

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE FARMACIA
Y BIOQUÍMICA**



**Niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del
Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia
Víctor Fajardo. Ayacucho 2012.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

PRESENTADO POR:

Bach. CCORIMANYA VICAÑA, JAVIER

**AYACUCHO - PERÚ
2014**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

Facultad de Ciencias Biológicas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

R.D.N 133-2014-FCB-D

Bach. JAVIER CCORIMANYA VICAÑA

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del tres de octubre del año dos mil catorce, en el auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, se reunieron los profesores: Mg. José DIEZ MACAVILCA en calidad de miembro del jurado evaluador y presidente encargado del acto de sustentación por memorando N° 486-2014 UNSCH-FCB y Mg Enrique Javier

AGUILAR FELICES como miembro, Dr. Edwin Carlos ENCISO ROCA Asesor y Dr. Saúl Alonso CHUCHON MARTINEZ como cuarto miembro, como secretario docente Biólogo Elbert HERMOZA VALDIVIA. Con finalidad de recepcionar en acto público la sustentación de tesis Titulado "Niveles de plomo sanguíneo en los Habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria Provincia Víctor Fajardo Ayacucho-2012". Presentado por el bachiller en Farmacia y Bioquímica Javier CCORIMANYA VICAÑA con la que pretende optar el título profesional de Químico Farmacéutico.

Con la finalidad de dar inicio al acto de sustentación, se da lectura al expediente presentado y estando conforme, el señor presidente pide al sustentante haga su exposición en el tiempo de reglamento de cuarenta y cinco minutos. Dicho este el sustentante da inicio con su exposición.

Una vez concluido con su exposición, el presidente del jurado evaluador invita a los miembros del jurado a fin de realizar sus preguntas o solicitar las aclaraciones que crean necesarios dando respuestas el sustentante a estas preguntas. Concluido en el acto en esta parte el señor presidente invita al sustentante y público asistente hagan abandono del local con la finalidad de efectuar la discusión y calificar la exposición realizada; teniendo como resultado lo siguiente:

JURADO CALIFICADOR	EXPOSICIÓN	RESPUESTA	PROMEDIO
Mg. José DIEZ MACAVILCA	16	16	16
Mg. Enrique Javier AGUILAR FELICES	15	14	15
Dr. Edwin Carlos ENCISO ROCA	16	16	16
Dr. Saúl Alonso CHUCHON MARTINEZ	14	13	14

PROMEDIO TOTAL

15



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Biológicas

De la calificación realizada se obtiene la nota de **QUINCE (15)** la misma que es aprobatorio con la finalidad de dar a conocer el resultado de la calificación se invita al sustentante y puedan hacer ingreso al auditorio, acto seguido de la juramentación respectiva. Concluido con ello el jurado evaluador al pie del presente acta dando conformidad de ello. El acto de sustentación concluye siendo las seis de la tarde con quince minutos.

Mg. José DIEZ MACAVILCA
Presidente

Mg. Enrique Javier AGUILAR FELICES
Miembro

Dr. Edwin Carlos ENCISO ROCA
Asesor

Dr. Saúl Alonso CHUCHON MARTINEZ
Miembro

Blgo. Elbert HERMOZA VALDIVIA
Secretario Docente

DEDICATORIA

A mi hija y a mi familia, fuente principal de inspiración y motivo de mis logros.

AGRADECIMIENTO

A mi *alma mater*, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por haberme acogido en sus aulas, forjadora de profesionales al servicio de la sociedad.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Farmacia y Bioquímica; a sus docentes por sus enseñanzas y orientaciones durante mi formación profesional.

A mi asesor, Dr. Q.F. Edwin Carlos Enciso Roca, por el apoyo constante en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Q.F. Marco Aronés Jara por su apoyo en la culminación del presente trabajo de investigación.

A todos los profesionales, amigos, que me brindaron su apoyo en la realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Fuentes y vías de exposición al plomo	4
2.3. Toxicocinética	6
2.4. Mecanismo de acción	8
2.5. Efectos del plomo sobre la salud	9
2.6. Efectos del plomo en el embarazo	11
2.7. Diagnóstico y tratamiento	11
2.8 Minería Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1. Ubicación del estudio	14
3.2. Definición de la población y muestra.	14
3.3. Diseño metodológico para la recolección de datos	16
3.3.1. Charla de sensibilización	16
3.3.2. Aplicación de la ficha de recolección de datos	16
3.3.3. Obtención de las muestras sanguíneas	16
3.3.4. Preparación de la curva de calibración	16
3.3.5. Determinación de plomo en sangre	16
3.4. Análisis de datos	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	22
VI. CONCLUSIONES	26
VII. RECOMENDACIONES	27
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXO	32

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Valores de plomo sanguíneo y otros indicadores biológicos de exposición.	6
Tabla 2 Valores umbrales límite de plomo en ambiente e índices biológicos de exposición.	6
Tabla 3 Signos y síntomas de la intoxicación plúmbica crónica por aparatos y sistemas.	9

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Modelo metabólico del plomo en el ser humano.	8
Figura 2	Niveles de plomo sanguíneo presente en los pobladores del Centro Poblado de Taca según el nivel de intoxicación. Ayacucho-2012.	19
Figura 3	Niveles de plomo sanguíneo de acuerdo al género de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.	20
Figura 4	Niveles de plomo en sangre de acuerdo al tiempo de residencia de los habitantes del Centro Poblado de Taca. Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.	21

ÍNDICE DE ANEXOS

		Página
Anexo 1	Ficha de recolección de datos.	32
Anexo 2	Muestras de sangre refrigerada. Ayacucho-2012.	33
Anexo 3	Recta de calibración para el dosaje de plomo en sangre de los Habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.	34
Anexo 4	Espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific iCE 3300 AA. Ayacucho-2012.	35
Anexo 5	Muestras de sangre lista para su mineralización. Ayacucho-2012.	36
Anexo 6	Flujograma de mineralización de muestra de sangre. Ayacucho-2012.	37
Anexo 7	Mineralización o digestión de la muestra de sangre. Ayacucho-2012.	38
Anexo 8	Residuo final del proceso de digestión de las muestras. Ayacucho-2012.	39
Anexo 9	Datos obtenidos en el estudio de los niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.	40
Anexo 10	Promedio de las variables en estudio de los niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.	41
Anexo 11	Prueba Chi cuadrado de independencia para las variables tiempo de residencia y niveles de plomo en sangre de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.	42
Anexo 12	Prueba Chi cuadrado de independencia para las variables sexo y niveles de plomo en sangre de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.	43
Anexo 13	Matriz de consistencia	44

RESUMEN

La intoxicación con plomo es un problema de trascendental importancia para la salud pública por sus efectos en la calidad de vida de las personas, particularmente de los niños expuestos. La presente investigación fue de tipo descriptivo transversal y se realizó con la finalidad de determinar los niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, durante los meses de junio y julio de 2013. Participaron del estudio 42 personas voluntarias: 32 varones y 10 mujeres, cuya media de edad fue de 33,23 años (rango: 21-72 años). Se tomaron muestras de sangre mediante venopunción previo consentimiento informado, utilizando tubos al vacío con anticoagulante, se mantuvieron bajo refrigeración a 8 °C, se trataron con mezcla sulfonítrica - ácido nítrico concentrado a ebullición lenta en un equipo de digestión y luego leídas en un espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific iCE 3300 a 217 nm. Se obtuvieron los siguientes resultados: todos los sujetos estudiados presentan algún grado de contaminación con plomo, encontrándose un nivel de plumbemia medio de 26,62 µg/dl y los niveles de plomo en sangre de varones y mujeres de 18 a 72 años de edad, encontrándose medias de 33,96 y 3,16 µg/dl, respectivamente, existiendo relación entre el género y plumbemia ($p < 0,05$).

El nivel de plomo en sangre de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia de Víctor Fajardo, se incrementa en función del tiempo de residencia, por lo que existe relación entre estas dos variables ($p < 0,05$).

Palabras clave: Plumbemia, Centro Poblado de Taca.

I. INTRODUCCIÓN

La exposición del hombre a ciertos metales en su estado original o en sus formas químicas, puede ocasionar efectos deletéreos¹ ya que se encuentran distribuidos en todo el planeta Tierra y la exposición a ellos se da a través de diferentes actividades antropogénicas como la minería, principalmente.² El saturnismo, fue reportado desde 2500 AC por los Griegos y Árabes.¹ Los efectos del plomo sobre la salud se conocen desde 1940, especialmente en las personas laboralmente expuestas, dada su alta peligrosidad al acumularse en la sangre, huesos y células suaves, afectando hígado, riñones y sistema nervioso central, ocasionando retraso mental, retraso del crecimiento físico del niño y desórdenes en la actividad diaria de la persona, aún en pequeñas dosis.³ Su eliminación lenta del organismo determina su acumulación constituyendo un serio problema de salud, con un alto costo social.⁴ Los métodos instrumentales hoy en día representan un importante medio de diagnóstico, identificación y cuantificación de plomo en el sistema biológico e incluso ambiental. La espectrofotometría de absorción atómica es una técnica capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de elementos del Sistema Periódico.

Tomando como punto de partida estos antecedentes, considerando que el 95% de la población de Taca se beneficia con la minería, que las fuentes de exposición al plomo en dicha población no se conocen o no han sido debidamente controladas, que no existen estudios toxicológicos previos y la disponibilidad del método instrumental, en este estudio nos hemos trazado el objetivo general de determinar los niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia de Víctor Fajardo; y los específicos, determinar los niveles de plomo en sangre de varones de 18-72 años de edad; determinar los niveles de plomo en sangre de mujeres de 18-72 años de edad y el de establecer la relación entre el tiempo de residencia y el nivel de plomo en la sangre de los habitantes.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La intoxicación por plomo (saturnismo) se conoce desde la Grecia antigua. En el siglo II a.C., Dioscórides afirmó que “el plomo hace que se pierda la cabeza” y describe la intoxicación de niños con pinturas que lo contienen. Algunos historiadores consideran que el envenenamiento por plomo de la clase dirigente contribuyó a la caída del imperio romano.⁵ Muchos estudios se han llevado a cabo con el objetivo de determinar los niveles de plomo en el ser humano, principalmente en niños. En nuestro país, por ejemplo, se determinaron los niveles de plomo y otros problemas de salud en menores de diez años residentes en las comunidades de Quilacocha y Champamarca, Pasco, encontrándose que cuatro de cada cinco niños de estas comunidades tienen intoxicación plúmbica.⁶ Otro estudio concluyó que existe asociación entre la intoxicación plúmbica crónica y el grado de ansiedad en niños del Colegio María Reiche en el Callao, Perú.⁷ En la ciudad de La Oroya, un estudio de los niveles de plomo en sangre de recién nacidos (RN) con menos de 12 horas de vida, arrojó elevados niveles de plomo en sangre.⁸ La contaminación ambiental y el alto tránsito vehicular en zonas urbanizadas suponen niveles altos de plomo en la sangre de los transeúntes, por lo que se han realizado estudios de los niveles de plomo en sangre de pobladores de las vías de alto tráfico vehicular en la

Ciudad de Ayacucho.⁹ También se realizó la cuantificación de los niveles de plomo sanguíneo en 40 pobladores, entre varones y mujeres cuyas edades fluctuaban entre 18 a 85 años de edad en el Asentamiento Humano de Cultura y Progreso del Distrito de Chaclacayo, en Lima. Encontrándose un nivel promedio de 7,65 µg/dl de sangre, nivel que se encuentra dentro del valor normal de plomo según la OMS (niños mayores de 12 años y adultos hasta 40 µg/dl).¹⁰

