

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE FARMACIA

Y BIOQUÍMICA



**Niveles de plomo en leche materna en los
Hospitales II EsSalud Huamanga y Daniel
Alcides Carrión del Callao. Lima - 2010**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICA**

PRESENTADO POR:

Bach. AVILÉS ROMERO, SANDRA DENISSE.

**AYACUCHO - PERÚ
2011**

*A nuestro amoroso Dios por el
cuidado diario y bendiciones
derramadas para conmigo y mis
seres queridos: mis padres
Leonidas y Eulalia, mis hermanos
Norma, Wilman, María, Yolanda y
mi esposo.*

AGRADECIMIENTO

Especial agradecimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; mi *alma mater*, y a la Facultad de Ciencias Biológicas que acoge a la Escuela de Formación Profesional de Farmacia y Bioquímica y a todos los docentes que laboran en ella por su apoyo académico .

Un especial agradecimiento a mi asesor Mg. Q.F. Edwin Enciso Roca por su asesoría, apoyo y soporte para la realización del presente trabajo.

Mi agradecimiento a la Dra. Rosalía Anaya Pajuelo por su apoyo y sugerencias en el análisis de muestras, de igual modo al profesor Bigo. Carlos Carrasco Badajoz por su asesoría en la parte estadística del presente trabajo.

Un eterno agradecimiento a mis padres, hermanos y esposo por brindarme sus valiosos consejos.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Plomo	8
2.2.1 Fuentes de contaminación	9
Fuentes Exógenas	9
Fuentes Endógenas	12
2.2.2 Toxicocinética del plomo	14
2.2.3. Efectos tóxicos del plomo	19
2.2.4. Leche materna	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Ubicación	26
3.2. Materiales	26
3.2.1. Población	26
3.2.2. Muestra	26
3.2.3. Muestra biológica	27
3.3. Diseño metodológico	27
3.3.1. Recolección de la muestra	27
3.3.2. Selección de la muestra	27
3.3.3. Procedimiento	28
3.3.4. Fundamento para la determinación de plomo en leche materna	30
3.4. Análisis Estadístico.	31
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
IX. ANEXOS	47

Niveles de plomo en leche materna en los Hospitales II EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao. Lima – 2010.

Autor: Bach. Avilés Romero, Sandra Denisse.

Asesores: Mg. Enciso Roca, Edwin; Dra. Anaya Pajuelo, Rosalia.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro Toxicológico SA de Lima, entre los meses de abril a septiembre del 2010, con el objetivo de determinar los niveles de plomo presentes en leche materna. Se realizó el dosaje de plomo en leche materna de 50 madres lactantes voluntarias de dos hospitales: EsSalud- Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao, mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con horno de grafito.

Se encontró que las muestras estudiadas presentan valores de plomo dentro de los parámetros normales establecidos por la OMS. El promedio de plomo para la leche materna del hospital EsSalud Huamanga fue de 1,294 ng/g y para la leche materna del hospital Daniel Alcides Carrión del Callao fue de 3,058 ng/g. En el análisis no se ha encontrado relación alguna entre la edad y los niveles de plomo en leche materna (estadísticamente no son significativos, $p > 0.05$) pero si se ha encontrado relación con el tiempo de residencia (estadísticamente son significativos $p < 0.05$).

Palabras Clave: Plomo, leche materna.

I. INTRODUCCIÓN

Considerando que la leche materna es la primera fuente de alimentación en nuestros comienzos de vida y observando los altos niveles de contaminación en nuestro mundo actual, se realizó una investigación de las concentraciones de plomo en leche de madres que asisten a los hospitales EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao. Se ha creído conveniente el estudio en leche materna, ya que la leche materna es la fuente perfecta de nutrición para los bebés. (Gonzales y col., 1997).

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 (Anttila y col., 1995).

En el Perú, se han realizado numerosos estudios de investigación de intoxicación por plomo en medio ambiente, trabajadores expuestos, niños, pobladores. En nuestro país, la historia de la contaminación plúmbica, plumbosis o satumismo siempre ha estado vinculada a la minería y la industria, convirtiendo a esta enfermedad en algo exclusivamente ocupacional, es decir, que sólo afecta a quienes laboran en actividades relacionadas con minerales como el plomo, sin

embargo, es indudable que esta problemática sanitaria también está afectando a la población, que no necesariamente vive de la actividad minera o industrial, pero que la sufre a causa de la contaminación provocada por minas, refinerías, fundiciones, recicladoras, depósitos de minerales, etc. A pesar de las evidencias, los estudios realizados y la cada vez mayor cantidad de casos clínicos, sobre todo en la población infantil, esta situación todavía no ha sido encarada correctamente tanto por el sector público como por el sector privado (Narciso y col., 2000).

Si bien durante los últimos años se han establecido medidas destinadas a disminuir las concentraciones ambientales de este metal en estos estudios no se ha tenido en cuenta las fuentes endógenas de contaminación (por la liberación de plomo almacenado durante años en el tejido óseo) especialmente en mujeres residentes en dichas zonas por periodos prolongados, así como del niño lactante (Gonzales y col., 1997).

La exposición a zonas de alto contenido de plomo ambiental, hacen que ingrese mayor cantidad de plomo al organismo, distribuyéndose a diferentes tejidos y particularmente en los huesos (95% del total) convirtiéndose en un reservorio de plomo y manteniéndose por largos periodos (5 – 19 años) el cual puede ser movilizado en estados fisiológicos y patológicos en los que aumenta la resorción ósea (embarazo, lactancia, menopausia, inmovilidad, senectud, etc.) manteniendo altos los niveles sanguíneos, aun después de retirar la exposición aguda a plomo. Colocando principalmente en riesgo a las mujeres y a sus hijos, ya que cruza fácilmente la barrera placentaria llegando al feto. Además es excretado hacia la leche materna contaminando a los niños lactantes (Gonzales y col., 1997).

Las emanaciones tóxicas industriales son una de las mayores fuentes de contaminación. Entre éstas cabría citar las fábricas que utilizan plomo como insumo,

recicladoras de chatarra que funcionan a vista y paciencia de las autoridades, cuyas plantas están ubicadas en plena zona urbana, incluso cerca de colegios y hospitales. Otra fuente son los miles de autos, camiones, microbuses, etc., que circulan caóticamente por calles y avenidas de la zona. Desde hace muchos años se ha venido hablando acerca de la triste situación en la que viven miles de niños domiciliados en los asentamientos humanos situados en el Callao, quienes han superado los valores de plomo en sangre de 10ug/dL (Gutiérrez, 2006).

Los objetivos planteados son:

- **Objetivo General:** Conocer los niveles de plomo en leche materna en los hospitales # EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao.
- **Objetivos Específicos:**
 - a) **Determinar los niveles de plomo en leche materna en los hospitales II EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao.**
 - b) **Establecer la relación entre el tiempo de residencia y el contenido de plomo en leche materna.**
 - c) **Establecer la relación entre la edad de la madre lactante y el contenido de plomo en leche materna.**

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

El plomo comenzó a utilizarse hace aproximadamente 7000 años en actividades como la minería, la cerámica; posteriormente se incorporó en actividades como la fabricación de vidrio. Desafortunadamente, el plomo es un elemento que no cumple ninguna función vital en el organismo humano y que por el contrario resulta tóxico, incluso en pequeñas dosis. Las sociedades lo han utilizado en tal abundancia y por tanto tiempo que se han encontrado residuos mínimos en prácticamente todas las poblaciones estudiadas. Esto, por desgracia, ha dado por resultado que se pueda hablar de un nivel "normal" de plomo en el organismo de los seres humanos (Vega y De Coll, 2002).

Las fuentes de exposición a plomo en los humanos pueden clasificarse en dos grupos, de acuerdo con las poblaciones afectadas: una se refiere a las industriales y ocupacionales, y la otra a las "domésticas", cuyas poblaciones blanco incluyen a los adultos que no trabajan directamente con plomo y a los niños, en los cuales los niveles de exposición están determinados por su medio ambiente, costumbres y hábitos. Dada la variada y heterogénea naturaleza de las fuentes domésticas de exposición a plomo, las estrategias para su control y prevención

resultan más complejas que las relacionadas con las fuentes ocupacionales (Gulson y col., 1998).

En la mayoría de las naciones de América, las principales fuentes domésticas que contribuyen a elevar los niveles de plomo en sangre en los niños son el tráfico vehicular y la contaminación del aire ocasionada por el uso de la gasolina con plomo. Otras fuentes importantes, son el uso de loza de barro que contiene plomo, la aplicación de pintura a base de plomo en las viviendas, el consumo de agua que circula por tuberías de plomo y de alimentos almacenados en latas con soldadura de plomo (Hernández y col., 1999).

En EE.UU. de América en 1970 comenzó la reducción gradual del contenido de plomo en la gasolina prohibiéndose el agregado de este metal en 1992. En 1978 se prohíbe una concentración de plomo en la pintura mayor de 0.06%. Entre 1976 y 1980 el 12.8% de la población general de EE.UU de América presentaba una plumbemia mayor o igual a 10µg/dL que se redujo a 2,2% entre 1991 y 1994 al haber sacado el plomo de la gasolina y pintura (Brian y Gulson, 1998).

En cuanto a los niños menores de 5 años, el porcentaje con valor mayor o igual a 10µg/dL se redujo en las mismas fechas del 88% al 4% (Brian y Gulson, 1998).

Diversos países han mostrado su interés en determinar la cantidad de plomo presente en leche materna por la relación que tiene con la contaminación del niño en periodo de lactancia. La información encontrada en los estudios realizados, muestran una gran variación de la concentración de plomo en leche materna la cual depende de distintos factores tales como cercanía a fuente de contaminación, tipo de alimentación, tiempo de residencia y características del individuo (Brian y Gulson, 1998).

