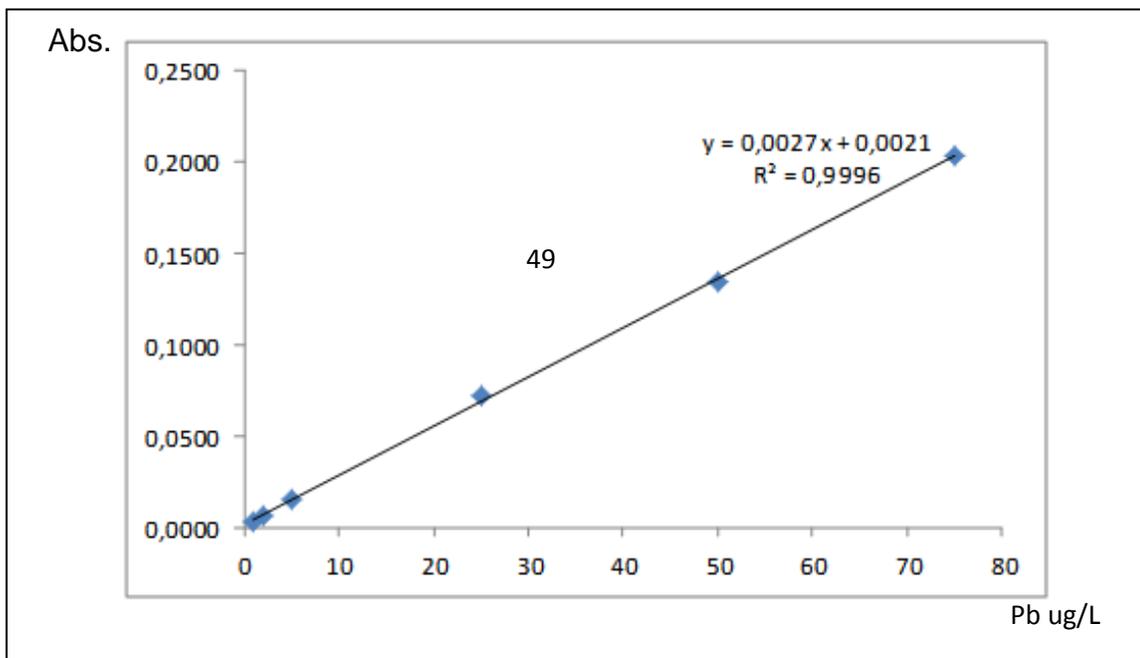
Ecuación:

$$\text{Abs.} = 0.0027 * C + 0.0021$$

$$Y = m x + b$$

$$x = \frac{y - b}{m}$$

GRÁFICO N° 7: Curva de calibración de Plomo sin interferentes:



Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio químico toxicológico CENSOPAS

En el gráfico N° 7 se observa la curva de calibración de la Absorbancia y las concentraciones del Plomo sin interferentes.

Se analizó de una muestra conteniendo un nivel bajo de Plomo con presencia del interferente cadmio (5ug/L), se realizó 5 lecturas para obtener un promedio.

TABLA N° 2: Análisis de una muestra conteniendo un nivel bajo de plomo con presencia del interferente Cadmio (5 ug/L)

Conc. Pb (ug/L)	Conc. Cd (ug/L)	Absorbancia	Resultado obtenido
			ug/L
2	5	0,00705	1,833
2	5	0,00689	1,774
2	5	0,00696	1,800
2	5	0,00735	1,944
2	5	0,00695	1,796
PROMEDIO			1,830

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio químico toxicológico CENSOPAS

Interpretación:

En la tabla N° 2 se observa los resultados obtenidos a nivel bajo de Plomo con presencia del interferente Cadmio (5ug/L)

Ecuación:

$$\text{Abs.} = 0.0027 * C + 0.0021$$

$$x = y - b$$

$x = \frac{y - b}{m}$

Se analizó de una muestra conteniendo un nivel Alto de Plomo con presencia del interferente cadmio (5ug/L), se realizó 5 lecturas para obtener un promedio.