2.2. Fuentes y vías de exposición al plomo

Ya que el plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre de modo relativamente abundante, en un promedio de 16 mg/kg¹¹, su presencia en el ambiente es importante. La exposición ambiental al plomo es un problema detectado hace décadas, principalmente en sectores urbanos o rurales cercanos a fundiciones o mineras, con contaminación geológica del suelo o agua, en ciudades con alta contaminación por combustión de gasolina con aditivos de plomo, entre otros. La exposición ocupacional al plomo se produce en actividades de minería, fundiciones, fabricación y empleo de pinturas, baterías, tuberías, plaguicidas, envases con soldaduras de plomo, así como en la industria del cable, del plástico, vajillas, cerámicas, del vidrio y del cristal. La exposición doméstica se produce por la ingestión de pinturas con aditivos de plomo, el empleo de cañerías con plomo o por ingesta de alimentos ácidos (jugos de frutas y vegetales) que liberan dióxido de plomo de los esmaltes de recipientes de cerámica. Los cigarrillos, juguetes para niños, loncheras de vinilo y joyería son otras fuentes de exposición.¹² Las fuentes ambientales de plomo, incluyendo el plomo de la vivienda, suelo y agua son asociados de manera independiente con los niveles de plomo en sangre de los infantes; el plomo en suelo y polvo de la vivienda son de alto riesgo para los niños que viven en una pobreza extrema.⁴ De otro lado, aproximadamente el 75% del plomo de la gasolina se emite por los

automóviles en forma de polvo fino.¹³ El plomo en agua y suelo ha sido reconocido como una fuente potencial de contaminación en infantes; la pobreza contribuye en la absorción, siendo más importante en sitios urbanos, más aun silas formas de exposición ambiental es provocada por fuentes industriales y tecnológicas exclusivamente.¹⁴ En lugares donde se llevan a cabo actividades mineras, con existencia de elevado tráfico vehicular y fábricas objetos de cerámica, la absorción de plomo se incrementa en los niños que habitan áreas cercanas a estos lugares, siendo al aire la vía más importante de exposición.¹⁵ La ingestión e inhalación, así como el contacto con el suelo y polvo de la vivienda, son la primera vía de exposición. Al vivir en lugares con humedad hay una asociación significativa con elevados niveles de plomo en el suelo; también es posible que la elevada humedad propicie la inmovilidad y condensación de partículas, incrementando la deposición de las partículas que contienen metal en el sitio. Las vías de exposición más comunes para los niños son el suelo, el polvo, la pintura así como los objetos con que los niños juegan y están en contacto con estas fuentes, ya que por su hábito de meter sus juguetes y objetos diversos a la boca son la vía principal de intoxicación en el hogar y la determinación del plomo contenido en estas fuentes son el mejor indicador para predecir elevados niveles de plomo en sangre entre la población expuesta.⁴

Tabla 1. Valores de plomo sanguíneo y otros indicadores biológicos de exposición.¹⁶

Indicador	Valor considerado normal	
	Gestantes y mujeres en edad fértil	Expuestos ocupacionalmente
Pb en sangre	<20 µg/dl	≥40 µg/dl
Pb urinario (sólo en exposición a Pb alquilo)	<70 µg/dl	≥150 µg/dl
Zinc protoporfirina o protoporfirinaeritrocitaria libre ZPP/FEP	<75 µg/100 mL hematíes	≥300 µg/100 mL o ≥4 µg/g Hb
Creatinina en orina	0,4-1,8 g/24h	
Proteínas totales en orina	Hasta 140 mg/24h	
Coproporfirinas urinarias (CPU)	<100 µg/L	≥500 µg/L
β-2 microglobulina (β-2M)	<250 ng/mL	≥400 ng/mL
Ácido amino levulínico en orina (ALA-U)	<4,5 mg/g de creatinina	≥10 mg/g de creatinina

Tabla 2. Valores umbrales límite de plomo en ambiente e índices biológicos de exposición.¹⁶

1. Valores umbrales límites de plomo en ambiente (Pb-A)						
Tipo	Unidad	Valor	Tipo			
A. Plomo inorgánico						
ACGIH TLV	mg/m ³	0,05	TWA (umbral promedio aceptado)			
OSHA PEL	mg/m ³	0,05				
NIOSH REL	µg/m ³	<1,0				
B. Plomo tetraetilo						
ACGIH TLV	0,1 mg/m ³		TWA			
OSHA PEL	0,75 mg/m ³		TWA			
2. Índices biológicos de exposición a plomo*						
	Tipo	ACGIH	OSHA	NIOSH	OMS	
					NE	TE
Pb- S no expuestos	Pb-S µg/100 mL	-	-	-	Ad≤30 Ni≤10	-
Valor límite BEI en expuestos	Pb-S µg/100 mL	70-80	70-80	30	-	H: ≤40 MEF: ≤30
Pb-S: Plomo en sangre	NE: No expuesto		H: Hombres		MEF: Mujer edad fértil	
Pb-A: Plomo ambiente	TE: Trabajador expuesto		Ad: Adulto		Ni: Niño	

*ACGIH, TLVs and BEIs. Valores límite para sustancias químicas y agentes físico en el ambiente de trabajo e índices biológicos de exposición adoptados por la ACGIH, Cincinnati, Estados Unidos, 1999.

2.3. Toxicocinética

El plomo absorbido es depositado en los huesos y en algunos tejidos blandos, su

distribución en el organismo depende de manera cómo se eleva; varía en la vascularidad y afinidad intrínseca de los tejidos. Alrededor de 400 μg de plomo son absorbidos diariamente, el 90% del plomo en los humanos está presente en el esqueleto.¹⁷ Aunque el plomo no suele producir intoxicaciones agudas, su acumulación en el organismo hace que la exposición a dosis bajas a largo plazo, en el medio laboral o a través del aire, agua o alimentos, dé lugar a la expresión de una toxicidad crónica. Partiendo de que la exposición a una cierta concentración de plomo es inevitable, se considera que la concentración sanguínea en la población no especialmente expuesta, es de 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ como máximo, y que el nivel a partir del cual hay que tomar medidas en los niños es de 10-14 $\mu\text{g}/\text{dl}$. El plomo es un metal pesado que no juega ningún papel en la fisiología humana, por lo que el nivel plasmático ideal debería ser cero. En la actualidad es prácticamente imposible encontrar alguna persona en la que no se detecten niveles de plomo en sangre. La absorción del plomo en el organismo se produce a través del sistema respiratorio o por el tracto gastrointestinal; la absorción percutánea sólo se da en su estado orgánico. Su absorción varía dependiendo del estado nutricional y de la edad. La absorción es mayor en la niñez, siendo en ellos de 30 a 50% mientras que en el adulto es del 10%. La deficiencia de hierro, calcio, así como el incremento de la ingesta de magnesio, fosfato, alcohol y grasa se han asociado a un incremento de la absorción gastrointestinal del plomo. El plomo se distribuye en dos compartimentos: el primero, el sistema esquelético, con 80 a 95% de la carga corporal de plomo, y una vida media en el hueso de 20 a 30 años. En los niños se deposita en la metafisis de los huesos largos formando depósitos radio-opacos. El segundo compartimiento son los tejidos blandos como el riñón, cerebro e hígado, con una vida media de 20 a 30 días. En la sangre se halla en los eritrocitos, siendo éste el principal compartimiento responsable de la toxicidad. El plomo atraviesa la

placenta y la barrera hematoencefálica, conteniendo la sangre fetal 80 a 100% de la plumbemia materna. Las principales vías de excreción son la biliar y la urinaria (95%), de menor importancia son el sudor, la saliva y las mucosas.¹²

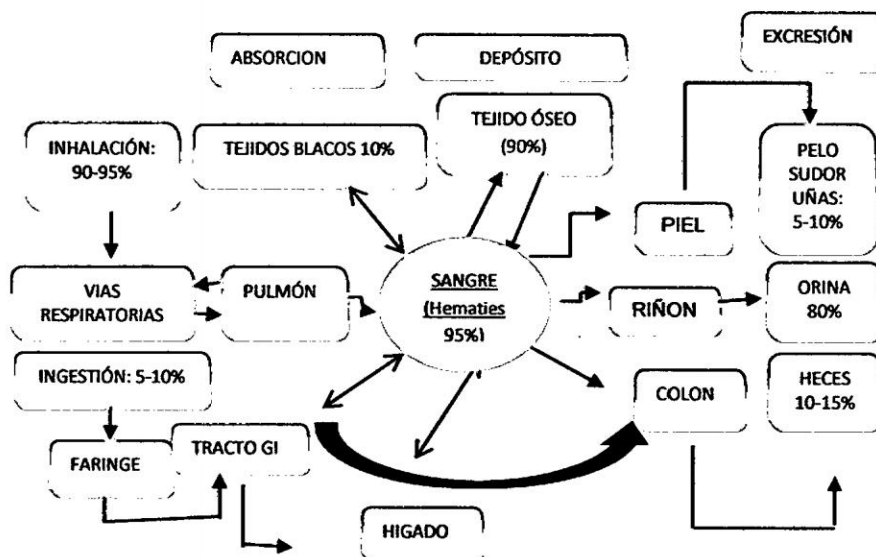


Figura 1. Modelo metabólico del plomo en el ser humano.¹⁶

2.4. Mecanismo de acción

La traducción orgánica de la reducción en la reserva del HEM en el organismo de manera crónica incluye la disminución de la energía celular neuronal, niveles reducidos de la vitamina D-1,25(OH)₂ y la deficiencia de la acción metabólica hepática para medicamentos y tóxicos ambientales. Existe gran similitud química entre el plomo y el calcio, lo que se traduce en alteraciones a distintos niveles, como el mitocondrial, sistemas de segundos mensajeros reguladores del metabolismo energético, canales de calcio dependientes de voltaje (los inhibe) y proteínquinasas dependientes de calcio (las activa). Al reemplazar el calcio como segundo mensajero intracelular, altera su distribución en los compartimientos intracelulares. La activación dosis dependiente de las proteín-kinasas, interfiere con sus funciones relacionadas al crecimiento y la diferenciación celular, la conservación de la barrera hematoencefálica y a largo plazo con la memoria. El

plomo tiene gran afinidad con la calmodulina, e inhibe la bomba de Na-K-ATPasa, aumentando el calcio intracelular. Esta interferencia con el calcio en las células endoteliales de los capilares cerebrales produce una ruptura de las uniones intercelulares fuertes de la barrera hematoencefálica explicando así el edema cerebral presente en las encefalopatías agudas por plomo. Esta mayor permeabilidad en edades tempranas se refleja en alteraciones en la neurotransmisión (regulados por acetilcolina, dopamina, norepinefrina, GABA, y glutamato) y desarrollo del SNC.¹²

2.5. Efectos del plomo sobre la salud

La sintomatología y los signos son dependientes del tiempo de exposición, los niveles de plomo en sangre y la edad del paciente. La toxicidad crónica por plomo o saturnismo es la más frecuente tanto en niños como en adultos y presenta manifestaciones multisistémicas específicas, principalmente en los sistemas nervioso, hematológico y renal.¹²

Tabla 3. Signos y síntomas de la intoxicación plúmbica crónica por aparatos y sistemas.¹²