Los datos en los últimos 15 años se muestran en la Tabla Nº 01.

Tabla Nº 01: Estudios realizados en el mundo sobre plomo en leche materna

Pb EN LECHE (ng/g)	Nº	PAÍS	FECHA	REFERENCIA
5,9	9	Australia	1998	Gulson et al. (sometido)
7,6	75	Suecia	1995	Palminger Hallen et al.
4,8	210	Canadá	1986	Dabeka et al.
7,4	72	Republica Checa	1989	Zahradnicek et al.
6,2	27	Alemania	1988	Schramel et al.
5,8	39	EE.UU.de América	1984	Rockway et al.
7,8	2	EE.UU.de América	1996	Baumet al.
8,9 (urbano), 6,3 (rural)	20 20	Alemania	1985	Stemowsky Y Wesselowski
6,4	100	EE.UU.de América	1985	Rabinowitz et al.
7,5	97	Escocia	1982	Moore et al.
11,8	35	México	1993	Namihara et al.
7,1 (urbano), 4,5 (rural)	89 91	Malasia	1983	Huat et al.
6,3	39	Reino Unido.	1993	Richmond et al.
7,4	51	Austria	1993	Plockinger et al.
9,2	114	Malasia	1985	Ong et al.
14,6	25	Emiratos del UA	1994	Sokas et al.
6,6 (urbano), 4,1 (rural)	20 34	Italia	1999	Guidi et al.
12,7	310	México	2009	Adrienne S. Ettinger.

Fuente: Silbergeld, 1991.

Los estudios internacionales de la Organización Mundial de la Salud demostraron que países industrializados como Suecia y Hungría tenían concentraciones más altas de plomo en la leche materna (14.8ng/g) que los países

no industrializados como Guatemala, Nigeria y Zaire. Por otro lado, los estudios que comparaban áreas urbanas y rurales demostraron que las concentraciones de plomo en leche materna eran perceptiblemente más altas en algunas áreas urbanas (Padilla y col., 1999).

En el Perú, estudios realizados por Creed, Liria y López de Romaña sobre evaluación de consumo de plomo, calcio, hierro y zinc en alimentos, por madres y niños en la Oroya antigua concluye en que el nivel de plomo en todas las muestras de leche materna estuvo por debajo de los límites de detección de lectura del equipo de laboratorios de Cerper (50ng/g). Es evidente que la poca sensibilidad de los equipos no permitió detectar los niveles reales de plomo en leche materna (MINSa, 2001).

Durante los años 1998-1999, la DIGESA desarrolló el proyecto denominado "Estudio de plomo en sangre en una población seleccionada de Lima y Callao", con la finalidad de poder contar con la información epidemiológica representativa que permitiría sustentar el retiro del plomo de la gasolina, los estudios preliminares evidenciaron la presencia de una gran fuente de plomo ambiental en una zona particular del Callao localizada en el AA.HH. Puerto Nuevo (DIRESA, 2001).

El estudio realizado por López (2000), en el Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión de la Provincia Constitucional del Callao recomienda que es de notable importancia el estudio en menores de 6 meses porque todos los niños observados presentaron algún nivel de plomo en sangre y mostraron incremento de acuerdo a la edad, si consideramos que la leche materna es la principal fuente de alimentación de estos niños y las madres son todas de procedencia y residencia en la zona; es probable que guarde relación con lo observado en otros estudios en el extranjero donde se ha establecido que la leche materna con altas concentraciones de plomo

es una de las principales fuentes de exposición en el neonato. Por tanto, la mayoría de plomo ingerido por los infantes durante la lactancia proviene de la leche materna, y a su vez, una fracción significativa del plomo de la leche materna se origina a partir de su liberación del hueso materno que se produce en este periodo (Padilla y col., 1999).

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en Ayacucho, anteriormente se han realizado investigaciones sobre presencia de plaguicidas organoclorados y organofosforados en leche materna, posteriormente estudios sobre presencia de plomo en sangre de personas que laboran en zonas cercanas al transporte público, por el método de absorción atómica, el resultado presentaba un nivel promedio de 12,07ug/dL, valor que se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos por la OMS para plomo en sangre, el cual es de 10ug/dL en niños y en adultos 40ug/dL (Silvera, 2008).

2.2 PLOMO

Es un elemento químico de la tabla periódica, cuyo símbolo es Pb y su número atómico es 82 según la tabla actual, ya que no formaba parte en la tabla de Mendeleiev. Este químico no lo reconocía como un elemento metálico común por su gran elasticidad molecular. El plomo es un metal blando, muy dúctil y maleable, pesado, de color grisáceo que presenta un aspecto de color brillante al corte. Es soluble en agua que contenga nitratos, sales de amonio y anhídrido carbónico (Noah, 1999).

Expuesto al medio ambiente no se encuentra en su estado natural pues se oxida rápidamente en contacto con el aire tomando un aspecto mate. En contacto

con el agua se oxida superficialmente con formación de $Pb(OH)_2$ que es bastante soluble en agua. Sus estados de oxidación son 0, +2 y +4 (Noah, 1999).

El plomo es un producto químico metálico sumamente tóxico que se acumula en el cuerpo con el transcurso del tiempo. Puede ser especialmente nocivo al cerebro y sistema nervioso en desarrollo de fetos y niños pequeños. Estudios han demostrado que la exposición crónica de los niños a dosis bajas del plomo puede causar trastornos de aprendizaje, comportamiento y del crecimiento, así mismo, puede elevar la presión arterial en los adultos (Noah, 1999).

2.2.1 Fuentes de contaminación

1.- Fuentes Exógenas:

a.- Fuentes de contaminación en el ambiente ocupacional

Al hablar de fuentes de contaminación en el ambiente ocupacional es importante señalar que estas son además responsables, en gran parte, de la contaminación del ambiente general, lo que determinará en gran medida la exposición a la que estará sometida la población en general. Así, los individuos que están expuestos ocupacionalmente, también pueden estar expuestos en el ambiente general y, además, a través del plomo presente en sus ropas, representan una fuente de contaminación importante para su hogar, afectando principalmente a los niños, que presentan una mayor susceptibilidad a la intoxicación (Gonzales y col., 1997).

a.1. Minería y fundición

Las actividades de la minería del plomo son la fuente de exposición más evidente, aun cuando las concentraciones más altas de plomo, en este tipo de ambiente, están bajo la forma de sulfuros de plomo, los cuales son insolubles y por

lo que sólo tienen importancia por la posibilidad de ser ingeridos, con una absorción digestiva moderada (Gonzales y col., 1997).

La exposición no sólo es importante para los mineros que trabajan en las mismas instalaciones, sino para otros trabajadores, principalmente los del proceso de fundición, en el cual es el que presenta el mayor riesgo para la salud de entre todas las industrias de este metal, ya que durante la fundición el plomo calentado desprende vapores con las partículas de tamaño respirable ($< 5\mu\text{m}$) a concentraciones altas, tales como 200 a 300ug de plomo por metro cúbico de aire (Gonzales y col., 1997).

a.2 Industria

El plomo está presente en muy diversas actividades industriales, ya como componente de la materia prima como es el caso de las industrias de baterías, pigmentos y cables, o como parte de los subproductos del proceso como es el caso de la imprenta y uso de soldadura. En los casos en que está presente como materia prima, el plomo suele generar concentraciones ambientales muy elevadas. Es frecuente encontrar niveles de $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gonzales y col., 1997).

Las industrias que presentan mayor riesgo por la presencia del plomo según su rama o tipo, son las de las siguientes áreas:

- Alfarerías (vidriado)
- Antidetonantes para gasolina
- Baterías (acumuladores)
- Coberturas de cable
- Construcción: cañerías, tuberías y otros.
- Imprenta
- Municiones

- Pigmentos para pintura.
- Productos derivados del acero
- Elementos para protección contra radiaciones.
- Tuberías de plomo

b.- Fuentes de contaminación en el ambiente general

b.1 Aire

La presencia del plomo en el aire adquiere interés por la facilidad con que puede penetrar por la vía respiratoria y ser absorbido por el organismo.

La mayor parte del plomo en el aire se presenta bajo la forma de partículas finas. No se sabe mucho sobre la forma química más importante en que el plomo se presenta en el aire. Se ha determinado en él la presencia de haluros, óxidos, sulfatos y carbonatos de plomo (Gonzales y col., 1997).

El plomo de la corteza no contamina importantemente en forma natural el aire, como ocurre con otros metales. Las emisiones antropogénicas de plomo hacia el aire (fundiciones, industrias y vehículos motorizados) son las causas más importante de contaminación de éste y son en general, por lo menos unas 20 veces mayores que las emisiones naturales (Gonzales y col., 1997).

b.2 Agua

El agua, al igual que el aire, se transforma en una fuente de contaminación para la flora y la fauna acuáticas y para el hombre, en la medida que sea contaminada por actividades antropogénicas (Gonzales y col., 1997).

b.3 Suelo

El suelo es contaminado principalmente por depósitos de partículas del aire y por el agua contaminada por actividades industriales. El desgaste de las pinturas de las casas, ha sido en algunos casos una fuente importante de intoxicación,

principalmente para niños pequeños que pueden ingerir tierra (Gonzales y col., 1997).

b.4 Alimentos

Si bien en general la mayor fuente del plomo ingerido son los alimentos, alrededor del 90 % del plomo ingerido con ellos, es eliminado por las heces; de este modo la importancia de la ingestión de plomo es significativa sólo cuando existe un muy alto índice de contaminación ambiental que repercuta en los alimentos (Gonzales y col., 1997).