TABLA N° 3: Análisis de una muestra conteniendo un nivel Alto con presencia del interferente Cadmio (5 ug/L)

Conc Pb(ug/L)	Conc Cd (ug/L)	Absorbancia	Resultado obtenido
			ug/L
50	5	0,1352	49,296
50	5	0,1368	49,889
50	5	0,1371	50,000
50	5	0,1401	51,111
50	5	0,1389	50,667
PROMEDIO			50,193

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio químico toxicológico CENSOPAS

Interpretación:

En la tabla N° 3 se observa los resultados obtenidos a nivel Alto de Plomo con presencia del interferente Cadmio (5ug/L)

Ecuación:

$$\text{Abs.} = 0.0027 * C + 0.0021$$

$$x = \frac{y - b}{m}$$

TABLA N° 4: Resumen del estudio de interferencia de Cadmio en la lectura de plomo en orina, dando como resultado los porcentajes de interferencia.

RESULTADO PLOMO ug/L	CONTENIDO DE CADMIO ug/L	RESULTADO OBTENIDO ug/L	% DE INTERFERENCIA
2	0	1,722	
2	5	1,830	5.9
50	0	49,144	
50	5	50,193	2,1

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio químico toxicológico CENSOPAS

Interpretación:

En la Tabla N° 4 Se observa los porcentajes de interferencia, se tomó de referencia las dos lecturas de menor y mayor nivel de concentración de Plomo con el contenido de Cadmio.

Se analizó de una muestra conteniendo un nivel bajo de Plomo con presencia del interferente Mercurio (5ug/L), se realizó 5 lecturas para obtener un promedio.

TABLA N° 5: Análisis de una muestra conteniendo un nivel bajo de plomo con presencia del interferente Mercurio (5 ug/l)

Conc Pb (ug/L)	Conc Hg (ug/L)	Absorbancia	Resultado obtenido ug/L
2	5	0,0070	1,815
2	5	0,0069	1,778
2	5	0,0067	1,704
2	5	0,0068	1,741
2	5	0,0071	1,852
PROMEDIO			1,778

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio químico toxicológico CENSOPAS

Interpretación:

En la tabla N° 5 se observa los resultados obtenidos a nivel bajo de Plomo con presencia del interferente Mercurio (5ug/L)

Ecuación:

$$\text{Abs.} = 0.0027 * C + 0.0021$$

$$x = \frac{y - b}{m}$$

Se analizó de una muestra conteniendo un nivel Alto de Plomo con presencia del interferente Mercurio (5ug/L), se realizó 5 lecturas para obtener un promedio.

TABLA N° 6: Análisis de una muestra conteniendo un nivel alto de plomo con presencia del interferente mercurio (5 ug/l).

Conc Pb(ug/L)	Conc Hg (ug/L)	Absorbancia	Resultado obtenido
			ug/L
50	5	0,135	49,222
50	5	0,1355	49,407
50	5	0,1349	49,185
50	5	0,1395	50,889
50	5	0,1394	50,852
PROMEDIO			49,911

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio químico toxicológico CENSOPAS

Interpretación:

En la tabla N° 6 se observa los resultados obtenidos a nivel Alto de Plomo con presencia del interferente Mercurio (5ug/L)

Ecuación:

$$\text{Abs.} = 0.0027 * C + 0.0021$$

$x = \frac{y - b}{m}$

TABLA N° 7: Resumen del estudio del interferente mercurio en la lectura de plomo en orina. Dando como resultado los porcentajes de interferencia.