Sistema	Signos y síntomas
Nerviosos central	Fatiga, malestar, irritabilidad, insomnio, ansiedad, depresión, cambio de carácter, pérdida de memoria, disminución de la libido, cefalea, tremor, encefalopatía (delirio, ataxia, convulsión, estupor, coma)
Nervioso periférico	Neuropatía periférica predominantemente motora (parálisis radial, tibial, ciática)
Gastrointestinal	Anorexia, náusea, constipación, pérdida de peso, dolor abdominal, cólico plúmbico o saturnino, Ribete de Burton (pigmentación azul gris de encías)
Hematológico	Anemia (microcítica, hipocrómica o normocrómica), punteado basófilo
Renal	Insuficiencia renal crónica, nefritis intersticial, Síndrome de Fanconi, acidosis tubular renal, proteinuria leve
Reumatológico	Mialgias, artritis, gota
Cardiovascular	Hipertensión arterial
Reproductivo	Oligospermia, impotencia

La acumulación del plomo en el cuerpo tiene diversos grados, dependiendo de la naturaleza química del compuesto de plomo en el medio ambiente y el estado de oxidación con que es utilizado. Algunos metabolitos causan alteraciones en la osteólisis y liberación a partir del plomo almacenado en el esqueleto, y retrasa el cuadro de intoxicación crónica por tiempo indefinido del plomo ingerido.¹⁹ Los síntomas del envenenamiento por plomo dependen de la severidad de la exposición. Los signos del envenenamiento pueden encontrarse desde síntomas severos a ninguno, sin embargo, su prevención es esencial. Los síntomas graves del envenenamiento por plomo incluyen dolor abdominal, cefalea, vómito, confusión, debilidad muscular, asimismo caída de pelo y anemia. Los bajos niveles de plomo pueden causar “daño cerebral silencioso” en los niños, induciendo una baja en el coeficiente intelectual, en la atención, audición, retraso en el habla y otros retrasos en su desarrollo; el envenenamiento ligero puede ser asintomático. A veces los síntomas de intoxicación por plomo no aparecen inmediatamente después de ingerir dosis tóxicas oralmente, haciendo más difícil la determinación de la dosis letal.¹⁷

Las alteraciones que provoca son muy extensas en órganos y sistemas a tal grado que el daño en uno de ellos puede influir en la función de otro. La influencia sobre los sistemas biológicos son efectos que ocurren en los genes. El cáncer, por ejemplo, es resultado de mutaciones en los genes, algunas inducidas por una variedad de factores ambientales y hereditarios a partir de previas mutaciones entre las generaciones.¹

Los efectos que se producen sobre la sangre comprenden la presión sanguínea, síntesis del grupo hemo con niveles de 10–20 µg/dl de plomo en sangre, metabolismo de vitamina D (25 µg/dl), velocidad de los nervios periféricos (20–30 µg/dl), y función cognoscitiva (15–20 µg/dl). Una de las manifestaciones

clínicas y síntomas por envenenamiento crónico de plomo es la anemia microcítica inducida por niveles de plomo en sangre de 40 µg/dl.¹⁹

2.6. Efectos del plomo en el embarazo

En las mujeres durante la etapa de gestación, los depósitos óseos de calcio así como los de plomo, se pueden remover causando la contaminación del producto, el plomo puede asimismo traspasar la placenta y afectar directamente al feto, ya que desde la vida prenatal el ser humano es más sensible durante su desarrollo embrionario. Los niveles maternos de plomo son transferidos al feto por la placenta o al alimentarlo con leche materna y la exposición ambiental por el mecanismo mano a boca. Las embarazadas pasan parte del plomo en peso de su cuerpo al feto ya que éste es más sensible; un nivel de plomo no tiene que ser necesariamente constitutivo como riesgo a la salud de la madre, ya que puede afectar al feto adversamente en su desarrollo.¹⁸

Durante el embarazo y lactancia tienen lugar importantes demandas de calcio de la dieta y del almacenamiento fisiológico en los tejidos mineralizados. En el embarazo dos cambios importantes afectan la fisiología del Ca^{2+} : primero, el volumen de sangre se incrementa significativamente, lo cual requiere un incremento de Ca^{2+} circulante para mantenerlo normal y segundo, el feto ejerce una demanda de Ca^{2+} para la osificación y crecimiento. Este segundo requerimiento de calcio es mayor durante el tercer trimestre donde el feto obtiene alrededor de 20 g de los 30 g del requerimiento intrauterino.¹⁷

2.7. Diagnóstico y tratamiento

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define como intoxicación el valor de plumbemia mayor a 15 µg/dl, y para el Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos de Norteamérica (CDC) mayor o igual a 10 µg/dl. Niveles mayores de 80 µg/dl se correlacionan mejor con encefalopatía plúmbica, con 50 µg/dl deterioro cognitivo, con 40 µg/dl nefropatía, con 20 µg/dl neuropatía

periférica, siendo la anemia detectable desde valores de 10 µg/dl. Valores de 40-60 µg/dl en adultos se ha correlacionado con, insuficiencia renal e hipertensión. En población infantil incluso con valores inferiores a 10 µg/dl se reporta deterioro intelectual y retardo en la pubertad en las niñas.¹²

Para el diagnóstico se toma en cuenta los signos y síntomas del paciente, características laborales, las condiciones de vida higiénico dietéticos del paciente particularmente que su vivienda este próximo a la zona de contaminación (minería). El tratamiento médico de la intoxicación por plomo se basa en la formación de un complejo entre un ion metálico y agente receptor. Los agentes quelantes estimulan la excreción de plomo. Siendo los más conocidos: el Succimer (ácido dimercatosuccinico) es el más usado porque puede ser dosificado fácilmente por vía oral. Esta droga favorece la excreción urinaria; se administra por vía oral a dosis de 10 mg/kg cada 8 horas por cinco días, pero reduce náuseas, vómitos y diarrea. Ácido etilendiaminotetraacético cálcico disódico (CaNa₂ EDTA), aumenta la excreción urinaria de plomo. Se administra por vía intramuscular a una dosis de 20-30 mg/kg/día cada 8 ó 12 horas durante 5 días. Pero produce proteinuria. El BAL (Dimercaprol), es otro agente quelante reservado para los casos más severos de intoxicación por plomo (niveles en sangre superiores a 70 µg/dl). Este agente se combina con metales pesados y favorece su excreción fecal y urinaria. La dosis es de 2-3 mg/kg cada 4 horas durante por dos días por vía intramuscular, luego cada 6 horas por dos días, finalmente cada 12 horas por 7 días. Pero produce fiebre, hepatotoxicidad, vómitos, hipertensión, cefaleas y confusión mental. La inyección es muy dolorosa. No se puede administrar BAL con suplemento de hierro dado que forman un compuesto tóxico que provoca vómitos y falla hepática. La D-penicilamina es raramente usada como agente quelante.²⁰

2.8 Minería Catalina Huanca Sociedad Minera SAÇ.

La propiedad cubre 5 406 ha, Trafigura Beheer B.V. Propietario comprende concesiones mineras y denuncios mineros. Se encuentra ubicado en la provincia de Víctor Fajardo, Departamento de Ayacucho, es una mina productora de plomo, plata y zinc. Latitud: 13° 59' (Sur). Longitud: 73° 56' (Oeste)

Es de notar que la actividad minera estaría representando un foco de contaminación desde 1954, año en que la empresa Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. entró en operaciones formales. El método minero usado en vetas es de corte ascendente y relleno mecanizado, en el caso de los mantos, corte y relleno (6 m x 6 m) y pilares (4 m x 4 m) es aplicado. La planta de tratamiento trabaja con una capacidad de 300 DMT/día y opera bajo un sistema convencional de chancado, molienda y flotación. La mena tratada es explotada de dos zonas, laderas 17, 18 y 19, y la galería principal en el nivel 189 Bolívar, centralizando la extracción mineral de las vetas Vilma y Principal.²⁷

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Farmacia, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2. Definición de la población y muestra.

a. Población

694 Habitantes del Centro Poblado de Taca, del distrito de Canaria, provincia de Víctor Fajardo del departamento de Ayacucho.

b. Muestra

Muestras sanguíneas de 42 personas de ambos sexos en los meses de junio y julio de 2013.²¹

$$n = \frac{NZ^2Pq}{[(e^2N)+(Z^2Pq)]} = 42 \text{ muestras.}$$

Dónde:

n = Tamaño mínimo de muestra (42)

Z = Es el nivel de confianza al 95% (1,96)

p = es la variabilidad positiva (0,97)

q = es la variabilidad negativa (0,03)

N= Es el tamaño de la población (694)

e = es la precisión o error (0,05)

- **Tipo de muestreo**

Muestreo por conveniencia de personas de ambos sexos.

- a. Criterios de inclusión**

- Personas de 18 a 72 años de edad.
- Tiempo de residencia mayor de 1 año.
- Voluntad para participar.

- b. Criterios de exclusión**

- Personas enfermas.
- Tiempo de residencia menor de 1 año
- Población menores de 18 años
- Personas no voluntarias

- c. Centro Poblado de Taca**

La provincia fue creada el 14 de noviembre del año 1910, en el segundo mandato presidencial del Augusto B. Leguía, por ley N° 1306, el 14 de noviembre de 1910. Se dio a la nueva provincia éste nombre como homenaje al coronel Víctor Fajardo. La provincia tiene una población aproximada de 27,919 habitantes según la INEI de 2007 y tiene una extensión de 2 260,19 kilómetros cuadrados, altitud de 3102 msnm y se encuentra dividida en doce distritos y el Centro Poblado de Taca pertenece al distrito de Canaria con una población de 694 mayores a 18 años.²⁷

Este Centro Poblado de Taca está a 4 km de la Mina, se crea en los inicios como un campamento. Actualmente es una zona de mayor movimiento económico del distrito de Canaria.

3.3. Diseño metodológico para la recolección de datos

3.3.1. Charla de sensibilización

En los domicilios de cada familia se explicó sobre la importancia y la necesidad de realizar este estudio, dado que existe en ellas una falta de concientización sobre el peligro que representa la exposición a los factores de riesgo que conllevan a una intoxicación por plomo en desmedro de su salud.

3.3.2. Aplicación de la ficha de recolección de datos

Luego de la charla de sensibilización se ha procedido al llenado de la ficha de recolección de datos en el que se consignaron los siguientes datos principalmente: Género, edad, ocupación y tiempo de residencia. (Anexo 01)

3.3.3. Obtención de las muestras sanguíneas

Se recolectó 2 ml de sangre en tubos al vacío con anticoagulante EDTA mediante venopunción de la vena media del antebrazo, previa asepsia con alcohol. El material que se utilizó para la recolección de sangre fue nuevo y estéril, las muestras se mantuvieron en refrigeración a una temperatura aproximada de 8 a 10 °C y refrigeradas hasta su análisis. (Anexo 02)

3.3.4. Preparación de la curva de calibración

Se preparó una solución de nitrato de plomo 1000 ppm, a partir del cual se prepararon soluciones de 5, 10 y 20 ppm en agua desionizada (v/v) equivalentes a 5, 10 y 20 mg/l.²² (Anexo 7) y se hicieron las lecturas en un espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific ICE 3300 AA. (Anexo 03)

3.3.5. Determinación de plomo en sangre

a. Fundamento. El método se basa en la formación de un complejo orgánico de plomo que es vaporizado en el atomizador del espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific ICE 3300 (Anexo 04). Las condiciones de trabajo del espectrofotómetro fueron: longitud de onda 217 nm; atomizador y mechero de acetileno-aire. Sensibilidad 0,02 µg/ml.²²

b. Procedimiento. Para la mineralización se colocó 2 ml de sangre total heparinizada más 1,8 ml de mezcla sulfútrica en un matraz de Kjeldahl de 100 ml. Se dejó actuar en frío durante 1 hora, luego se calienta a ebullición normal hasta casi sequedad y ennegrecimiento del residuo. Retirar el fuego y añadir 0,3 ml de ácido nítrico, en la misma cantidad cada vez, hasta obtener un líquido casi incoloro que ya no oscurece con el calentamiento (Anexo 05, 06 y 07). El residuo final se trata con 4 ml de solución clorhídrica de cloruro sódico al 0,5% (que disuelve el sulfato de plomo).²² (Anexo 08)

Con las muestras obtenidas se realizó la lectura en el espectrofotometría de absorción atómica obteniéndose las absorbancia y se convirtió en mg/l de plomo utilizando la ecuación de curva de calibración previamente determinada (Anexo N° 09).