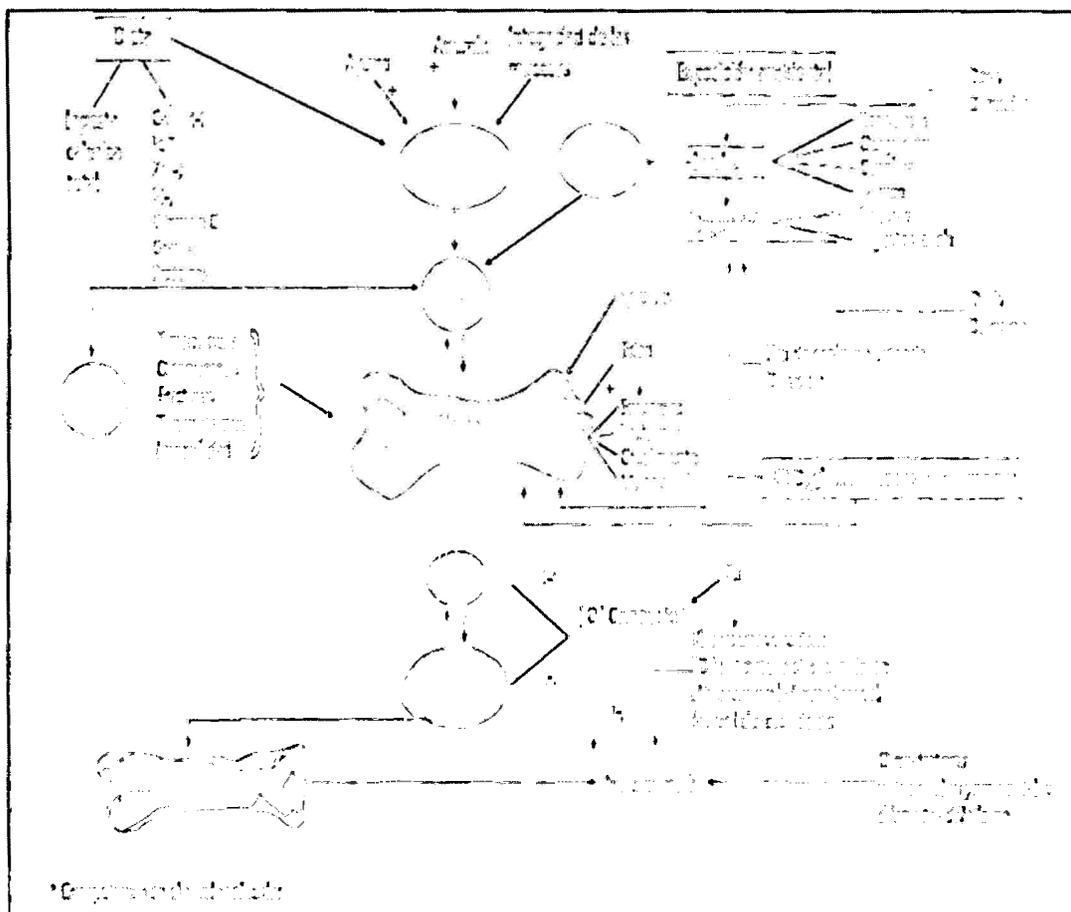
b.5 Tabaco

Cada cigarrillo puede contener de 2 hasta 12 μ g de plomo. Gran parte de esto se elimina con la combustión, pero se inhala un 2%, lo que equivale a una absorción diaria de 1 a 5 μ g de plomo por el organismo, fumando 20 cigarrillos por día (Gonzales y col., 1997).

2.- Fuentes Endógenas

Plomo en el hueso como fuente de exposición endógena.

El depósito y la remoción del plomo en el hueso sigue exactamente la activa fisiología del calcio que está sometida a los efectos de factores generales, tales como la nutrición y el ejercicio, de factores específicos como las influencias hormonales y metabólicas (Figura 1). Entre los elementos que modifican la fisiología del plomo están los factores de crecimiento, las proteínas derivadas del hueso y otras señales fisiológicas como el 1,2,5 - dihidrocalcitonina, los estrógenos, la hormona paratiroidea, la calcitonina, la hormona del crecimiento, la prolactina, la tirotrópina y nutrimentos como el calcio, el zinc y el fósforo (Silbergeld, 1991).



Fuente: Salud Pública de México, 1998.

Figura N° 01: Modelo biológico del plomo en el hueso

Hay evidencia de que el plomo óseo puede regresar a la sangre en proporciones sustanciales (45 a 70% del total de plomo en sangre completa), después de disminuir la exposición exógena (Guison y col., 1998) o en circunstancias patológicas o fisiológicas que implican mayor resorción ósea (Silbergeld, 1991).

El embarazo implica una mayor demanda de calcio, tanto de la dieta como de los almacenamientos fisiológicos en el tejido óseo. Estas demandas surgen de

los requerimientos fetales para osificación y crecimiento, los cuales tienen su acmé durante el tercer trimestre del embarazo. El hueso materno funge como fuente de calcio en esa etapa. Se observan cambios en la tasa de formación y de resorción, especialmente en mujeres embarazadas con dietas deficientes en calcio. Esta movilización ósea estimula en gran medida la liberación de plomo, el cual atraviesa libremente la barrera placentaria, de tal forma que el plomo de hueso se convierte no sólo en fuente endógena para la madre sino también para el feto en desarrollo (Silbergeld, 1991).

Durante la lactancia también se produce un aumento de movilización de plomo depositado en el hueso por lo que la leche materna representa una fuente de intoxicación de plomo para los lactantes (González y col., 1997).

2.2.2 Toxicocinética del plomo

A. Vías de penetración:

a.1 Vía respiratoria

Es la vía de entrada más importante, penetrando por inhalación de vapores, humos y partículas del polvo. El 50% del plomo depositado en los pulmones se encuentra en sangre circulante tras aproximadamente 50 horas, pasando un porcentaje a tejidos o siendo eliminado. El grado de absorción de plomo por esta vía depende de la concentración ambiental en el puesto de trabajo, 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 de trabajo (temperatura, humedad y ventilación ambientales, y nivel de esfuerzo físico) (Padilla y col., 1999).

a.2 Vía oral

Las partículas de polvo de plomo son ingeridas directamente a través de las manos, alimentos, bebidas o cigarrillos contaminados en el ambiente de trabajo. Constituye la segunda vía de entrada en importancia de plomo en el organismo. Hay también un porcentaje de plomo que después de haber sido inhalado es posteriormente vertido al tubo digestivo por los mecanismos de aclaración pulmonar (Gulson y col., 1998).

Del 5 al 10% del plomo ingerido por esta vía pasa a la sangre, siendo el resto eliminado por las heces. Por otra parte la absorción de plomo por esta vía es más elevada en la mujer que en el hombre, en cambio en los niños es de 40 a 50 % del plomo ingerido (Gulson y col., 1998).

No respetar las reglas de higiene en el lugar de trabajo (comer, beber o fumar), así como deficiencias en la higiene personal y/o deficiencias en las instalaciones sanitarias en la empresa pueden tener como consecuencia una entrada importante del tóxico por esta vía (Padilla y col., 1999).

a.3 Vía cutánea

La absorción por esta vía es débil en el caso del plomo inorgánico al contrario que en el del plomo orgánico. Hay que señalar que la población no expuesta al plomo por razones laborales está más o menos en contacto continuo con este metal a través de la alimentación habitual o el ambiente urbano, sin que en ninguna de las poblaciones adultas estudiadas en nuestro continente la concentración media de plumbemia alcance el nivel de 30µg/dL. En los últimos años se ha constatado un aumento del número de estudios sobre efectos del plomo en población general expuesta a bajas concentraciones. En este apartado conviene señalar el especial peligro de exposición que conlleva la limpieza en el domicilio de

la ropa contaminada para los familiares, sobre todo para los niños, por la aparente mayor sensibilidad de su sistema nervioso a la acción tóxica del plomo (González y col., 1997).

B. Distribución y almacenamiento en el organismo

Una vez que el plomo pasa a la 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 (Padilla y col., 1999).

Tras la inhalación o ingestión el plomo absorbido pasa al torrente sanguíneo, desde donde se distribuye a los diferentes compartimentos. 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 (Narciso y col., 2000).

De entre todos los compartimentos el esqueleto es quien contiene la gran mayoría del plomo almacenado en el organismo (80-90%). 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 lo 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. 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 (Calderón, 1997).

La distribución del plomo existe en los procesos fisiológicos que incrementan la cinética distributiva del calcio, como son el embarazo y la lactancia. Estos procesos como tales entrañan un peligro, debido a que la redistribución del plomo puede provocar un incremento de plomo en la sangre y con ello del plomo circulante, favoreciendo su distribución a otros tejidos e incrementando así el grado de intoxicación en la mujer embarazada o en la madre que amamanta, en un fenómeno de autointoxicación. Pero no solamente la madre resultaría afectada, ya que el aumento del plomo circulante incrementa la transferencia del plomo hacia el neonato a través de la placenta o de la leche, provocando con ello la exposición del neonato en fases muy tempranas del desarrollo extrauterino (Narciso y col., 2000).

El incremento del plomo circulante durante el embarazo y la lactancia puede ser explicado por la necesidad de movilizar calcio tanto para el desarrollo óseo del neonato, como para la producción de la leche. Esa movilización consistiría en su salida desde el hueso (resorción ósea), que actúa como una fuente interna de calcio, o provenir de fuentes externas a través del calcio de la dieta (absorción intestinal) (Calderón, 1997).

El plomo se encuentra en el hueso en forma de sales de fosfato e interacciona con las proteínas de la matriz ósea de manera similar a como lo hace el calcio. Por esta razón se estima que el plomo puede ser extraído del hueso durante el proceso de resorción, respondiendo a la degradación de hueso por las proteasas y las fosfatasas que permiten extraer el calcio (Calderón, 1997).