RESULTADO PLOMO ug/L	Conc Hg (ug/L)	RESULTADO OBTENIDO ug/L	% DE INTERFERENCIA
2	0	1,722	
2	5	1,778	3,2
50	0	49,144	
50	5	49,911	1,6

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio químico toxicológico CENSOPAS

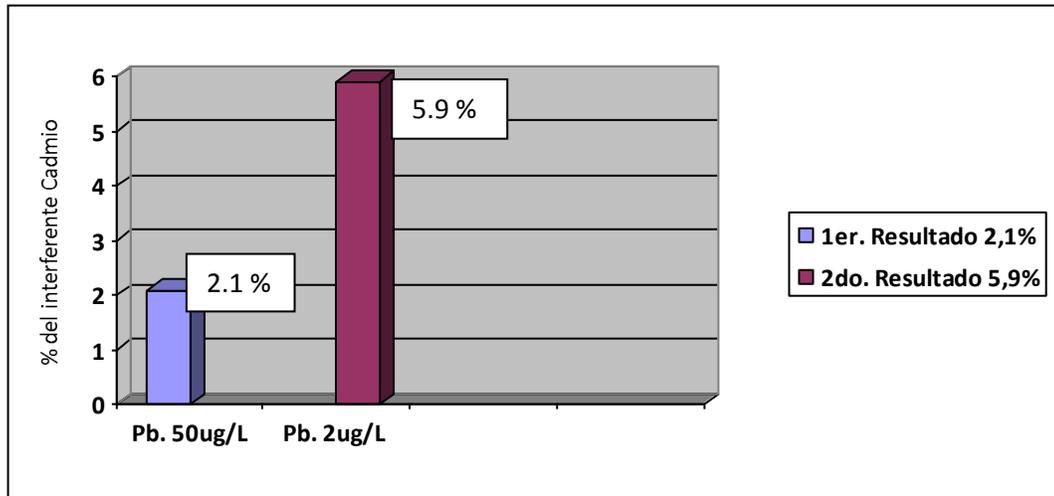
Interpretación:

En la Tabla N° 7 Se observa los porcentajes de interferencia se tomó de referencia las dos lecturas de menor y mayor nivel de concentración de Plomo con el contenido de Mercurio.

4.2 Análisis de interpretación de resultados

GRÁFICO N° 8: Resultados obtenidos del estudio del interferente Cadmio en la lectura de plomo en orina. Dando como resultado los porcentajes de interferencia.

Porcentaje del interferente Cadmio a concentración Alta y Baja de Plomo.

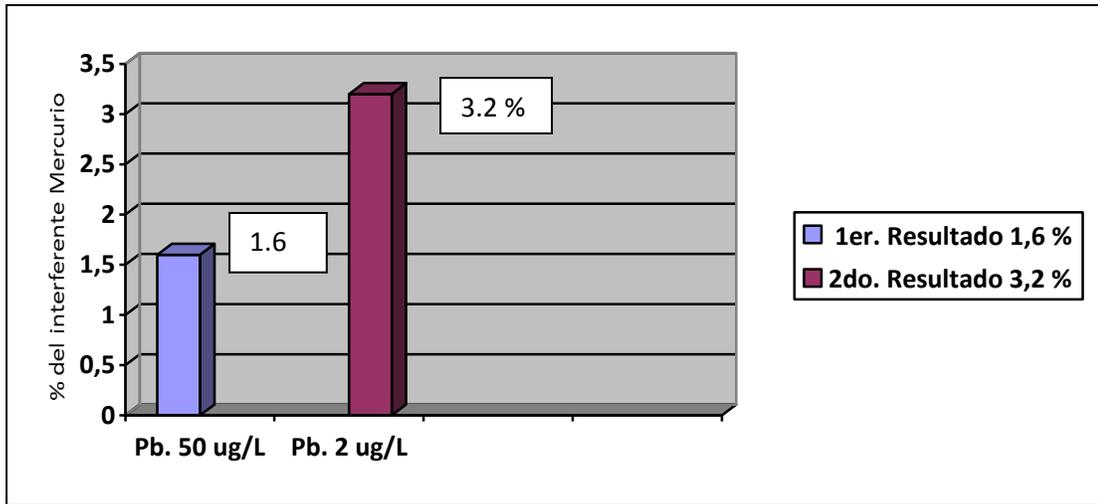


Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio químico toxicológico CENSOPAS

A menor concentración de plomo, con el contenido de cadmio 5ug/L. el porcentaje de interferencia aumenta a un 5.9 %, a mayor concentración de plomo, con el contenido de Cadmio 5ug/L. El % de interferencia disminuye a 2.1 %.