3.4. Análisis de datos

Los resultados fueron agrupados en dos grupos: los intoxicados con mayor a 10 µg/dl de plomo y los no intoxicados con menor a 10 µg/dl. Luego se procesaron con el paquete estadístico SPSS versión 19 y se representaron mediante gráficos en forma de histogramas. La significancia estadística entre los grupos estudiados se determinó con la prueba Chi cuadrado (relación de plomo µg/dl entre varones, mujeres, sexo, edad, tiempo de residencia,) a un nivel de confianza del 95%. (Anexo 10, 11 y 12)

IV. RESULTADOS

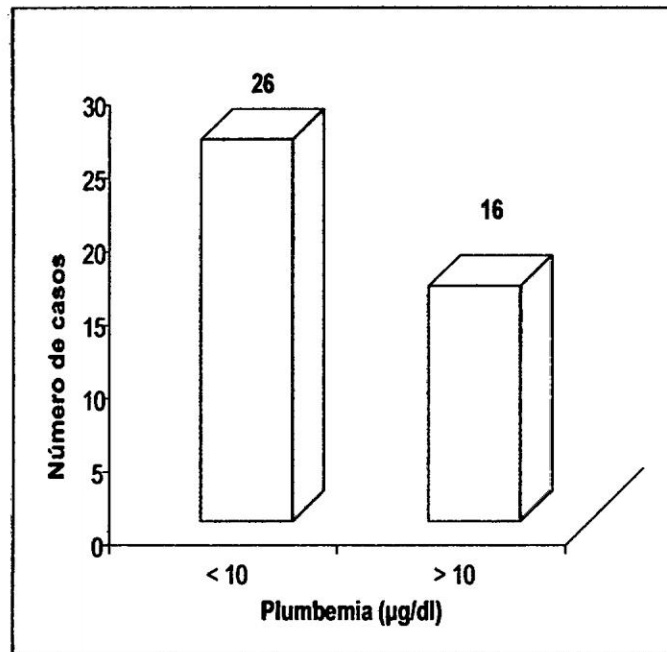


Figura 2. Niveles de plomo sanguíneo presente en los pobladores del Centro Poblado de Taca según el nivel de intoxicación. Ayacucho-2012.

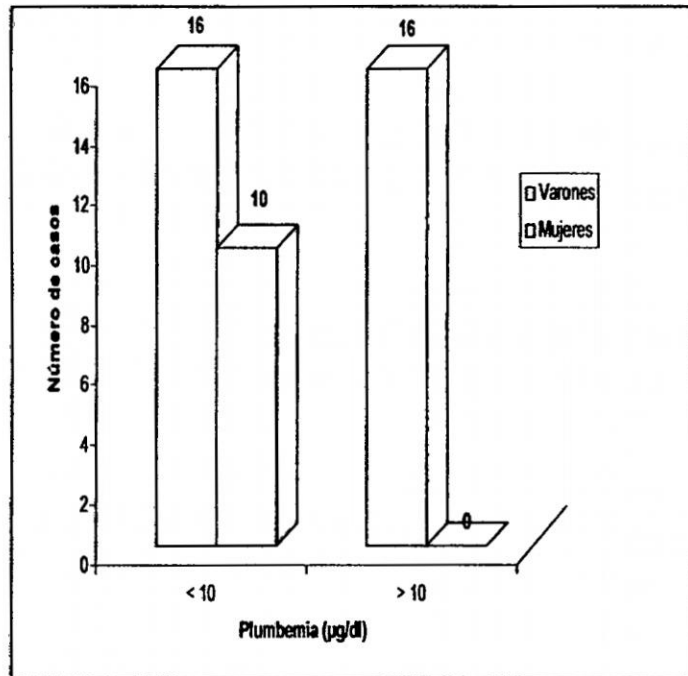


Figura 3. Niveles de plomo sanguíneo de acuerdo al género de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.

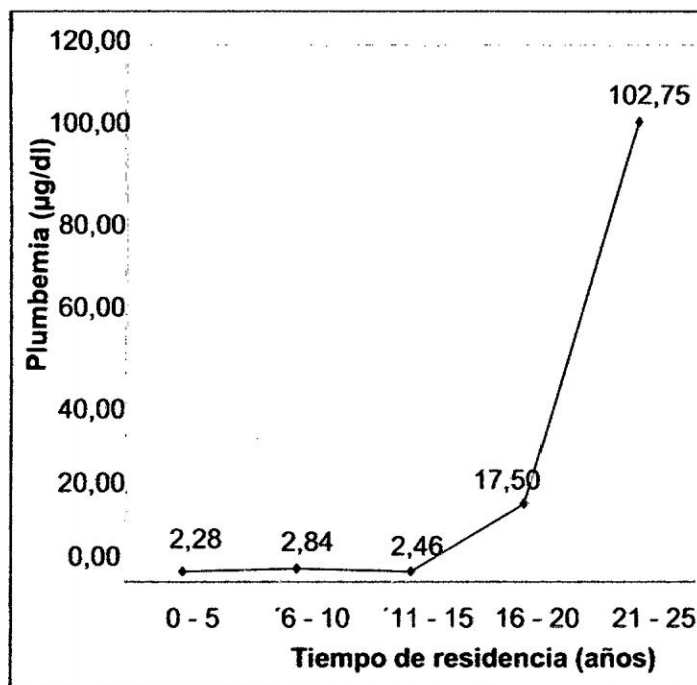


Figura 4. Niveles de plomo en sangre de acuerdo al tiempo de residencia de los habitantes del Centro Poblado de Taca. Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.

V. DISCUSIÓN

El Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos de Norteamérica (CDC) ha definido como intoxicación por plomo cuando esta es mayor o igual a $10 \mu\text{g/dl}^{12}$, y como se puede apreciar en la Figura 2, 16 pobladores de los 42 en estudios mostraron niveles de plomo en sangre por encima de lo establecido como tóxico y todos son varones, esto explica que se encuentra en una contaminación laboral. Este hecho se puede explicar de muchas formas. Muchos estudios han establecido que el 80% del plomo del aire atmosférico, 90% del cual se encuentra en forma de partículas inorgánicas, proviene de la gasolina. Las principales fuentes de emisión de plomo a los ecosistemas son las fundiciones de plomo, y las industrias clandestinas de acumuladores. El agua potable puede contaminarse en su misma fuente por el plomo del aire o por vertidos de la escoria de las minas que no se procesan. La OMS ha fijado una concentración máxima tolerable de plomo en el agua potable de 0,05 ppm. Otra vía de ingreso del plomo en el cuerpo humano es la ingestión de alimentos contaminados, tales como verduras, frutas y tubérculos cultivados con agua de regadío contaminada. La leche de vaca y la materna también son fuentes de ingestión de plomo, ya que en ellas se ha detectado plomo al igual que en los alimentos enlatados. La absorción de plomo por vía respiratoria depende de su concentración en el ambiente, así como del tiempo y la frecuencia de la

exposición. En el organismo, el plomo es transportado por la sangre y distribuido a los diferentes órganos, en algunos de los cuales se acumula. Si la exposición es continua, se alcanza un equilibrio dinámico en los diferentes compartimientos del organismo. Y en lugares aledaños del Centro Poblado de Taca, la agricultura y la ganadería es muy pobre ya que el agua está contaminada por los polvos y desechos que la mina produce. En muchas investigaciones se ha demostrado la presencia creciente del plomo ambiental en las grandes ciudades y en zonas completamente rurales. Sus valores descienden a medida que disminuye la densidad poblacional. El carácter industrial de la ciudad desempeña un papel preponderante en el nivel de plomo ambiental, que a su vez se correlaciona directamente con la concentración de sulfuro de plomo (PbS) de sus habitantes. Se han encontrado valores entre 20 y 40 µg/dl en habitantes de grandes ciudades o de ciudades industriales, mientras que en zonas rurales este valor oscila en alrededor de 12 µg/dl. También se han detectado diferencias entre los dos sexos: la concentración de PbS es más alta en hombres que en mujeres, como se ha observado en este trabajo este resultado puede ser porque los varones están expuesto directamente a la mina o en algún momento eran trabajadores momentáneos y las mujeres en mayor parte son ama de casa (Figura 3). La concentración de PbS que actualmente se considera el límite de la normalidad es $\leq 1,4 \mu\text{mol/l}$. Algunos investigadores escandinavos han demostrado que a esta concentración se producen alteraciones subclínicas que pueden detectarse en los análisis de la sangre. Las personas con estas concentraciones se encuentran en riesgo de desarrollar cáncer cerebral o pulmonar. Por este motivo, dicho límite se ha reducido a $0,7 \mu\text{mol/l}$ ($14,5 \mu\text{g/dl}$). Sin embargo, las concentraciones de PbS encontradas en grupos seleccionados de habitantes de grandes ciudades siempre han sido elevadas (por ejemplo, $1,44 \mu\text{mol/l}$ en México y $0,87 \mu\text{mol/l}$ en Bélgica).¹⁷

La exposición de poblaciones peruanas al plomo se ha dado principalmente como consecuencia de la explotación minera, el almacenamiento de minerales, las emisiones de fundiciones y el depósito de relaves mineros.²⁵

El análisis estadístico de las variables género y plumbemia ha demostrado que existe relación entre ambas, característica que podría deberse a que en su mayoría los hombres se dedican a la labor minera, es decir, probablemente debido a la exposición dentro de su ambiente laboral y al tiempo de residencia. De otro lado, todas las mujeres también presentaron cierto grado de contaminación por plomo, siendo la plumbemia menor que 10 µg/dl en todos los casos, lo que podría explicarse por la ocupación doméstica que ellas desempeñan convirtiéndose la vía de absorción más importante la inhalatoria y posterior absorción los vapores de óxidos inhalados.²⁶ De otro lado, el problema del trabajo ocupacional con plomo es universal, sobre todo cuando se trabaja sin criterios de higiene ocupacional. En el Perú la industria minero metalúrgica del plomo mantiene programas de gestión en salud ocupacional de buena calidad, pero no sucede lo mismo en la minería informal del plomo.²⁷

Todos los sujetos de estudio manifiestan plumbemia, siendo el grupo de mayor importancia, el obrero, con niveles muy elevados incluso por encima de 70 µg/dl (Anexo 10). Este aspecto es característico para el trabajador adulto, especialmente hombre, como el prototipo del ocupacionalmente expuesto. Muchos estudios han demostrado que el plomo es un contaminante potencialmente presente en todos los medios ambientales, con múltiples fuentes de origen y vías de propagación, que contribuyen a la exposición individual.²⁶ Estas condiciones podrían estar siendo propiciadas por la permanente actividad minera en el Centro Poblado de Taca.

La Figura 4, muestra los niveles de plomo en función del tiempo de residencia. En esta se puede notar que cuanto más tiempo de ocupación la plumbemia se

incrementa de manera directamente proporcional, tal es así que los sujetos con más de 20 años de ocupación manifiestan plumbemia que llega hasta 102 µg/dl, inclusive, no sólo por la exposición en su medio laboral, sino también durante su exposición al ambiente, el polvo doméstico y el suelo, es decir, que los niveles séricos de plomo varían según el tiempo de exposición.⁹ En efecto, el análisis estadístico de $(X_i)^2$ ($p < 0,05$) de las variables tiempo de residencia y plumbemia ha demostrado que existe relación entre estas (Anexo 11). Dada la actividad minera, y el impacto ambiental que esta ocasiona, no se podría descartar que el agua distribuida por los sistemas de acueductos, también representen ser una fuente importante de ingreso de plomo al organismo del ser humano, por contaminación de componentes en el sistema de distribución, y no a la fuente de agua en sí misma.