Sin embargo, no solamente el proceso de resorción está involucrado en la salida del plomo óseo, sino que también el recambio de calcio-plomo podría estar

implicado en este fenómeno. El proceso de resorción de calcio sucede aun en condiciones donde los niveles de calcio en la dieta son elevados, la explicación fisiológica de este hecho radica en que el calcio que se absorbe tiene que ser acumulado en el hueso, aguardando el momento en que sea requerido. Debido a que la absorción intestinal de calcio no es un proceso continuo y permanente, puesto que depende de la presencia de calcio en el intestino, ya que por otro lado los requerimientos de calcio suceden en periodos finitos y definidos, se hace necesario tener en todo momento la posibilidad de obtener calcio del hueso por el proceso de resorción (Calderón, 1997).

Cuando los niveles de calcio en la dieta son adecuados no se presentan descalcificaciones debido a que el calcio que sale del hueso es restituido por el que ingresa en la dieta, dando lugar a un fenómeno de recambio; así, el calcio sale y entra al hueso en periodos muy cortos, dando la impresión de permanencia. Lo más destacable es que este recambio del calcio podría también influir en la distribución del plomo, de forma que el incremento de calcio en la dieta podría influir en la movilización de plomo, incrementando su salida al estimular el recambio y posiblemente por una competencia entre ambos metales por sitios de unión en la matriz ósea (Calderón, 1997).

C. Vías de eliminación del plomo absorbido

El plomo absorbido es eliminado, principalmente a través de la orina. Una pequeña parte es eliminada a través de la bilis en las heces. La porción de plomo que ha sido ingerida y no absorbida es igualmente eliminada por las heces. Otras vías de eliminación son la saliva, el sudor, las faneras y la leche. La excreción por leche materna puede variar entre un 10% y un 30% (Calderón, 1997).

2.2.3 Efectos tóxicos del plomo

Aunque el plomo es uno de los metales de utilización más antigua, el mecanismo de su acción tóxica es todavía imperfectamente conocido y sigue siendo objeto de numerosos estudios. Sin embargo, se conocen las acciones más importantes:

A. Efectos sobre el tejido hematopoyético

Los efectos de la acción del plomo en este tejido, aunque a nivel clínico no sean necesariamente los más importantes, han permitido proponer métodos de despistaje precoz de la impregnación saturnina (Narciso y col., 2000).

La concentración de plomo en la médula ósea es muy importante, lo que explicaría la alteración de la maduración de los glóbulos rojos que este metal produce (Padilla y col., 1999).

El plomo inhibe la síntesis del hem en los eritroblastos. El plomo bloquea varias enzimas necesarias para la síntesis del grupo HEM de la hemoglobina: ácido aminolevulínico - deshidratasa (ALA-D), coproporfirinógeno III y ferroquelatasa (Padilla y col., 1999).

Los efectos dependen de la dosis de absorción, siendo la más temprana la inhibición del ALA-D. Las consecuencias biológicas de esta acción de inhibición son:

- Aumento de la tasa de ALA en sangre y en orina.
- Aumento de la concentración de coproporfirina III en orina. □
- Aumento de la tasa de protoporfirina IX en los hematíes.
- Aumento de la tasa de hierro sérico.

El plomo también produce alteración morfológica de los precursores de los glóbulos rojos. En una punción esternal pueden ser observados megaloblastos, eritroblastos poliploides y punteado basófilo en los eritroblastos. La acción inhibitoria

del plomo sobre la enzima pirimidin-5-nucleotidasa es responsable de la reducción-degradación del ARN en los reticulocitos en vías de maduración y de la persistencia de las granulaciones basófilas (Padilla y col., 1999).

B. Efectos sobre los glóbulos rojos circulantes

La fragilidad mecánica de los glóbulos rojos parece aumentar, aunque este factor no es suficiente para explicar la anemia. La vida media de los glóbulos rojos disminuye ligeramente. Este hecho permite clasificar la anemia saturnina entre las anemias hemolíticas (Padilla y col., 1999).

C. Efectos sobre el sistema nervioso

El plomo es un neurotóxico periférico y central. Interfiere la liberación de la acetilcolina o bien la reabsorción de colina y la síntesis consecuente de acetilcolina. La adenil-ciclasa del SNC es inhibida por el plomo. Con niveles de plomo inferiores a 60 µg/dL puede existir ya una disminución de la velocidad de conducción del impulso nervioso. Algunos autores sugieren el uso de estudios electromiográficos en la evaluación de la exposición crónica (Younes y Al- Meshari, 1995).

Los efectos sobre el sistema nervioso central han sido descritos de manera diferente: desde no evidentes, hasta limitados a una reducción de los rendimientos globales, o a alteraciones de las funciones psíquicas más complejas (Calderón, 1997).

Incluso a concentraciones bajas, encontrando los mayores niveles de plomo principalmente en la sustancia gris y los núcleos basales. La neurotoxicidad que produce la intoxicación plúmbica crónica conlleva a severos trastornos de las funciones cognitivas, que se expresan en problemas de aprendizaje y conducta y

problemas neurológicos, como cefalea, disminución de la agudeza visual, alteraciones del lenguaje y retraso mental (Galvao y Corey, 1989).

D. Efectos a nivel renal

Se distinguen tres fases en la respuesta renal a una exposición prolongada al plomo:

Primera fase (de duración inferior a un año): caracterizada por la presencia de inclusiones intranucleares del complejo plomo-proteína en las células tubulares, excreción elevada de plomo; no hay todavía perturbación de la función renal.

Segunda fase: tras algunos años de exposición las células tubulares han perdido la capacidad de formar inclusiones intranucleares. Los riñones excretan menos plomo y presentan un cierto grado de fibrosis intersticial. La función renal comienza a alterarse.

Tercera fase: se produce una nefritis crónica. La lesión es principalmente tubular si bien puede afectar también a nivel glomerular. En una revisión de estudios sobre nefropatía plúmbica se aportan datos sobre la utilidad de la N-acetil-beta-D-glucosaminidasa urinaria (NAG) como marcador precoz de daño renal, aunque las relaciones de los niveles de plomo en sangre y NAG sean poco consistentes (Galvao y Corey, 1989).

La posibilidad de daño renal tardío podrá darse incluso en condiciones de exposición moderada al plomo.

E. Efectos sobre la reproducción

Según datos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el plomo puede ser transmitido de la madre al feto por transferencia placentaria estando expuesto a casi la misma concentración de plomo que la madre. A este nivel se ha

descrito un aumento de abortos espontáneos, parto prematuro, así como el aumento de la tasa de morbilidad en recién nacidos. En el hombre ha sido observada hipoespermia como efecto del plomo, también la exposición paterna está asociada con la aparición de abortos. (Anttila y col., 1995).

F. Efectos sobre el sistema cardiovascular

Se ha descrito el efecto favorecedor del plomo en el desarrollo de afecciones cardiovasculares: hipertensión y aumento de riesgo coronario, entre otros. Un aspecto interesante constatado en los últimos estudios es la relación causal entre bajos niveles de exposición e hipertensión arterial (Schwartz, 1994).

También se ha encontrado mayor riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en trabajadores expuestos a plomo (Morante, 2001).

Las alteraciones cardíacas pueden producirse por tres mecanismos:

- Hipertensión arterial por afectación renal primaria.
- Aumento de las resistencias periféricas por alteración de la pared de los vasos sanguíneos.
- Por infiltración celular en el tejido específico de conducción.

G. Efectos carcinogénicos

Estudios epidemiológicos han encontrado un aumento significativo para varios tipos de cáncer (estómago, pulmón y vejiga) (Anttila y col., 1995).

Por ello, queda abierta todavía la cuestión de una eventual acción mutágena y cancerígena del plomo.

2.2.4 Leche materna

La leche no es simplemente un líquido, se la considera un tejido por secreción. Contiene células provenientes de la sangre materna: linfocitos T y B, macrófagos, mastocitos y células epiteliales en concentración aproximada de 4.000 mm³. Son responsables de las respuestas inmunológicas y antiinfecciosas mediadas por células, de la síntesis de lactoferrina, lisozina, complemento y prostaglandinas. Almacenan y liberan IgA e interferón (Gonzales y col., 1997).

La leche materna humana está compuesta principalmente de lactosa, caseína y grasa donde las proteínas, vitaminas, hormonas, enzimas digestivas, sales y minerales están en las cantidades correctas, los ácidos grasos son insaturados a comparación de la leche de vaca, tiene suficiente ácido linoleico, colesterol, lipasa para digerir grasa y lactosa. La grasa es la que da la apariencia blanca y espesa a la leche cuando hay alto contenido de ella y una apariencia más clara (aguado) cuando hay bajo contenido (Gonzales y col., 1997).

2.2.4.1 El plomo en la lactancia

Durante los primeros meses de vida la leche humana es el alimento ideal para el niño por lo que la protección y promoción de la lactancia natural es una tarea fundamental en el terreno de la nutrición y de la salud. La leche humana es fuente de nutrimentos de alta calidad biológica, de factores inmunológicos, de sustancias que facilitan la digestión y absorción de los nutrimentos de la misma, y de otras que promueven el crecimiento y desarrollo. Sin embargo, la leche puede ser también una ruta de exposición a tóxicos como es el caso del plomo, el cadmio y de otros residuos nocivos de insecticidas. Aún cuando la leche humana contenga estos tóxicos la lactancia materna debe continuar. La calidad de la leche humana siempre

es excelente, aún cuando contenga rastros de elementos indeseables. De hecho, como veremos más adelante, la concentración de plomo en leche es muchas veces menor que la encontrada en sangre materna; sin embargo, el plomo es un mineral dañino para el organismo y el sistema nervioso es el más sensible al efecto nocivo de éste contaminante. Pequeñas cantidades de plomo llegan al tejido nervioso del niño y tienen un impacto negativo en su desarrollo y capacidad de aprendizaje. La disminución del plomo de la leche humana aumentaría los beneficios que se derivan de la lactancia natural, especialmente en grupos de madres y niños de escasos recursos económicos. Esta población es frecuentemente la que está en más riesgo de ser contaminada con plomo. Una vez que el plomo ingresa al organismo, éste se deposita prácticamente en todos los tejidos, principalmente en los huesos donde se deposita más del 90% del mismo y permanece por muchos años, ya que su vida media es de décadas (Calderón, 1997).