GRÁFICO Nº 9: Resultados obtenidos estudio del interferente Mercurio en la lectura de plomo en orina. Dando como resultado los porcentajes de interferencia.

Porcentaje del interferente Mercurio a concentración Alta y Baja de Plomo.



Fuente: datos experimentales obtenidos en el laboratorio químico toxicológico Censopas

A menor concentración de plomo 2ug/L, con el contenido de Mercurio 5ug/L. el % de interferencia aumenta a un 3.2 %, a mayor concentración de plomo 50 ug/L, con el contenido de Cadmio 5ug/L. El % de interferencia disminuye a 1.6 %.

DISCUSIÓN

1. Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación pudieron determinar el límite de detección, linealidad, precisión y veracidad mediante el método de espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito al igual que lo determinado en la investigación efectuada por Percy Yaque López Mariluz “TRATAMIENTO ESTADÍSTICO A LOS DATOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN ALIMENTOS LIOFILIZADOS, POR LA TÉCNICA DE ABSORCIÓN ATÓMICA, VÍA HORNO DE GRAFITO” Lima – Perú 2006. Donde se concluyó que la técnica analítica empleada espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito, es adecuada para determinación cuantitativa de Plomo.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación han determinado la concentración de Plomo, esto no supera los límites máximos permisibles (LMP) según la OMS. A diferencia de lo determinado en la investigación efectuada por Jesús Emanuel Huanri Pacotaype “DETERMINACIÓN DE PLOMO Y ARSÉNICO EN JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR (SACCHARUM OFFICINARUM) POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN LIMA METROPOLITANA” Lima – Perú 2014. Donde las concentraciones de arsénico no superan los límites máximos permisibles (LMP) según Organización Mundial de la Salud (OMS), pero en el caso del plomo los límites superan a los valores máximos permisibles según (OMS).

3. En la verificación del método de Absorción Atómica con Horno de grafito utilizado en la investigación no requiere una validación completa solo una verificación, a diferencia de la investigación efectuada por Ana María Remache Tixe “VALIDACIÓN DE MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE METALES EN DIFERENTES MATRICES POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA” Quito - 2013 se validó el método de espectrofotometría de absorción atómica método directo de llama.

4. Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación se determinó que los resultados del modelo de la regresión lineal cumplen con los supuestos de linealidad, independencia y normalidad, pues el método expresó una adecuada relación lineal entre la absorbancia y la concentración de Plomo tanto para la recta de calibración con estándares acuosos como en la medición con muestras biológicas. Al igual que lo determinado en la investigación efectuada por José Manuel Marroquín Quiñonez “VALIDACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO PARA LA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SANGRE POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO EN EL LABORATORIO DEL DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA” México 2015. Donde se concluyó que la técnica analítica empleada espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito, es la adecuada.

CONCLUSIONES

- Se determinó que otros metales son interferentes en la cuantificación de plomo en orina por el método de curva de calibrado por espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito.
- El Cadmio y el Mercurio actuaron como interferentes en la cuantificación de Plomo en orina a diferentes concentraciones de Plomo (2ug/L y 50ug/L) por el método de curva de calibrado por espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito.
- Se determinaron los porcentajes de interferencias de Cadmio y Mercurio en la cuantificación de plomo en orina, siendo el Cadmio el mayor interferente: 5,9 % y 2,1 % de interferencia para las concentraciones de 2ug/L y 50ug/L de Plomo respectivamente; y el Mercurio el de menor interferencia: 3.2 % y 1.6 % de interferencia para las concentraciones de 2ug/L y 50ug/L de Plomo respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Realizar más estudios de cuantificación de Plomo en orina utilizando como interferentes otros metales pesado como Arsénico y Antimonio.
2. Realizar otros estudios de identificación y medición de interferentes en diferentes muestras biológicas.
3. Mejorar el presente estudio de investigación Hallando los porcentajes de interferencia a diversas concentraciones del Plomo.