A todas luces, estos resultados demuestran que la población en estudio muestra niveles de plomo sanguíneo importantes, dada la naturaleza económica de la zona. Es de notar que la actividad minera estaría representando un foco de contaminación desde 1954, año en que la empresa Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. entró en operaciones formales.²⁷ En efecto, actividades como esta son características de algunos países en desarrollo, la población está expuesta a factores ambientales adversos. El elevado nivel de contaminantes ambientales (metales tóxicos, materia en partículas) coexiste con una malnutrición poblacional, y los efectos nocivos que esta situación puede producir a mediano y largo plazo en la salud de la población expuesta es latente.²⁸ Principalmente para los niños, ya que la exposición al plomo ha sido clasificada como la amenaza más grande para la salud de los niños menores de 6 años.²⁹

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó los niveles de plomo sanguíneo de varones y mujeres de 18 a 72 años en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, provincia de Víctor Fajardo, encontrándose un nivel de plumbemia medio de 26,62 $\mu\text{g/dl}$.
2. Se determinó los niveles de plomo en sangre de varones y mujeres de 18 a 72 años de edad, encontrándose medias de 33,96 y 3,16 $\mu\text{g/dl}$, respectivamente, existiendo relación entre el género y plumbemia ($p < 0,05$).
3. El nivel de plomo en sangre de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia de Víctor Fajardo, se incrementa en función del tiempo de residencia, por lo que existe relación entre estas dos variables ($p < 0,05$).

VII. RECOMENDACIONES

1. Determinar la asociación de plomo en suelo y partículas de plomo en el aire.
2. Determinar plumbemia en niños menores de 12 años con residentes en dicha zona, ya que es la población de mayor riesgo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carpenter D. Health effects of metals. Central Europa Journal Public Health 6. 19982:160-163.
2. Mielke H, y Reagan P. Soil is an important pathway of human lead exposure. Environmental Health Perspectives. [Revista en internet] 1998 [acceso 2013-11-24];106(1):217-229. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1533263/>.
3. Sepúlveda AV, Vega MJ, Delgado BI. Exposición severa a plomo ambiental en una población infantil de Antofagasta, Chile. Revista médica de Chile. [Revista en internet] 2000. [acceso 2013-11-24];128(2):221-232. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S00348872000000200014&script=sci_arttext&lng=pt
4. Lamphear BP, Burgoon DA, Rust SW, Eberly S, Galke W.. Environmental exposures to lead and urban children's blood lead levels. Environmental Research, [Revista en internet] 1998 [acceso 2013-11-24];76(2):120-130. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935197938019>
5. Baird C. Química ambiental. Barcelona: Reverte; 2001.
6. Astete J, Cáceres W, Gastañaga MDC. Intoxicación por plomo y otros problemas de salud en niños de poblaciones aledañas a relaves mineros. Rev. peru. med. exp. salud pública [Revista en internet]2009 [acceso 2013-11-24]; 26(1):15-19. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S17266342009000100004&lng=es&nrm=iso
7. Vega J, De Coll J, Lermo J. Niveles intelectuales y ansiedad en niños con intoxicación plúmbica crónica: Colegio "María Reiche". Callao-Perú, An. Fac. med, [Revista en internet] 2005 [acceso 2013-11-24]; 66(2):142-147. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832005000200008&lng=es&nrm=iso >ISSN1025-5583.
8. Pebe G, Villa H, Escat L. Niveles de plomo sanguíneo en recién nacidos de La Oroya, 2004-2005. Rev. peru. med. exp. salud pública, [Revista en internet] 2008 [acceso 2013-11-24], 25(4):355-360. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000400002](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000400002&lng=es&nrm=iso) &lng=es&nrm=iso. ISSN 1726-4634.

9. Silvera L. Niveles de plomo en sangre de pobladores de las Vías de alto tráfico vehicular en la Ciudad de Ayacucho, 2008. [Tesis] Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Biológicas; 2008.
10. Cornejo C, Zuzunaga L. Determinación de plomo en sangre de varones y mujeres adultos del Asentamiento Humano de Cultura y Progreso del Distrito de Chaclacayo. [Tesis] Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2007.
11. Lacasaña M, Romieu I, Sanín LH, Palazuelos E, Hernández M. Consumo de calcio y plomo en sangre de mujeres en edad reproductiva; Calcium intake and blood lead levels in women of reproductive age. *Rev. invest. Clín.* [Revista en internet] 1996 [acceso 2013-11-24]; 48(6):425-30. Disponible en: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&sc=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=187912&indexSearch=ID>
12. Ramos W, Munive L, Alfaro M, Calderón M, Gonzáles I, Núñez Y. Intoxicación plúmbica crónica: una revisión de la problemática ambiental en el Perú. *Rev. Peruana. Epidemiol.* [Revista en internet] 2009 [acceso 2013-11-24]. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bVrevistas/epidemiologia/v13_n2/pdf/a02v13n2.pdf
13. Mielke, H. Lead in the Inner Cities Policies to reduce children's exposure to lead may be overlooking a major source of lead in the environment. *American scientist.* [Revista en internet] 1999 [citado 2013-11-24]; 87(1):62-73. Disponible en: <http://www.americanscientist.org/issues/issue.aspx?id=808&y=1999&no=1&content=true&page=1&css=print>
14. Martínez M. Intoxicación por Plomo. *Revista Salud de los trabajadores.* Maracay; 1994, 34(7):56-65.
15. Azcona-Cruz MI, Rothenberg SJ, Schnaas-Arrieta L, Romero-Placeres M, Perroni-Hernández E. Niveles de plomo en sangre en niños de 8 a 10 años y su relación con la alteración en el sistema visomotor y del equilibrio. *Salud pública de México.* [Revista en internet] 2000 [citado 2013-11-24]; 42(4). Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v42n4/2875.pdf>
16. Ramírez AV. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. *Anales de la Facultad de Medicina* [Revista en internet] 2005 [citado 2013-

- 11-24]; 66(1):57-70. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1025-55832005000100009&script=sci_arttext
17. Sanín LH, González T, Romieu I, Hernández M. Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. *Revista Salud pública de México*, [Revista en internet] 1998 [citado 2013-10-28]; 40(4):359-368. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v40n4/Y0400409.pdf>
 18. Rothenberg G. Fuentes de plomo en embarazadas de la Cuenca de México. *Revista de Salud Pública. México*. [Revista en internet] 1999 [citado 2013-10-21]; 32(6):86-90. Disponible en: http://inc.psicol.unam.mx/babel/download/Rothenberg_etal_1990.pdf
 19. Jacob B, Ritz B, Heinrich J, Hoelscher B, Wichmann H. The effect of low-level blood lead on hematologic parameters in children. *Environmental research* [Revista en internet] 2000 [citado 2013-10-21]; 82(2):150-159. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935199940112>
 20. Steven S. Envenenamiento por plomo en los niños. *Archivo de pediatría de Uruguay*. [Revista en internet] 2001 [citado 2013-10-21]; 72 supl 2. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S000405842001000500007&script=sci_arttext
 21. Gil A. ¿Cómo hacer una Investigación epidemiológica y aplicar adecuadamente la estadística? Lima; 2008
 22. Córdova D. Toxicología. 4ªed. Bogotá: Editorial El Manual Moderno; 2000
 23. Ramírez AV, Cam Paucar J Medina JM. Plomo sanguíneo en los habitantes de cuatro localidades peruanas. *Pan American Journal Of Public Health*; 1:344-348. [Revista en internet] 1997 [citado 2013-8-25]; 69(2):104-107. Disponible en: http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v1n5/0407.pdf?origin=publication_detail
 24. Ramírez, A. V. Exposición a plomo en trabajadores de fábricas informales de baterías. *An. Fac. Med* [Revista en internet] 2008 [citado 2013-9-15]; 69(2):104-107. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S102555832008000200007&script=sci_arttext
 25. Ramos W, Munive L, Alfaro M, Calderón M, Gonzáles I, Núñez Y. Intoxicación plúmbica crónica: una revisión de la problemática ambiental en el Perú. *Rev. Peruana*. [Revista en internet] 1997 [citado 2013-10-15];

- 116(4):307-314. Disponible en: Epidemiol.
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bVrevistas/epidemiologia/v13_n2/pdf/a02v13n2.pdf
26. Espinosa C, Nobrega D, Seijas D, Sarmiento A, Medina E. Niveles de plomo en sangre y factores ambientales asociados, en una población infantil venezolana. Gaceta Médica de Caracas [Revista en internet] 2008 [citado 2013-9-15]; 116(4):307-314. Disponible en: [http://www.anm.org.ve/FTPANM/online/2008/Octubre_Diciembre/06.%20Espinosa%20C%20\(307-314\).pdf](http://www.anm.org.ve/FTPANM/online/2008/Octubre_Diciembre/06.%20Espinosa%20C%20(307-314).pdf)
27. Knight Piésold Consultores S.A. Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. Unidad Minera Catalina Huanca Plan de Cierre Resumen Ejecutivo. Lima, 2006.
28. Pacheco AR., Bay CC, Gutiérrez GY, Salazar RG, Muñoz AL, Llanos SM, Ronco AM. Contenido de plomo sanguíneo y composición corporal en mujeres jóvenes expuestas a humo de madera en la ciudad de Temuco. Revista chilena de nutrición; [revista en internet]; 2011 [citado 2013-11-24]. 38(4):414-421. Disponible en: http://scholar.google.com.pe/scholar?q=Contenido+de+plomo+sangu%C3%ADneo+y+composici%C3%B3n+corporal+e+mujeres+j%C3%B3venes+expuestas+a+humo+de+madera+en+la+ciudad+de+Temuco&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2005&as_yhi=2013
29. Samaniego E. Benites-Leite S. Niveles de plomo en sangre en niños de áreas urbanas y sub-urbana. PediatrPy. [revista en internet] 2002 [citado 2013-11-24]; 29(2):10-16. Disponible en: <http://www.revista.spp.org.py/index.php/ped/article/view/201>

ANEXO

ANEXO 01

Ficha de recolección de datos

I.-Datos Generales

1. Dirección: _____

II. Datos Específicos

2.1 ¿Qué edad tiene usted?: _____ años

18-72 años de edad

2.2 Sexo:

Masculino

Femenino

2.3 ¿cuál es el tipo de trabajo?

Trabajador de Mina

Ama de casa

Trabaja en campo

Trabaja en sector publico

2.4 tiempo de residencia

1-5 años

5-10 años

10-20 años

20-45 años

2.5 trastornos / síntomas / molestias:

Dolor de cabeza

Dolor de estomago

Malestar y cansancio

Insomnio y otros.