El hueso es metabólicamente activo ya que hay un constante recambio de los minerales depositados en él, sobre todo calcio y plomo. Durante el embarazo y la lactancia se puede presentar movilización de diversas sustancias tóxicas depositadas en el hueso por lo que la sangre y la leche materna representan una fuente de intoxicación de plomo para el niño (Calderón, 1997).

Es bien conocido que el embarazo y la lactancia implican una mayor demanda de calcio y el organismo tiende a tratar de aumentar su disponibilidad, tanto a través del aumento en la absorción intestinal como a través de la movilización de los almacenes fisiológicos del tejido óseo. De hecho es probable que el hueso materno sea la principal fuente de calcio en estas situaciones, lo cual se refleja en los cambios en la tasa de formación, la desmineralización y, en algunos casos, franca osteoporosis, especialmente en mujeres con dietas deficientes en

calcio. De la misma manera que el calcio y el plomo son depositados conjuntamente en el hueso al formar la hidroxiapatita, cuando se produce una movilización ósea se liberan tanto calcio como plomo. Por lo anterior el embarazo y la lactancia son situaciones que estimulan la liberación de plomo del tejido óseo (Calderón, 1997).

Además, durante el embarazo el plomo es capaz de atravesar la barrera placentaria con graves efectos para el feto. Cabe señalar que el esqueleto en desarrollo parece ser más sensible a la acción tóxica del plomo que el esqueleto adulto y en caso de deficiencia de calcio estos efectos se exacerban, en fetos expuestos al plomo se produce una osificación retardada (Gonzales y col., 1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El hospital EsSalud Huamanga se encuentra ubicado en el Departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Ayacucho, a una altitud de 2.760 m.s.n.m., mientras que el hospital Daniel Alcides Carrión se encuentra ubicado en el Departamento de Lima, Provincia Constitucional del Callao, distrito de Bellavista, a una altitud de 7 m.s.n.m. (INEI, 2009).

3.2. Materiales

3.2.1. Población

Madres en etapa de lactancia, concurrentes a los hospitales EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao, del mes de Abril a Septiembre del 2010.

3.2.2. Muestra

Se consideró 25 muestras de leche de madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga y 25 muestras de leche de madres asistentes al hospital Daniel Alcides Carrión del Callao.

Criterio de inclusión: Para el estudio se consideró a madres en periodo de lactancia y que estén dando de lactar a sus niños y que se encuentran residiendo a la fecha en la ciudad de Huamanga y en el Callao.

Criterio de exclusión: En el estudio se excluyeron a madres en periodo de lactancia, que no daban de lactar por diversas razones (problemas de salud y fisiológicos).

3.2.3. Muestra Biológica

10mL de leche materna, recolectados en frascos de polietileno inerte de 50mL de capacidad, estériles con tapas roscas y transportadas en gel congelado para evitar su descomposición.

3.3. Diseño Metodológico

3.3.1 Recolección de la muestra

- Se lavó el pezón con agua mineral en algodón y se secó con una toalla. Previo lavado de manos, la misma madre extrajo aproximadamente 10mL de leche, en un recipiente estéril, tapándolos inmediatamente.
- Cada frasco se identificó con un rotulo conteniendo los datos de la madre lactante, apuntándose luego en la ficha de entrevista.
- Los frascos que se utilizaron para la toma de muestras, se lavaron con Extram ácido al 10%, agua y luego se enjuagaron con agua ultra pura con la finalidad de asegurar la ausencia de plomo. Se secaron en la estufa a 105°C por 5 minutos y se taparon los frascos.
- Para trasladar las muestras al laboratorio, se colocaron en un recipiente térmico en gel congelado, manteniéndose las muestras en refrigeración hasta su análisis a una temperatura menor a 10°C.

3.3.2 Selección de la muestra

Se trabajó con personas voluntarias.

3.3.3 Procedimiento:

Preparación de muestra

Se realizó en el Laboratorio del Centro Toxicológico (CETOX SA) en Lima, ubicado en el Jirón Pisac 192, Urbanización Residencial Higuiereta, Santiago de Surco.

Después de almacenadas las muestras a -10°C ; para el análisis, fueron descongeladas y colocadas a una temperatura de 28°C por 48 horas para que se acidifiquen espontáneamente. Antes de la filtración, se tomó un poco de suero, de cada muestra, para determinar el pH y asegurarse de que el pH estuviese por debajo de 4,6. El suero de leche fue entonces óptimo para la filtración (a través del papel de filtro de Toyo 5C), luego se hicieron las lecturas respectivas de las concentraciones de plomo en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica en horno de grafito.

Reactivos y estándares:

- Agua ultra pura, usada para la preparación de reactivos y limpieza de los materiales de vidrio.
- Ácido Nítrico al 65%
- Solución stock: 1g de Pb como $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ fue diluida con agua destilada hasta 1L. (1000mg/mL)
- Solución estándar: 1ml de la solución stock fue diluida con HNO_3 al 1%, hasta 100mL (10mg/L).
- Solución para la recuperación: 10ml de la solución estándar fueron diluidas con agua destilada hasta 100mL (100 $\mu\text{g/L}$).

- Solución Modificante: Ácido fosfórico al 1%

a) Instrumentación

Al utilizar el espectrofotómetro de absorción atómica en horno de grafito, la absorbancia del plomo fue medida a 8mA de corriente de lámpara, y 0.5nm del ancho de la abertura, y del modo del área. La longitud de onda usada fue de 217nm, con el uso de una súper lámpara de plomo. Los parámetros del muestreador automático y el programa de la temperatura del horno del grafito para el análisis del plomo se muestran en las Tablas 2 y 3, respectivamente:

Tabla Nº 02: Parámetros del muestreador automático para la determinación directa de Pb en suero de leche

Soluciones	estándar 1	muestra 2	blanco 3	modificador 4
	(µL)			
Blanco	0	0	8	3
Muestra	0	4	4	3
Adición 1	2	4	2	3
Adición 2	4	4	0	3

- 1 Contiene 100µg/L de plomo
- 2 Suero de leche
- 3 Agua ultra pura
- 4 Modificador ácido fosfórico al 1%

b) Determinación del plomo

El método de adición de estándar se utilizó para superar la interferencia. En este método 4µL del suero de leche fueron agregados por el muestreador automático, también 3µL del modificador a 2, 4µL de cada solución estándar de plomo (Tabla 2, parámetros del muestreador automático). El agua ultra pura se agregó para tener un volumen total de 11µL en cada una de las soluciones y

después fueron inyectados en el tubo del grafito para obtener la lectura del contenido de plomo.

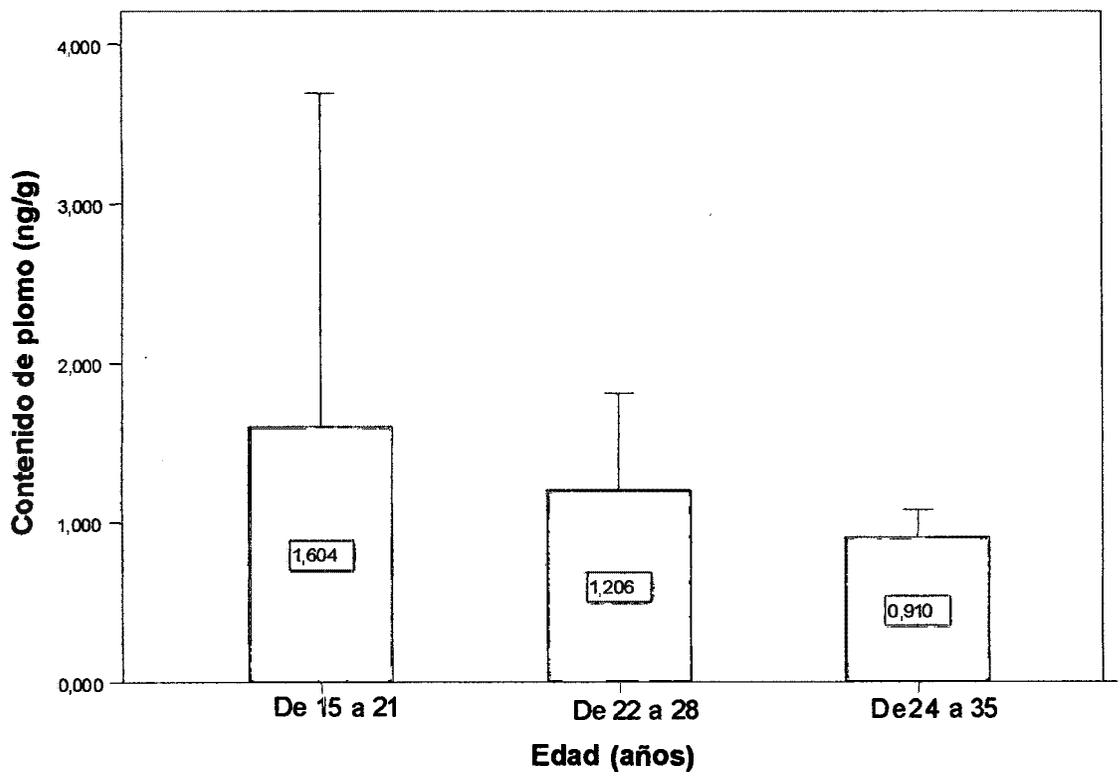
Tabla Nº 03: Programación de la temperatura para la determinación de Pb en suero de leche