FUENTES DE INFORMACIÓN:

1. Gabriela Andrea Valdebenito Zenteno “DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DIRECTA DE PB MEDIANTE ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA ELECTROTÉRMICA (ETAAS) EN SUSPENSIONES DE PELO Y UÑA (“SLURRIES”) COMO BIOMARCADORES DE EXPOSICIÓN” Santiago- Chile 2008.
2. Juan Carlos Sánchez Contreras “METODOLOGÍAS ANALÍTICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE METALES TÓXICOS EN MUESTRAS DE INTERÉS AMBIENTAL” Bogotá - Colombia 2010.
3. Percy Yaque López Mariluz “TRATAMIENTO ESTADÍSTICO A LOS DATOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN ALIMENTOS LIOFILIZADOS, POR LA TÉCNICA DE ABSORCIÓN ATÓMICA, VÍA HORNO DE GRAFITO” Lima – Perú 2006.
4. Jesús Emanuel Huanri Pacotay “DETERMINACIÓN DE PLOMO Y ARSÉNICO EN JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR (SACCHARUM OFFICINARUM) POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN LIMA METROPOLITANA” Lima – Perú 2014
5. Ana María Remache Tixe “VALIDACIÓN DE MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE METALES EN DIFERENTES MATRICES POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA” Quito - Ecuador 2013.

6. José Manuel Marroquín Quiñonez “VALIDACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO PARA LA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SANGRE POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO EN EL LABORATORIO DEL DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA” Guatemala - México 2015.
7. Laura Melissa Robledo Vélez “VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS METALES CADMIO Y PLOMO EN AGUA TRATADA POR ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA” Pereira- Colombia 2012.
8. Rubén Del Toro Déniz “DETERMINACIÓN DE PLOMO EN LAS AGUAS DE LOS RÍOS TÍNIMA, HATIBONICO Y AFLUENTES DE LA CUENCA SAN PEDRO CAMAGÜEY” Cuba – 2010 Artículo Disponible en:
<http://www.scielo.org.pe/pdf/as/v3n1/a14v3n1.pdf>
9. Magdalena Lorenzo “DETERMINACION DE CA,CU, FE, PB POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN AGUARDIENTES DE CAÑA” La Habana – Cuba 2010. Artículo Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/2231/223120684001.pdf>
10. Pedro Luis Lopez “DETERMINACION ESPECTROFOTOMETRICA DE COBRE EN FORMULACIONES MEDICAS, SALVADO DE TRIGO Y AGUAS POTABLES” Chile – 1999.

11. Carolina Ospina Castaño “VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DETECCIÓN DE LOS METALES CADMIO, NIQUEL Y PLOMO EN AGUA TRATADA POR ABSORCIÓN ATÓMICA DE LLAMA EN EL LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA” Colombia – 2012.

12. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - República de Colombia “DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS TOTALES CON DIGESTIÓN ACIDA Y SOLUBLES LECTURA DIRECTA POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA” Colombia – 2004. Artículo

Disponible en:

<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Metales+en+agua+por+Absorci%C3%B3n+At%C3%B3mica...Pdf/e233a63d-378c-4f83-9311-d9375043cf2a>

13. Diego Mauricio Gómez H. “VALIDACION DE LA METODOLOGIA POR EL METODO ESTANDAR 3111^a – ABSORCION ATOMICA PARA EL ANALISIS DE METALES PESADOS EN MUESTRAS DE AGUAS Y AGUAS RESIDUALES” Periera – Colombia 2011.

14. M.I. Litter METODOLOGIAS ANALITICAS PARA LA DETERMINACION Y ESPECIACION DE ARSENICO EN AGUA Y SUELOS. Argentina – 2009.

Disponible en:

<http://paginas.fe.up.pt/~cigar/html/documents/Monografia2000.pdf>

15. María Iluminada Muñoz Lucas “CARACTERIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE CENIZAS VOLANTES PARA LA ELIMINACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS CONTAMINADAS” España - 2012.