Anexo 02

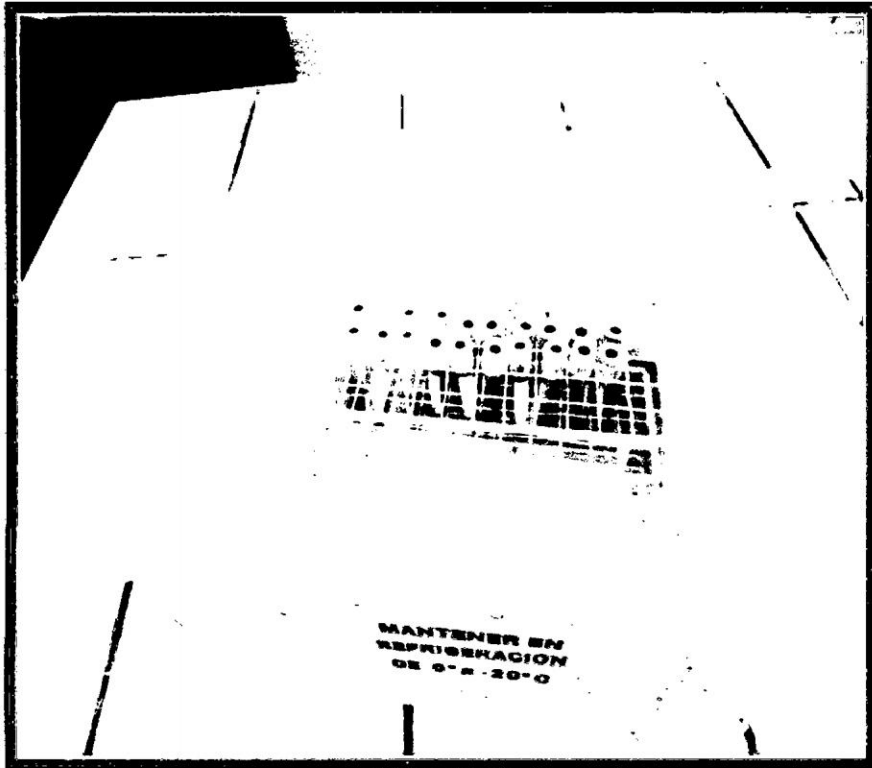


Figura 05. Muestras de sangre refrigeradas. Ayacucho-2012.

Anexo 03

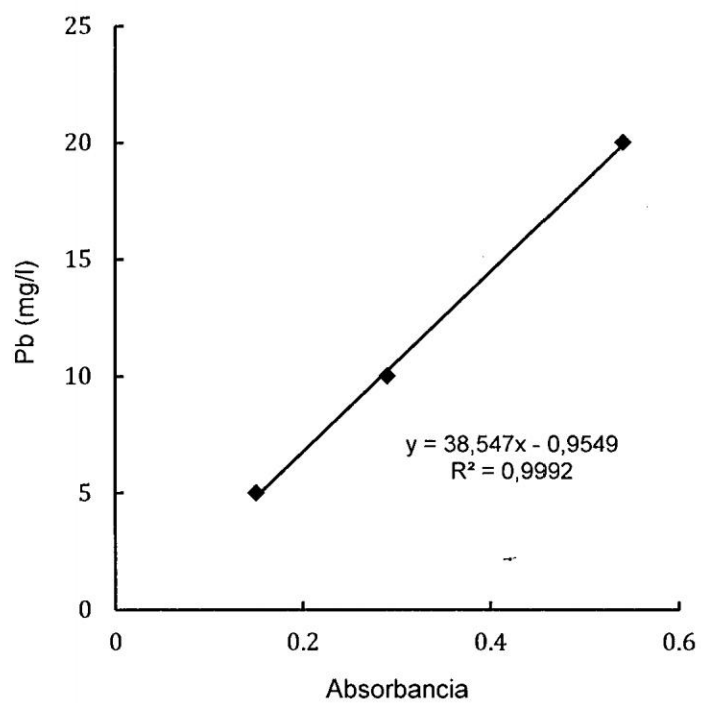


Figura 06. Recta de calibración para el dosaje de plomo en sangre de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.

Anexo 04

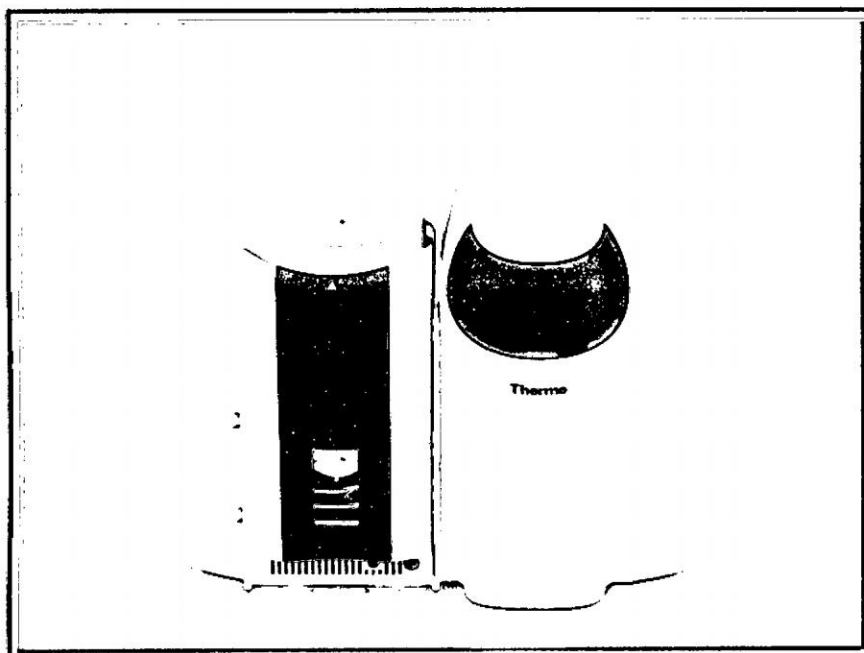


Figura 07. Espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific iCE 3300 AA. Ayacucho-2012.

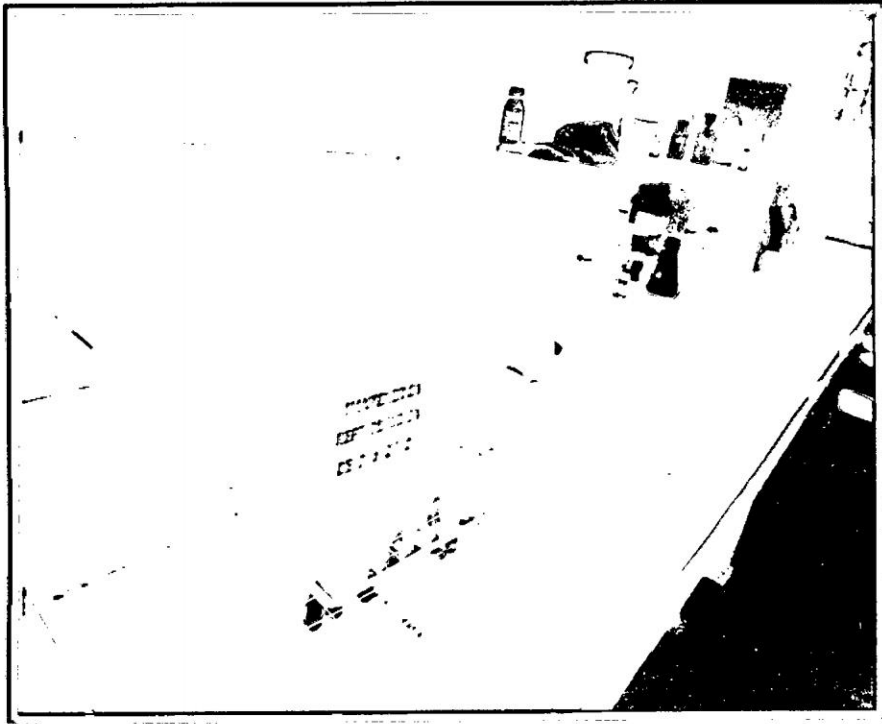


Figura 08. Muestras de sangre lista para su mineralización. Ayacucho-2012.

Anexo 06

2 ml de sangre heparinizada

adicionar 1,8 ml de mezcla sulfonitrica, luego dejar actuar por 1 hora

se lleva a ebullicion lenta hasta que desaparezca la espuma que se forma inicialmente hasta sequedad y ennegrecimiento

retirar del fuego y añadir nuevamente 0,3 ml de ácido nítrico en la misma cantidad hasta obtener un líquido casi incoloro que ya no oscurece con el calentamiento

el residuo final se trata con 4 ml de solución clorhídrica (que disuelve el sulfato de plomo)

se calienta unos minutos, se deja enfriar y se lleva a espectrofotometría (217 nm)

Figura 09. Flujograma de mineralización de las muestra de sangre. Ayacucho 2012.

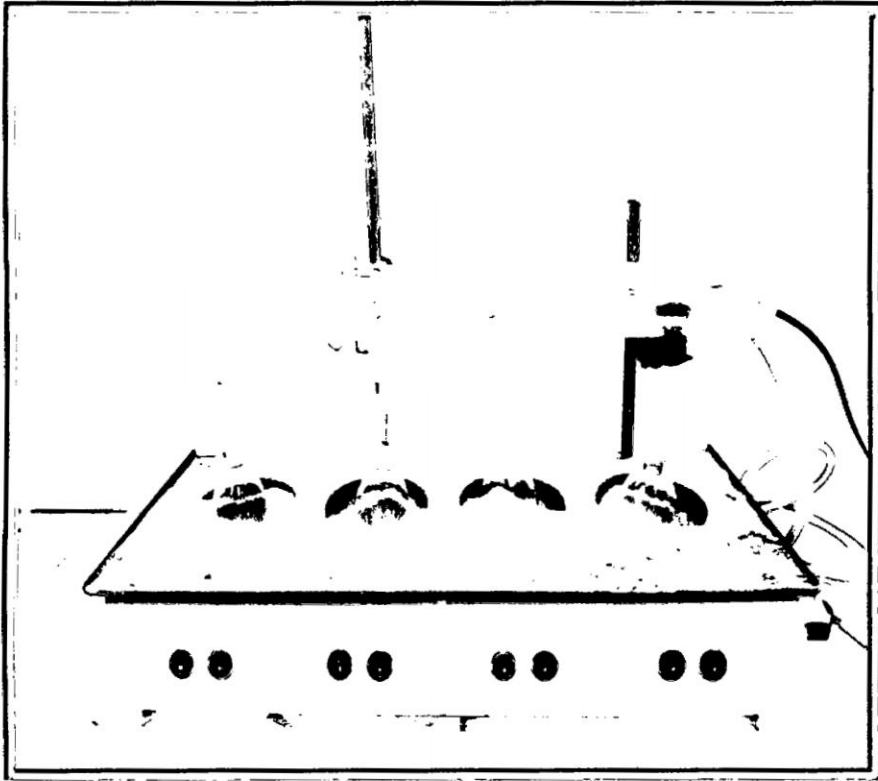


Figura 10. Mineralización o digestión de la muestra de sangre. Ayacucho-2012.

Anexo 08



Figura 11. Residuo final del proceso de digestión de las muestras de sangre. Ayacucho-2012.

Anexo 09

Tabla 4. Datos obtenidos en el estudio de los niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.