Etapa	Temperatura °C	tiempo de Calentamiento(s)	tiempo de permanencia de la temperatura (s)	gas
secado	70	10	30	Ar
	110	10	5	Ar
incineración	650	10	5	O ₂
	650	5	5	Ar
	650	1	2	ninguno
atomización	2000	0.7	2	ninguno
limpieza	2300	1	2	Ar

3.3.4 Fundamento para la determinación de plomo en leche materna por el método de espectrofotometría de absorción atómica

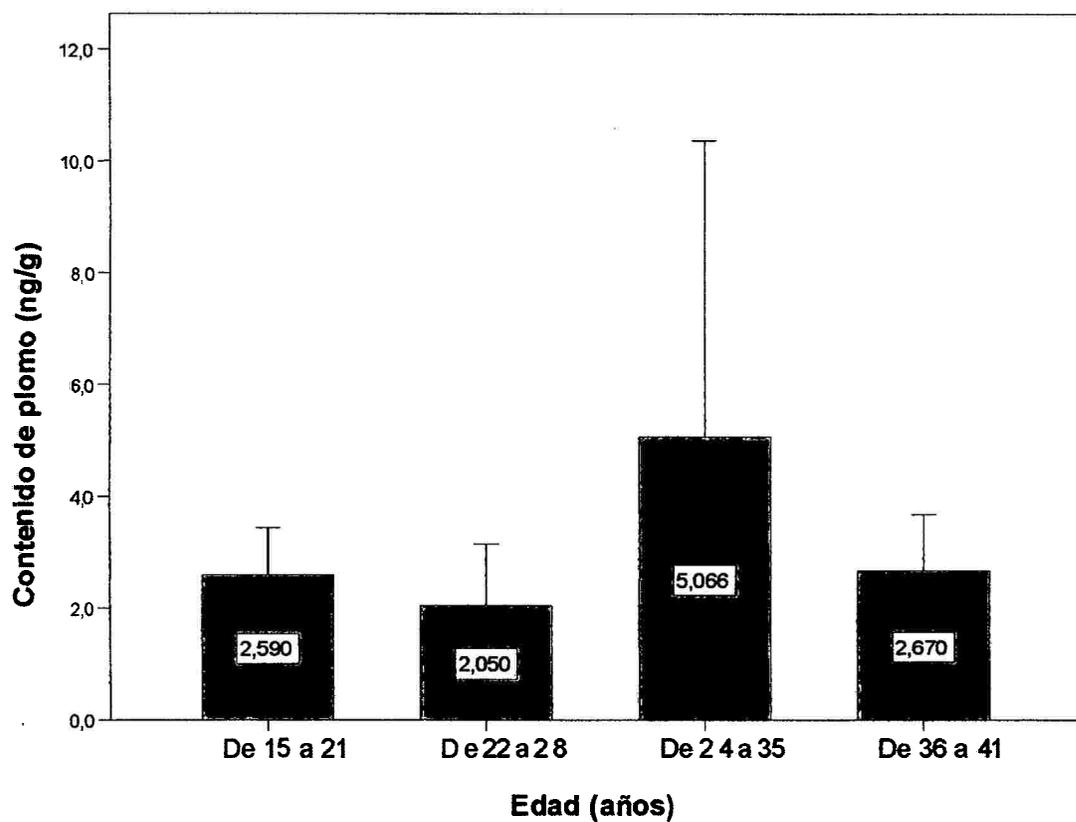
La espectrofotometría de absorción atómica se basa en la absorción de radiación electromagnética por las partículas atómicas. Fue necesario atomizar la muestra, es decir, convertir las moléculas constituyentes de la muestra en partículas gaseosas elementales. El espectro de absorción de un elemento atomizado está constituido por una cantidad limitada de líneas discretas a longitudes de onda características para cada elemento.

En la espectroscopia atómica, las muestras se vaporizaron a temperaturas muy altas y la concentración de los átomos del elemento de interés se determina midiendo la absorción a una longitud de onda característica. Donde la cantidad de energía luminosa absorbida a esa longitud de onda aumentará a medida que aumente el número de átomos del elemento, la vaporización electrotérmica que



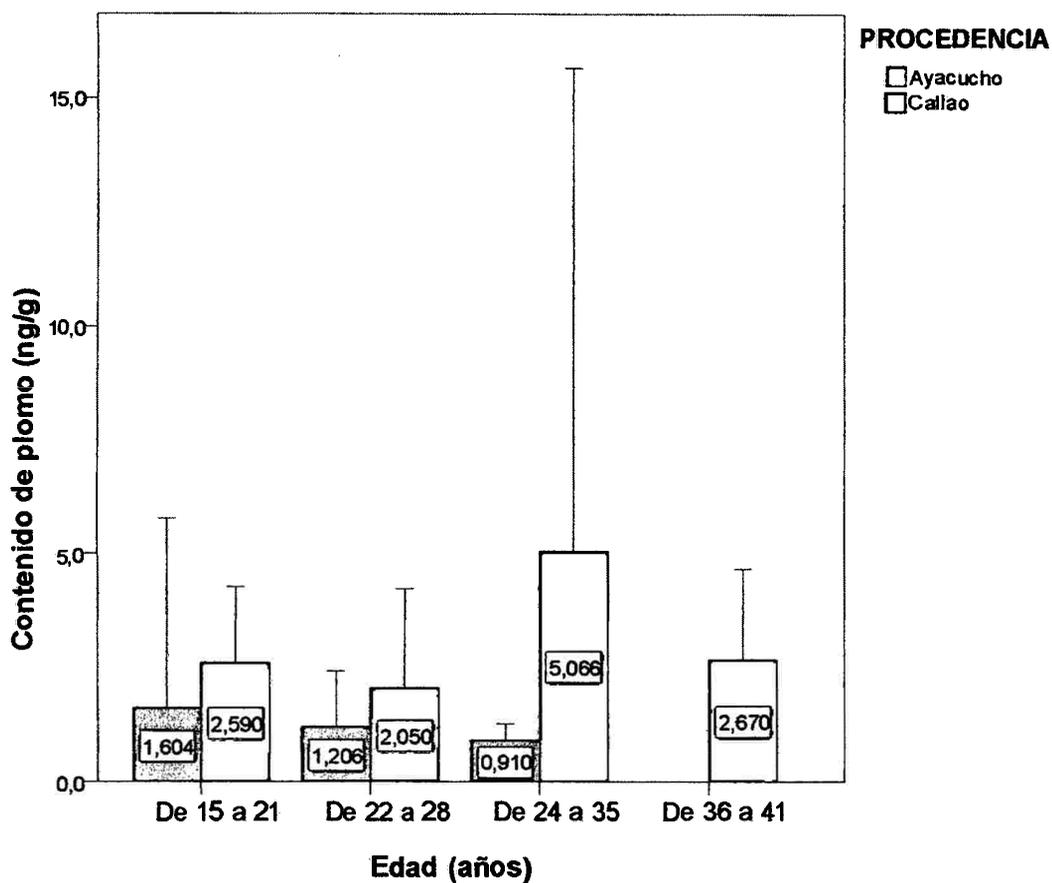
ANOVA: gl = 2 p = 0,689

Figura N° 03: Niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga, según la edad. Lima 2010



ANOVA: $gl = 3$ $p = 0,234$

Figura Nº 04: Niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital Daniel Alcides Carrión del Callao, según la edad. Lima 2010



Prueba T:	Para 15 – 21 años:	t = -0,770	gl = 8	p = 0,464
	Para 22 – 28 años:	t = -2,587	gl = 25	p = 0,016
	Para 36 – 41 años:	t = -1,056	gl = 7	p = 0,326

Figura Nº 05: Niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao, según la edad. Lima 2010

madres de 15 a 21 años de edad presentan como promedio 1,604ng/ g de plomo en leche, las de 22 a 28 años de edad presentan 1,206 ng/ g y las de 24 a 35 años de edad presentan 0,910 ng/g, existe una disminución del contenido de plomo en el rango de edad de 24 a 35, estos resultados se atribuyen al hecho de que las madres de mayor edad han tenido mayor número de hijos, por lo tanto han eliminado plomo en los partos anteriores. Coincidiendo con Younes, (1995), Sanín y col., (1998) y Gonzales y col., (1997), en que la edad no influye en los niveles de plomo en leche materna.

En la Figura 4, se observan los niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital Daniel Alcides Carrión del Callao, según la edad, encontrándose que las madres de 15 a 21 años de edad presentan como promedio 2,590 ng/ g de plomo en leche, las de 22 a 28 años de edad presentan 2,050 ng/ g, las de 24 a 35 años de edad presentan 5,066 ng/g y las de 36 a 41 años de edad presentan 2,670 ng/ g, de igual modo existe una disminución del contenido de plomo en el rango de edad de 36 a 41, estos resultados se atribuyen al hecho de que las madres de mayor edad han tenido mayor número de hijos por lo tanto han eliminado plomo en los partos anteriores. Coincidiendo con Younes, (1995), Sanín y col., (1998) y Gonzales y col., (1997) en que la edad no influye en los niveles de plomo en leche materna.

En la Figura 5, se muestran los niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao, según la edad, observándose que a comparación de las madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga, las madres asistentes al hospital Carrión del Callao presentan mayores niveles de plomo en leche materna, pero sin llegar a sobrepasar el límite permisible establecido por la OMS (2 – 5ng/g).