16. Angela Vega Arciniegas “VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE COBRE Y ZINC POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA DE LLAMA EN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA EL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA” Colombia – 2011.

17. Instituto nacional de seguridad e higiene del trabajo “DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SANGRE - MÉTODO DE CÁMARA DE GRAFITO ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA” España - 1986.

Disponible en:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MB/MB_011_R92.pdf

18. Victoria Seijas Martínez Echevarría “DETERMINACION DE SELENIO EN SUERO POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCION ATOMICA” Madrid - España 1992.

19. Revista Kioskea Net Junio 2014

Disponible en:

<http://static.ccm2.net/salud.ccm.net/faq/pdf/orina-definicion-10031-muidw4.pdf>

ANEXOS

ANEXO Nº 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título del Proyecto de Tesis: INTERFERENCIAS ANALITICAS DE LA DETERMINACION DE PLOMO EN ORINA

Presentado por: Bachiller Cordero Marichini Abel Eduardo

<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Habrán interferencias analíticas de otros metales en la cuantificación de plomo en orina?</p> <th data-bbox="308 367 667 1414"> <p>PROBLEMA ESPECIFICO</p> <p>¿Serán el Cadmio y Mercurio posibles interferentes del plomo?</p> <p>¿Cuál sería los porcentajes de interferencias en la cuantificación del plomo en orina?</p> <p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>O.G. Determinar las Interferencias analíticas de otros metales en la cuantificación del plomo en la orina.</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICO</p> <p>O.E.1 Determinar las posibles interferencias de cadmio y el mercurio en la cuantificación del plomo en orina.</p> <p>O.E.2 Determinar el porcentaje de interferencia de Cadmio y del Mercurio en la cuantificación de plomo en orina.</p> <th data-bbox="667 367 1003 1414"> <p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Existirían interferencias analíticas de otros metales en la cuantificación de plomo en orina.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICO</p> <p>H.E.1 Serian el Cadmio y el Mercurio posibles interferentes en la cuantificación de plomo en orina</p> <p>H.E.2 Se podrían determinar el porcentaje de interferencias de Cadmio y del Mercurio en la cuantificación del plomo en orina.</p> <th data-bbox="1003 367 1247 1414"> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Del campo</p> <p>Aplicada</p> <p>Prospectivo</p> <th data-bbox="1247 367 1451 1414"> <p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Científico</p> <p>Inductivo</p> <p>TÉCNICA:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>No Experimental</p> <th data-bbox="1451 367 1696 1414"> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Los interferentes del plomo.</p> <p>INDICADORES</p> <p>Interferente: Cadmio</p> <p>Interferente: Mercurio</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>La orina</p> <p>indicadores</p> <p>El plomo contenido en la orina.</p> <th data-bbox="1696 367 2028 1414"> <p>POBLACIÓN</p> <p>Muestra de orina con grado de contaminación de Plomo.</p> <p>Muestra</p> <p>Se trabajó con una muestra de orina.</p> </th></th></th></th></th></th>	<p>PROBLEMA ESPECIFICO</p> <p>¿Serán el Cadmio y Mercurio posibles interferentes del plomo?</p> <p>¿Cuál sería los porcentajes de interferencias en la cuantificación del plomo en orina?</p> <p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>O.G. Determinar las Interferencias analíticas de otros metales en la cuantificación del plomo en la orina.</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICO</p> <p>O.E.1 Determinar las posibles interferencias de cadmio y el mercurio en la cuantificación del plomo en orina.</p> <p>O.E.2 Determinar el porcentaje de interferencia de Cadmio y del Mercurio en la cuantificación de plomo en orina.</p> <th data-bbox="667 367 1003 1414"> <p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Existirían interferencias analíticas de otros metales en la cuantificación de plomo en orina.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICO</p> <p>H.E.1 Serian el Cadmio y el Mercurio posibles interferentes en la cuantificación de plomo en orina</p> <p>H.E.2 Se podrían determinar el porcentaje de interferencias de Cadmio y del Mercurio en la cuantificación del plomo en orina.