ID	Δ (nm)	(mg/l)	Co(mg/l)	Plumbemia (μ g/dl)	Edad	Sexo	Ocupación	Exposición (años)
1	0,0037	0,119	0,119	11,9	27	M	obrero	20
2	0,0037	0,119	0,119	11,9	27	M	obrero	20
3	0,0002	0,0036	0,3588	35,88	41	M	obrero	17
4	0,0002	0,0036	0,3588	35,88	41	M	obrero	17
5	-0,0002	0,0015	0,1478	14,78	38	M	docente	16
6	-0,0002	0,0015	0,1478	14,78	38	M	docente	16
7	-0,0001	0,0102	1,0157	101,57	56	M	obrero	25
8	-0,0001	0,0102	1,0157	101,57	56	M	obrero	25
9	0,0016	0,0615	0,0615	6,15	34	M	administr.	6
10	0,0016	0,0615	0,0615	6,15	34	M	administr.	6
11	0,0013	0,0643	0,0643	6,43	55	F	ama de cas	18
12	0,0013	0,0643	0,0643	6,43	55	F	ama de cas	18
13	-0,0005	0,0048	0,4756	47,56	35	M	obrero	22
14	-0,0005	0,0048	0,4756	47,56	35	M	obrero	22
15	0	0,0109	1,094	109,4	35	M	obrero	23
16	0	0,0109	1,094	109,4	35	M	obrero	23
17	0,0007	0,0152	1,5245	152,45	31	M	obrero	25
18	0,0007	0,0152	1,5245	152,45	31	M	obrero	25
19	0,0004	0,0045	0,4538	45,38	72	M	obrero	18
20	0,0004	0,0045	0,4538	45,38	72	M	obrero	18
21	0,0008	0,046	0,046	4,6	29	F	ama de cas	16
22	0,0008	0,046	0,046	4,6	29	F	ama de cas	16
23	0,0003	0,0275	0,0275	2,75	28	F	ama de cas	13
24	0,0003	0,0275	0,0275	2,75	28	F	ama de cas	13
25	0,0005	0,0377	0,0377	3,77	22	M	obrero	15
26	0,0005	0,0377	0,0377	3,77	22	M	obrero	15
27	0,0003	0,0288	0,0288	2,88	24	M	obrero	10
28	0,0003	0,0288	0,0288	2,88	24	M	obrero	10
29	0,0008	0,0283	0,0283	2,83	25	M	obrero	11
30	0,0008	0,0283	0,0283	2,83	25	M	obrero	11
31	0	0,0024	0,0024	0,24	27	F	ama de cas	8
32	0	0,0024	0,0024	0,24	27	F	ama de cas	8
33	0	0,0047	0,0047	0,47	24	M	obrero	15
34	0	0,0047	0,0047	0,47	24	M	obrero	15
35	0,001	0,0352	0,0352	3,52	22	M	docente	18
36	0,001	0,0352	0,0352	3,52	22	M	docente	18
37	0,0008	0,0275	0,0275	2,75	21	M	administra.	5
38	0,0008	0,0275	0,0275	2,75	21	M	administra.	5
39	0,0006	0,0209	0,0209	2,09	26	M	obrero	10
40	0,0006	0,0209	0,0209	2,09	26	M	obrero	10
41	0,0004	0,018	0,018	1,8	26	F	ama de cas	4
42	0,0004	0,018	0,018	1,8	26	F	ama de cas	4

Anexo 10

Tabla 5. Promedio de las variables en estudio de los niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.

Variable	Promedio
Plumbemia ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	26,63
Edad (años)	33,24
Exposición (años)	15

Anexo 11

Tabla 6. Prueba Chi cuadrado de independencia para las variables tiempo de residencia y niveles de plomo en sangre de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	27,462 ^a	4	0,000
Razón de verosimilitudes	36,699	4	0,000
Asociación lineal por lineal	22,077	1	0,000
N de casos válidos	42		

Anexo 12

Tabla 7. Prueba Chi cuadrado de independencia para las variables sexo y niveles de plomo en sangre de los habitantes del Centro Poblado de Taca, distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,077 ^a	1	0,004		
Corrección por continuidad ^b	6,096	1	0,014		
Razón de verosimilitudes	11,459	1	0,001		
Estadístico exacto de Fisher				0,007	0,004
Asociación lineal por lineal	7,885	1	0,005		
N de casos válidos	42				

Anexo 13
Tabla 08. Matriz de consistencia

Título	Problema	Objetivo	Variable	Marco teórico	Metodología
Niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012	¿Cuál será el nivel de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, provincia Víctor Fajardo?	<p>General: Determinar los niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, provincia de Víctor Fajardo Ayacucho-2012.</p> <p>Específicos: -Determinar los niveles de plomo en sangre de varones de 18-72 años de edad. -Determinar los niveles de plomo en sangre de mujeres de 18-72 años de edad. -Establecer la relación entre el tiempo de residencia y el contenido de plomo en la sangre.</p>	<p>Independiente: Habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, provincia Víctor Fajardo. Ayacucho 2012.</p> <p>Indicadores: Edad, sexo, ocupación, tiempo de residencia.</p> <p>Dependientes: Niveles de plomo en la sangre</p> <p>Indicador: Plumbemia en $\mu\text{g}/\text{dl}$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes • Fuentes y vías de exposición al plomo • Toxicocinética • Mecanismo de acción • Efectos de plomo sobre la salud • Efectos del plomo en el embarazo • Diagnóstico y tratamiento • Minería Catalina Huanca Sociedad Minera SAC. 	<p>Población muestral. 42 personas de 18 a 72 años de edad, que cumplieron los criterios de inclusión del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, provincia Víctor Fajardo, Ayacucho 2012.</p> <p>Muestra biológica. 2 ml de sangre obtenida por venopunción de la vena media del brazo.</p> <p>Metodología -Charla de sensibilización. -Preparación de curva de calibración -Determinación de plomo en sangre El método se basa en la formación de un complejo orgánico de plomo y es vaporizado en el atomizador del espectrofotómetro. Las condiciones de trabajo del espectrofotómetro son: longitud de onda, 217 nm; atomizador, y mechero de acetileno-aire. Sensibilidad 0,02 $\mu\text{g}/\text{ml}$.¹⁹</p> <p>Análisis de datos. Los resultados fueron procesados con el paquete estadístico SPSS versión 19 y se representaron mediante gráficos en forma de histogramas. La significancia estadística entre los grupos estudiados se determinó con la prueba de Chi cuadrado (relación de plomo $\mu\text{g}/\text{dl}$ entre varones, mujeres, sexo, edad, tiempo de residencia,) a un nivel de confianza del 95%.</p>

Niveles de Plomo Sanguíneo en los Habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho 2012.

Javier Ceorimanya¹, Edwin Enciso¹

¹Escuela de Formación Profesional de Farmacia y Bioquímica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

RESUMEN

La intoxicación con plomo es un problema de trascendental importancia para la salud pública por sus efectos en la calidad de vida de las personas, particularmente de los niños expuestos. La presente investigación fue de tipo descriptivo transversal y se realizó con la finalidad de determinar los niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, durante los meses de junio y julio de 2013. Participaron del estudio 42 personas voluntarias: 32 varones y 10 mujeres, cuya media de edad fue de 33,23 años (rango: 21-72 años). Se tomaron muestras de sangre mediante venopunción previo consentimiento informado, utilizando tubos al vacío con anticoagulante, se mantuvieron bajo refrigeración a 8°C, se trataron con mezcla sulfonítrica - ácido nítrico concentrado a ebullición lenta en un equipo de digestión y luego leídas en un espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific Ice 3300 a 217nm. Se obtuvieron los siguientes resultados: todos los sujetos estudiados presentan algún grado de contaminación con plomo, encontrándose un nivel de plumbemia medio de 26,62 µg/dl y los niveles de plomo en sangre de varones y mujeres de 18 a 72 años de edad, encontrándose medias de 33,96 y 3,16 µg/dl, respectivamente, existiendo relación entre el género y plumbemia ($p < 0,05$). El nivel de plomo en sangre de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia de Víctor Fajardo, se incrementa en función del tiempo de residencia, por lo que existe relación entre estas dos variables ($p < 0,05$).

Palabras clave: Plumbemia, Centro Poblado de Taca.

SUMMARY

Lead poisoning is an issue of paramount importance for public health because of its effects on quality of life of people, particularly children exposed. This research was descriptive and cross was performed in order to determine blood lead levels in residents of the Town Center Taca, during the months of June and July 2013. The study included 42 volunteers: 32 males and 10 women, whose mean age was 33, 23 years (range 21-72 years). Blood samples were taken by prior venipuncture informed consent, using vacuum tubes with anticoagulant, kept under refrigeration at 8°C, treated with sulfonitric mix - concentrated nitric acid to a slow boil in a digestion and then read in a spectrophotometer Thermo Scientific atomic absorption iCE3300 to 217nm. The following results were obtained: all the subjects have some degree of lead contamination found average blood lead level of 26,62 mg/dl and blood lead levels in men and women aged 18-72 years, finding averages 33,96 and 3,16 mg/dl, respectively, existing relationship between gender and blood lead ($p < 0,05$). The level of lead in blood of the inhabitants of the Town Center Taca Canaria District, Province of Víctor Fajardo, increases as a function of residence time, so that there is a relationship between these two variables ($p < 0,05$).

Keywords: blood lead, Taca Town Center.

INTRODUCCIÓN

La exposición del hombre a ciertos metales en su estado original o en sus formas químicas, puede ocasionar efectos deletéreos¹ ya que se encuentran distribuidos en todo el planeta Tierra y la exposición a ellos se da a través de diferentes actividades antropogénicas como la minería, principalmente.² El saturnismo, fue reportado desde 2500 AC por los Griegos y Árabes.¹ Los efectos del plomo sobre la salud se conocen desde 1940, especialmente en las personas laboralmente expuestas, dada su alta peligrosidad al acumularse en la sangre, huesos y células suaves, afectando hígado, riñones y sistema nervioso central, ocasionando retraso mental, retraso del crecimiento físico del niño y desórdenes en la actividad diaria de la persona, aún en pequeñas dosis.³ Su eliminación lenta del organismo determina su acumulación constituyendo un serio problema de salud, con un alto costo social.⁴ Los métodos instrumentales hoy en día representan un importante medio de diagnóstico, identificación y cuantificación de plomo en los sistemas biológicos e incluso ambiental. La espectrofotometría de absorción atómica es una técnica capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de elementos del Sistema Periódico. Considerando que el 95% de la población de Taca se beneficia con la minería y que no existen estudios toxicológicos previos, nos hemos trazado el objetivo general de determinar los niveles de plomo sanguíneo en los habitantes del Centro Poblado de Taca, Distrito Canaria, Provincia de Víctor Fajardo, Ayacucho, Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Muestra sanguínea de 42 personas de ambos sexos en los meses de junio y julio de 2013.⁵

Obtención de las muestras sanguíneas

Se recolectó 2 mL de sangre en tubos al vacío con anticoagulante EDTA mediante venopunción de la vena media del antebrazo, previa asepsia con alcohol, las muestras se mantuvieron bajo refrigeración a una temperatura aproximada de 8 a 10°C hasta su análisis.

Preparación de la curva de calibración

Se preparó una solución de nitrato de plomo 1000 ppm, a partir del cual se prepararon soluciones de 5, 10 y 20 ppm en agua desionizada (v/v) equivalentes a 5, 10 y 20 mg/L.⁶ y se hicieron las lecturas en un

espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific iCE 3300 AA.

Determinación de plomo en sangre

El método se basa en la formación de un complejo orgánico de plomo que es vaporizado en el atomizador del espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific iCE 3300. Las condiciones de trabajo del espectrofotómetro fueron: longitud de onda 217 nm; atomizador y mechero de acetileno-aire. Sensibilidad 0,02 µg/mL. Para la mineralización se colocó 2 ml de sangre total heparinizada más 1,8 ml de mezcla sulfonítrica en un matraz de Kjeldahl de 100 mL. Se dejó actuar en frío durante una hora, se calentó a ebullición normal hasta casi sequedad y ennegrecimiento del residuo. Se retiró del fuego y añadió 0,3 mL de ácido nítrico, en la misma cantidad cada vez, hasta obtener un líquido casi incoloro que ya no oscurece con el calentamiento. El residuo final se trató con 4 mL de solución clorhídrica de cloruro sódico al 0,5% (que disuelve el sulfato de plomo).⁶

La absorbancia se convirtió en mg/L utilizando la ecuación de la curva de calibración previamente determinada.