En la Figura 6, se observan los niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao, según el tiempo de residencia, encontrándose que existe una relación directamente proporcional entre el tiempo de residencia, con el contenido de plomo en leche materna, lo cual demuestra que la cantidad de plomo en leche está relacionado al tiempo de exposición a la fuente de contaminación, que para este caso son los almacenes de mineral que se encuentran ubicados en zonas aledañas al Callao, zonas de donde provienen las madres que asisten al hospital Daniel A. Carrión. Hermoza y Lomparte (2006), Machuca y Zambrano (1998), los que confirman que si existe relación entre el tiempo de exposición y los niveles de plomo en leche materna.

VI. CONCLUSIONES

- 1.- Los niveles de plomo en leche de madres que asisten al hospital **EsSalud Huamanga** son de un valor promedio de 1,294ng de plomo /g de leche y **Daniel Alcides Carrión del Callao** de 3,058ng de plomo/ g de leche, valores que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la **OMS** (2 – 5 ng/g).
- 2.- La leche de madres asistentes al hospital **EsSalud Huamanga** en comparación con la leche de madres asistentes al hospital **Daniel Alcides Carrión del Callao**, presentan menores niveles promedio de plomo por presentar menores niveles de contaminación en comparación al **Callao**.
- 3.- Existe relación directa entre el contenido de plomo en leche materna y el tiempo de residencia de las madres asistentes al hospital **EsSalud Huamanga** y **Daniel Alcides Carrión del Callao**.
- 4.- No existe relación entre el contenido de plomo en leche materna y la edad de las madres asistentes al hospital **EsSalud Huamanga** y **Daniel Alcides Carrión del Callao**.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.- Se debe reducir la exposición de los niños a la fuente de contaminación del plomo a través de la leche materna, adoptando medidas preventivas en lo que se refiere a la educación nutricional que debe de impartirse a las madres a fin de disminuir el plomo en leche y mantener la lactancia.
- 2.- Realizar estudios nutricionales aplicables, que determinen la cantidad de calcio en la dieta de las madres, necesario para reducir la cantidad de plomo liberado a través de la leche.
- 3.- Las autoridades deben establecer una política que permita la disminución de plomo en el medio ambiente y por ende en el organismo humano y la aplicación de medios drásticos para un mejor control de los depósitos de concentrados de minerales.
- 4.- Brindar a la población una mejor y mayor información, a fin de que ésta participe de manera interesada y activa en cuidar su salud, con una buena alimentación (baja en grasa y con alto contenido en hierro y calcio) que ayude a la menor absorción del plomo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anttila, A., Heikkila, P., Pukkala, E. 1995. Excess lung cancer among workers exposed to lead. Scand J Work Environ Health. p 21, 460-9.
2. Brian, L., Gulson, B. 1998. Lead in breast milk: The journal of The Lead. p.6 disponible en : <http://www.lead.org.au/lanv6n2/update014.html>
3. Calderon, J. 1997. Efectos del Plomo sobre la Salud: El Plomo y la Lactancia. Avance y perspectiva. Editorial Mediterráneo. Chile. p16, 181.
4. Carreón, T., López, L., Romieu, I. 1995. Manual de procedimiento en la toma de muestras Biológicas y Ambientales para deteminar niveles de plomo. Editorial Llanos. México. p.21-8.
5. Dirección General de Salud 1 Callao. 2001. Plan de Contingencia de Prevención de Intoxicación por Plomo. Perú. p. 2 - 3.
6. Galvao, L., Corey, G. 1989. Plomo. Vigilancia. Organización Panamericana de la Salud OPS. México. p.11-95
7. Gonzales, T., Sanín, L., Hernandez, M. 1997. Lactancia y Plomo. Instituto Nacional de Salud Pública. Disponible en: http://www.insp.mx/cisp/publicaciones/mhemandez/1997_82d.pdf
8. Gulson, B., Jameson, C., Mahaffey, K., Mizon, K. 1998. Relationships of Lead in Breast Milk to Lead in blood, urine and diet of the infant and mother. Environ Health Perspectives. p.106, 667-74.
9. Gutiérrez, S. 2006. Tratamiento de la intoxicación con plomo en el niño. Sociedad Uruguaya de Pediatría, disponible en: <http://www.tupediatra.com/temas/tema206.htm>
10. Hermoza, M., Lomparte, J. 2006. Determinación toxicológica de Plomo en Leche de Madres Lactantes del Centro de Salud San Juan Bosco de La Provincia Constitucional del Callao. Tesis para optar al Título Profesional de Químico Farmacéutica. Facultad de Farmacia y Bioquímica – UNMSM. Lima – Perú.
11. Hernández, M., Espinoza, R., Carvajal, L. 1999. Estudio de plomo en sangre en población seleccionada de Lima y el Callao (Junio 1998- Marzo 1999). Activity Report. Nº 72. Perú Environmental Health Project.
12. www.inei.pe

13. **López, J.** 2000. Intoxicación por plomo en niños menores de 6 años en un asentamiento humano del Callao. *An Fac Med Lima*. p. 61:37-45.
14. **Machuca, S., Zambrano, M.** 1998. Determinación comparativa del plomo en Personas expuestas Ocupacionalmente e Incidentalmente en los Jirones de Puno y Antonio Raimondi. Tesis para optar el título Profesional de Químico Farmacéutico. Facultad de Farmacia y Bioquímica – UNMSM. Lima – Perú.
15. **Ministerio de Salud, Dirección General de Salud.** 2001. Gobierno Regional de Junín Doe Run Perú. Estudio de niveles de plomo en la sangre de la Población en la Oroya. p. 6.
16. **Morante, L.** 2001. El plomo y la salud humana .municipalidad Callao. Octubre disponible en: http://www.callao.org/plomo/plomoysalud_f.htm
17. **Moscoso, R., Vigil, R., Cossio, J.** 1998. Estudio de plomo en sangre en una población seleccionada de Lima y Callao. Ministerio de Salud DIGESA Lima-Perú p. 126-128.
18. **Narciso, J., Caztañaga, C., Espinosa, R.** 2000. Estudio para determinar las fuentes de exposición de plomo en la provincia constitucional del Callao. Activity Report N° 104. Perú Environmental Health Project.
19. **Noah,** 1999. Intoxicación por plomo. Pregúntale a Noah sobre una vida saludable, Disponible en: <http://www.noah-health.org/es/environemental/topics/lead.html>
20. **Padilla, A., Rodríguez, N., Martínez, A.** 1999. Plomo: Ministerio de sanidad y consumo (Protocolos de vigilancia sanitaria específica) Madrid. p.9-30
21. **Rothenberg, G., Cols, K.** 1990. Fuentes de plomo en embarazadas de la Cuenca de México. *Revista de salud pública. México*. Vol. 32.
22. *Salud pública de México*. Volumen 40, número 4. Julio – Agosto de 1998.
23. **Sanín, L., González, T., Cossío, J.** 1998. Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. *Salud Pública México*. p.40:359-368.
24. **Schwartz, J.** 1994. Low-level lead exposure and children's IQ: A met analysis and search for a threshold. *Environ Res*. p. 65: 42-55.
25. **Silbergeld, E.** 1991. Lead in bone: Implications for toxicology during pregnancy and lactation. *Environ Health Perspect*. p. 91:63-70.
26. **Silvera, L.** 2008. Niveles de plomo en sangre de pobladores de las vías de alto tráfico vehicular de la ciudad de Ayacucho, 2008. Tesis para optar el título

profesional de Químico Farmacéutica. Facultad de Ciencias Biológicas – UNSCH, Ayacucho – Perú.

27. Vega, J., De Coll, J. 2002. Niveles intelectuales y ansiedad con intoxicación plúmbica crónica .Colegio María Reiche Callao-Perú. An Fac Med Lima. p. 66, 142-147.
28. Vega, L. 1994. La cerámica vidriada como factor de riesgo de exposición al plomo. Revista de salud pública de México. Vol. 36.
29. Younes, A., Al-Meshari, B. 1995. Lead Concentration in Breast Milk of Nursing Mothers Living in Riyadh. Ann Saudi Med. p. 15(3): 249-51.

IX. ANEXOS

ANEXON°01

Tabla N° 04: Parámetros considerados en el estudio de plomo en leche materna en el hospital EsSalud Huamanga - Daniel Alcides Carrión del Callao. (Abril a Septiembre del 2010)

N°	Código de la madre	Nombre de la Madre	Edad (Años)	Tiempo de residencia	N° Hijos	Ng/g de Plomo
1	A	C.P.D.	21	7	2	0.764
2	A	J.G.P.	21	21	3	0.868
3	A	R.E.R.	32	15	3	1.033
4	A	R.E.S.	18	18	1	6.334
5	A	S.F.I.	27	8	3	1.559
6	A	R.R.H.	23	15	2	1.42
7	A	E.D.C.	33	8	2	0.786
8	A	M.P.H.	28	20	3	1.002
9	A	K.A.P.	25	15	2	2.614
10	A	P.D.F.	26	22	2	1.341
11	A	J.G.S.	22	3	1	0.392
12	A	M.M.S.	19	5	1	0.869
13	A	E.L.S.	24	17	2	0.928
14	A	M.G.C.	27	27	2	0.925
15	A	P.T.V.	26	3	1	1.955
16	A	J.G.M.	23	10	1	1.846
17	A	K.J.G.	21	29	1	1.011
18	A	N.M.G.	23	22	2	0.842
19	A	J.Y.G.	15	15	1	0.631
20	A	E.A.G.	20	14	1	0.749
21	A	A.C.T.	26	21	2	0.7
22	A	F.M.A.	23	17	2	0.482
23	A	K.A.P.	26	9	3	1.65
24	A	M.M.R.	23	8	1	0.939
25	A	D.C.A.	27	10	1	0.709
26	C	G.C.T.	24	24	2	2.85
27	C	J.M.R.	30	15	2	3.82
28	C	J.V.B.	21	18	1	2.2
29	C	M.B.M.	26	24	1	1.12
30	C	S.A.	31	21	2	1.04
31	C	B.Q.M.	35	22	3	9.58