</p> <th data-bbox="1003 367 1247 1414"> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Del campo</p> <p>Aplicada</p> <p>Prospectivo</p> <th data-bbox="1247 367 1451 1414"> <p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Científico</p> <p>Inductivo</p> <p>TÉCNICA:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>No Experimental</p> <th data-bbox="1451 367 1696 1414"> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Los interferentes del plomo.</p> <p>INDICADORES</p> <p>Interferente: Cadmio</p> <p>Interferente: Mercurio</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>La orina</p> <p>indicadores</p> <p>El plomo contenido en la orina.</p> <th data-bbox="1696 367 2028 1414"> <p>POBLACIÓN</p> <p>Muestra de orina con grado de contaminación de Plomo.</p> <p>Muestra</p> <p>Se trabajó con una muestra de orina.</p> </th></th></th></th></th>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Existirían interferencias analíticas de otros metales en la cuantificación de plomo en orina.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICO</p> <p>H.E.1 Serian el Cadmio y el Mercurio posibles interferentes en la cuantificación de plomo en orina</p> <p>H.E.2 Se podrían determinar el porcentaje de interferencias de Cadmio y del Mercurio en la cuantificación del plomo en orina.</p> <th data-bbox="1003 367 1247 1414"> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Del campo</p> <p>Aplicada</p> <p>Prospectivo</p> <th data-bbox="1247 367 1451 1414"> <p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Científico</p> <p>Inductivo</p> <p>TÉCNICA:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>No Experimental</p> <th data-bbox="1451 367 1696 1414"> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Los interferentes del plomo.</p> <p>INDICADORES</p> <p>Interferente: Cadmio</p> <p>Interferente: Mercurio</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>La orina</p> <p>indicadores</p> <p>El plomo contenido en la orina.</p> <th data-bbox="1696 367 2028 1414"> <p>POBLACIÓN</p> <p>Muestra de orina con grado de contaminación de Plomo.</p> <p>Muestra</p> <p>Se trabajó con una muestra de orina.</p> </th></th></th></th>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Del campo</p> <p>Aplicada</p> <p>Prospectivo</p> <th data-bbox="1247 367 1451 1414"> <p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Científico</p> <p>Inductivo</p> <p>TÉCNICA:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>No Experimental</p> <th data-bbox="1451 367 1696 1414"> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Los interferentes del plomo.</p> <p>INDICADORES</p> <p>Interferente: Cadmio</p> <p>Interferente: Mercurio</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>La orina</p> <p>indicadores</p> <p>El plomo contenido en la orina.</p> <th data-bbox="1696 367 2028 1414"> <p>POBLACIÓN</p> <p>Muestra de orina con grado de contaminación de Plomo.</p> <p>Muestra</p> <p>Se trabajó con una muestra de orina.</p> </th></th></th>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Científico</p> <p>Inductivo</p> <p>TÉCNICA:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>No Experimental</p> <th data-bbox="1451 367 1696 1414"> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Los interferentes del plomo.</p> <p>INDICADORES</p> <p>Interferente: Cadmio</p> <p>Interferente: Mercurio</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>La orina</p> <p>indicadores</p> <p>El plomo contenido en la orina.</p> <th data-bbox="1696 367 2028 1414"> <p>POBLACIÓN</p> <p>Muestra de orina con grado de contaminación de Plomo.</p> <p>Muestra</p> <p>Se trabajó con una muestra de orina.</p> </th></th>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Los interferentes del plomo.</p> <p>INDICADORES</p> <p>Interferente: Cadmio</p> <p>Interferente: Mercurio</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>La orina</p> <p>indicadores</p> <p>El plomo contenido en la orina.</p> <th data-bbox="1696 367 2028 1414"> <p>POBLACIÓN</p> <p>Muestra de orina con grado de contaminación de Plomo.</p> <p>Muestra</p> <p>Se trabajó con una muestra de orina.</p> </th>	<p>POBLACIÓN</p> <p>Muestra de orina con grado de contaminación de Plomo.</p> <p>Muestra</p> <p>Se trabajó con una muestra de orina.</p>
---	---	--	--	--	---	--