Continúa de la Tabla Nº 04

32	C	O.E.	41	26	5	3
33	C	J.R.Z.	26	20	1	1.76
34	C	A.M.C.	31	25	3	2.03
35	C	M.D.C.	26	26	3	1.4
36	C	M.S.G.	37	21	2	1.33
37	C	M.S.S.	22	22	2	1.51
38	C	E.H.S.	18	18	1	2.02
39	C	L.V.A.	27	27	3	4.99
40	C	E.C.G	27	24	1	1.38
41	C	L.G.L.	39	20	4	2.63
42	C	T.C.C.	23	23	2	1.56
43	C	A.A.R.	36	30	4	3.72
44	C	E.S.V.	25	25	2	2.19
45	C	K.M.A.	30	30	3	15.01
46	C	C.P.M.	22	20	1	2.2
47	C	P.L.P.	23	23	1	1.59
48	C	K.Y.	21	21	1	3.55
49	C	M.C.F.	29	14	2	0.67
50	C	V.G.R.	31	18	2	3.31

ANEXO N°02

Encuesta para la madre lactante

- 1.- Apellidos y Nombres:
- 2.- Edad:
- 3.- Dirección: Distrito:.....
- 4.- Ciudad de residencia:
- 5.- Años de residencia:
- 6.- Nº de hijos:
- 7.- Ocupación:
- 8.- Lugar en donde labora:
- 9.- Horas de trabajo:
- 10.- Tiempo de exposición:
- 11.- Estado de Salud:
- 12.- Fuma? Si () No ()
- 13.- Bebe alcohol? Si () No ()
- 14.- Trastornos / Síntomas / Malestares:
 - a) Dolor de cabeza ()
 - b) Dolor de estómago ()
 - c) Cansancio ()
 - d) Ribete de Burton ()
 - e) Otros ()

ANEXO N°03

Tabla N° 05: Análisis de varianza para los niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao. Lima 2010

Contenido de plomo (ng/g)

	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%	
	De muestras			Límite inferior	Límite superior
Ayacucho	25	1,29396	1,167980	,81184	1,77608
Callao	25	3,05840	3,065909	1,79286	4,32394
Total	50	2,17618	2,462996	1,47620	2,87616

Tabla N° 06: Prueba T para los niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao. Lima 2010

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error ttp. de la diferencia
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
CONTENIDO DE PLOMO (ng/g)	Se han asumido varianzas iguales	4,678	,036	-2,689	48	,010	-1,764440	,656170
	Nose han asumido varianzas iguales			-2,689	30,822	,011	-1,764440	,656170

ANEXON°04

Tabla Nº 07: Análisis de varianza para los niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga, según la edad. Lima 2010

Contenido de plomo (ng/g)

	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%	
	De muestras			Límite inferior	Límite superior
De 15 a 21	7	1,60371	2,089251	-,32852	3,53595
De 22 a 28	16	1,20650	,601680	,88589	1,52711
De 24 a 35	2	,90950	,174655	-,65972	2,47872
Total	25	1,29396	1,167980	,81184	1,77608

Tabla Nº 08: Prueba T para los niveles promedio de plomo en leche de madres asistentes al hospital EsSalud Huamanga, según la edad. Lima 2010

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,090	2	,545	,379	,689
Intra-grupos	31,651	22	1,439		
Total	32,740	24			

ANEXO N°08



Fotografía N° 01: Toma de muestra de leche materna en el hospital EsSalud Huamanga

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Niveles de plomo en leche materna en los hospitales II Essalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao. Lima - 2010.</p>	<p>¿Cuáles son los niveles de plomo en leche materna en los hospitales II Essalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao durante el año 2010?</p>	<p>General: Determinar los niveles de plomo en leche materna en los hospitales II Essalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao. Específicos: -Comparar los niveles de plomo en leche materna en los hospitales II Essalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao. - Establecer la relación entre el tiempo de residencia y el contenido de plomo en leche materna. - Establecer la relación entre la edad de la madre lactante y el contenido de plomo en leche materna.</p>	<p>EL PLOMO EN LA LACTANCIA Durante los primeros meses de vida la leche humana es el alimento ideal para el niño por lo que la protección y promoción de la lactancia natural es una tarea fundamental en el terreno de la nutrición y de la salud. La leche humana es fuente de nutrientes de alta calidad biológica, de factores inmunológicos, de sustancias que facilitan la digestión y absorción de los nutrimentos de la misma, y de otras que promueven el crecimiento y desarrollo. Sin embargo, la leche puede ser también una ruta de exposición a tóxicos como es el caso del plomo, el cadmio y de otros residuos nocivos de insecticidas. Aún cuando la leche humana contenga estos tóxicos la lactancia materna debe continuar. La calidad de la leche humana siempre es excelente, aún cuando contenga rastros de elementos indeseables</p>	<p>La leche materna del hospital Nacional Daniel Alcides Carrión del Callao presenta mayores niveles de plomo que la del hospital Essalud II Huamanga, dado que el Callao presenta mayor contaminación ambiental y tránsito vehicular.</p>	<p>Variante Leche materna. Indicador: Años de residencia. Variante Dependiente: Niveles de Plomo. Indicadores: Concentración de plomo en leche materna, medido en ng/g.</p>	<p>Población: Madres lactantes de los hospitales II Essalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión. Muestra: Se consideró 25 muestras de leche materna del hospital II Essalud Huamanga y 25 muestras de leche materna del hospital Daniel Alcides Carrión del Callao. Métodos instrumentales para la recolección de datos: - Se procederá a recolectar los datos empleando hojas de encuestas, previamente estructuradas, las cuales se aplicarán al poblador de la zona. Se tomará las muestras de leche materna en una cantidad suficiente (10 mL) para el análisis respectivo. - Para el estudio se consideró a madres en periodo de lactancia y que estén dando de lactar a niños hasta 8 meses y que se encuentran residiendo a la fecha en el Callao y en la ciudad de Huamanga.</p>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
RDN 231 – 2010 – FCB – D
Bach. Sandra Denisse Avilés Romero.

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cinco de la tarde del día miércoles veintinueve de Diciembre del año dos mil diez reunidos en el auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas, presidido por la magister Elya Bustamante Sosa (Memorando N 733 – 2010 – UNSCH- FCB) en representación del decano de la Facultad, el Dr. José Yarlequé Mujica (Miembro), el Mg. Edwin C. Enciso Roca (Asesor) y la Mg. Edna León Palomino (cuarto jurado), actuando como secretario docente el Mg. Edwin C. Enciso Roca, para recepcionar la sustentación de la tesis: Niveles de plomo en leche materna en los hospitales II Essalud Huamanga y Daniel Alcides Carrión del Callao – Lima 2010, presentado por la Bachiller en Farmacia y Bioquímica Srta. Sandra Denisse AVILÉS ROMERO, quien pretende optar el título profesional de Químico Farmacéutica.

El presidente inicia el acto de sustentación solicitando al secretario docente que verifique los documentos en mesa y de lectura a la Resolución Decanal N 231 – 2010 – FCB – D, luego la sustentante inicia la exposición correspondiente.

Culminada la disertación de la sustentante el presidente inicia la segunda etapa cediendo la palabra a la Mg. Edna León Palomino quien pregunta ¿Dónde ubica su trabajo, su investigación?, ¿Cómo se convierte a ng. de plomo de suero a leche entera?, ¿Cómo analizar plomo en alimentos?,

La profesora Elya Bustamante Sosa pregunta ¿Cuál es el problema que te planteaste?, ¿Qué te motivó a comparar los niveles de plomo en ambas ciudades?, ¿Cómo se puede disminuir plomo en el organismo y en el ambiente?, ¿Tipo de estadística que se uso en la prueba?,

El profesor Yarlequé preguntó ¿Cuál es el fundamento de la determinación de plomo por Absorción Atómica?, ¿Por qué se lleva a PH 4.6 en el análisis de la leche?,

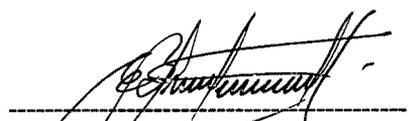
El profesor Edwin Enciso como asesor realizó las aclaraciones a las preguntas realizadas por los miembros del jurado calificador.

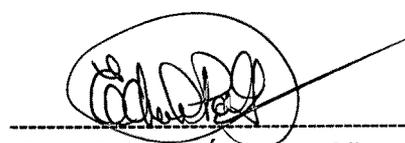
Luego el presidente invita a la sustentante y público en general abandonar el auditorio para que el Jurado pueda deliberar y evaluar como sigue:

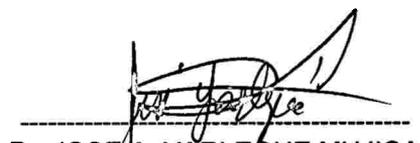
JURADO CALIFICADOR	EXPOSICIÓN	RPTA. A PREG.	PROMEDIO
Dr. José Yarlequé Mujica	15	15	15
Mg. Elya Bustamante Sosa	15	14	15
Mg. Edwin C. Enciso Roca	17	17	17
Biga. Edna León Palomino	16	14	15

Según el resultado de la investigación la sustentante obtuvo una nota promedio de dieciséis (16) de lo cual dan fe los Jurados estampando su firma al pie de la presente. Concluye el acto de sustentación siendo las seis y cincuenta de la noche.


 Mg. EDWIN-ENCISO-ROCA
 Asesor - Secretario


 Mg. ELYA BUSTAMANTE SOSA
 Presidente - Miembro


 Blga. EDNA LEÓN PALOMINO
 Miembro


 Dr. JOSE A. YARLEQUE MUJICA
 Miembro