Análisis de datos

Los resultados fueron agrupados en dos grupos: los intoxicados con mayor a 10 µg/dL de plomo y los no intoxicados con menor a 10 µg/dL. Luego se procesaron con el paquete estadístico SPSS versión 19. La significancia estadística entre los grupos estudiados se determinó con la prueba Chi cuadrado (relación de plomo µg/dL entre varones, mujeres, sexo, edad, tiempo de residencia) a un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

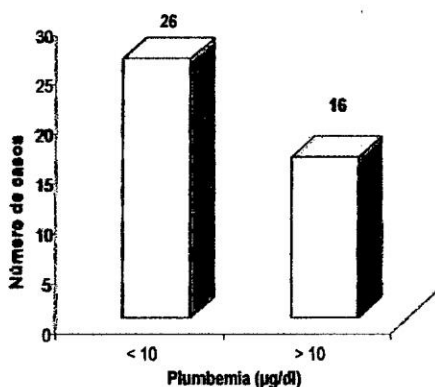


Figura 1. Niveles de plomo sanguíneo presente en los pobladores del Centro Poblado de Taca según el nivel de intoxicación. Ayacucho-2012.

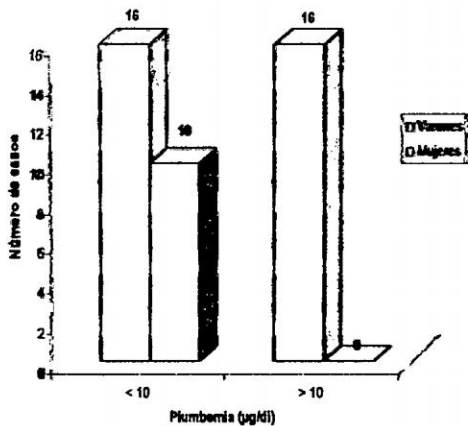


Figura 2. Niveles de plomo sanguíneo de acuerdo al género de los habitantes del Centro Poblado de Taca, Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho-2012.

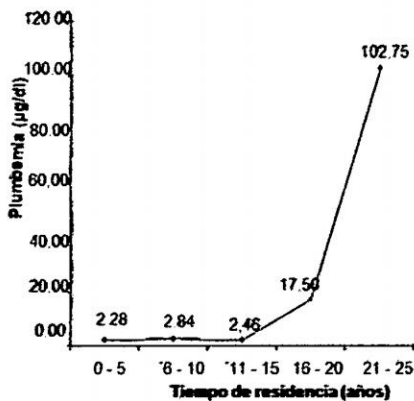


Figura 3. Niveles de plomo en sangre de acuerdo al tiempo de residencia de los habitantes del Centro Poblado de Taca. Provincia Víctor Fajardo. Ayacucho 2012.

DISCUSIÓN

El Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos de Norteamérica (CDC) ha definido como intoxicación por plomo cuando esta es mayor o igual a 10 µg/dL⁷, y como se puede apreciar en la Figura 1, 16 pobladores de los 42 en estudios mostraron niveles de plomo en sangre por encima de lo establecido como tóxico y todos son varones, esto explica que se encuentra en una contaminación laboral. Este hecho se puede explicar de muchas formas. Muchos estudios han establecido que el 80% del plomo del aire atmosférico, 90% del cual se encuentra en forma de partículas inorgánicas, proviene de la gasolina. Las principales fuentes de emisión de plomo a los ecosistemas son las fundiciones de plomo, y las industrias clandestinas de acumuladores. El agua potable puede contaminarse en su misma fuente por el plomo del aire o por vertidos de la escoria de

las minas que no se procesan. La OMS ha fijado una concentración máxima tolerable de plomo en el agua potable de 0,05 ppm. Otra vía de ingreso del plomo en el cuerpo humano es la ingestión de alimentos contaminados, tales como verduras, frutas y tubérculos cultivados con agua de regadío contaminada. La leche de vaca y la materna también son fuentes de ingestión de plomo, ya que en ellas se ha detectado plomo al igual que en los alimentos enlatados. La absorción de plomo por vía respiratoria depende de su concentración en el ambiente, así como del tiempo y la frecuencia de la exposición. En el organismo, el plomo es transportado por la sangre y distribuido a los diferentes órganos, en algunos de los cuales se acumula. Si la exposición es continua, se alcanza un equilibrio dinámico en los diferentes compartimientos del organismo. Y en lugares aledaños del Centro Poblado de Taca, la agricultura y la ganadería es muy pobre ya que el agua está contaminada por los polvos y desechos que la mina produce. En muchas investigaciones se ha demostrado la presencia creciente del plomo ambiental en las grandes ciudades y en zonas completamente rurales. Sus valores descienden a medida que disminuye la densidad poblacional. El carácter industrial de la ciudad desempeña un papel preponderante en el nivel de plomo ambiental, que a su vez se correlaciona directamente con la concentración de sulfuro de plomo (PbS) de sus habitantes. Se han encontrado valores entre 20 y 40 µg/dL en habitantes de grandes ciudades o de ciudades industriales, mientras que en zonas rurales este valor oscila en alrededor de 12 µg/dL. También se han detectado diferencias entre los dos sexos: la concentración de PbS es más alta en hombres que en mujeres, como se ha observado en este trabajo este resultado puede ser porque los varones están expuesto directamente a la mina o en algún momento eran trabajadores momentáneos y las mujeres en mayor parte son ama de casa. La concentración de PbS que actualmente se considera el límite de la normalidad es ≤1,4µmol/L. Algunos investigadores escandinavos han demostrado que a esta concentración se producen alteraciones subclínicas que pueden detectarse en los análisis de la sangre. Las personas con estas concentraciones se encuentran en riesgo de desarrollar cáncer cerebral o pulmonar. Por este motivo, dicho límite se ha reducido a 0,7 µmol/L (14,5 µg/dL). Sin embargo, las

concentraciones de PbS encontradas en grupos seleccionados de habitantes de grandes ciudades siempre han sido elevadas (por ejemplo, 1,44 $\mu\text{mol/L}$ en México y 0,87 $\mu\text{mol/L}$ en Bélgica).⁸

La exposición de poblaciones peruanas al plomo se ha dado principalmente como consecuencia de la explotación minera, el almacenamiento de minerales, las emisiones de fundiciones y el depósito de relaves mineros.⁹

Existe relación entre las variables género y plumbemia, característica que podría deberse a que en su mayoría los hombres se dedican a la labor minera, es decir, probablemente debido a la exposición dentro de su ambiente laboral y al tiempo de residencia. Las mujeres también presentaron cierto grado de contaminación por plomo, lo que podría explicarse por la ocupación doméstica que ellas desempeñan convirtiéndose la vía de absorción más importante la inhalatoria y posterior absorción los vapores de óxidos inhalados.¹⁰ De otro lado, el problema del trabajo ocupacional con plomo es universal, sobre todo cuando se trabaja sin criterios de higiene ocupacional. En el Perú la industria minera metalúrgica del plomo mantiene programas de gestión en salud ocupacional de buena calidad, pero no sucede lo mismo en la minería informal del plomo.¹¹

El grupo de mayor importancia fue el obrero con plumbemia por encima de 70 $\mu\text{g/dL}$. Este aspecto es característico para el trabajador adulto, especialmente hombre, como el prototipo del ocupacionalmente expuesto. Muchos estudios han demostrado que el plomo es un contaminante potencialmente presente en todos los medios ambientales, con múltiples fuentes de origen y vías de propagación, que contribuyen a la exposición individual.¹⁰ Respecto a los niveles de plomo en función del tiempo de residencia, se puede notar que cuanto más tiempo de ocupación la plumbemia se incrementa de manera directamente proporcional, tal es así que los sujetos con más de 20 años de ocupación manifiestan plumbemia que llega hasta 102 $\mu\text{g/dL}$, inclusive, no sólo por la exposición en su medio laboral, sino también durante su exposición al ambiente, el polvo doméstico y el suelo, es decir, que los niveles séricos de plomo varían según el tiempo de exposición.¹² En efecto, el análisis estadístico de χ^2 ($p < 0,05$) de las variables tiempo de residencia y plumbemia ha

demostrado que existe relación entre estas. Dada la actividad minera, y el impacto ambiental que esta ocasiona, no se podría descartar que el agua distribuida por los sistemas de acueductos, también representen ser una fuente importante de ingreso de plomo al organismo del ser humano, por contaminación de componentes en el sistema de distribución, y no a la fuente de agua en sí misma.

Es de notar que la actividad minera estaría representando un foco de contaminación desde 1954, año en que la empresa Catalina Huanca Sociedad Minera SAC. Entró en operaciones formales.¹¹ En efecto, actividades como esta son características de algunos países en desarrollo, la población está expuesta a factores ambientales adversos. El elevado nivel de contaminantes ambientales coexiste con una malnutrición poblacional, y los efectos nocivos que esta situación puede producir a mediano y largo plazo en la salud de la población expuesta es latente.¹³ Principalmente para los niños, ya que la exposición al plomo ha sido clasificada como la amenaza más grande para la salud de los niños menores de 6 años.¹⁴

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carpenter D. Health effects of metals. *Central Europa Journal Public Health* 6. 1998;160-163.
2. Mielke H, y Reagen P. Soil is an important pathway of human lead exposure. *Environmental Health Perspectives*. [Revista en internet] 1998 [acceso 2013-11-24];106(1):217-229. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/article/PMC1533263/>.
3. Sepúlveda AV, Vega MJ, Delgado BI. Exposición severa a plomo ambiental en una población infantil de Antofagasta, Chile. *Revista médica de Chile*. [Revista en internet] 2000. [acceso 2013-11-24];128(2):221-232. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-9887200000200014&script=sci_arttext&tlng=pt
4. Lamphear BP, Burgoon DA, Rust SW, Eberly S, Galke W. Environmental exposures to lead and urban children's blood lead levels. *Environmental Research*, [Revista en internet] 1998 [acceso 2013-11-24];76(2):120-130. Disponible en:

- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935197938019>
5. Gil A. ¿Cómo hacer una Investigación epidemiológica y aplicar adecuadamente la estadística? Lima; 2008.
 6. Córdova D. Toxicología. 4ª ed. Bogotá: Editorial El Manual Moderno; 2000.
 7. Ramos W, Munive L, Alfaro M, Calderón M, Gonzáles I, Núñez Y. Intoxicación plúmbica crónica: una revisión de la problemática ambiental en el Perú. *Rev. Peruana. Epidemiol.* [Revista en internet] 2009 [acceso 2013-11-24]. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bVrevistas/epidemiologia/v13_n2/pdf/a02v13n2.pdf
 8. Sanín LH, González T, Romieu I, Hernández M. Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. *Revista Salud pública de México*, [Revista en internet] 1998 [citado 2013-10-28]; 40(4):359-368. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v40n4/Y0400409.pdf>
 9. Ramos W, Munive L, Alfaro M, Calderón M, Gonzáles I, Núñez Y. Intoxicación plúmbica crónica: una revisión de la problemática ambiental en el Perú. *Rev. Peruana.* [Revista en internet] 1997 [citado 2013-10-15]; 116(4):307-314. Disponible en: *Epidemiol.* http://sisbib.unmsm.edu.pe/bVrevistas/epidemiologia/v13_n2/pdf/a02v13n2.pdf
 10. Espinosa C, Nobrega D, Seijas D, Sarmiento A, Medina E. Niveles de plomo en sangre y factores ambientales asociados, en una población infantil venezolana. *Gaceta Médica de Caracas* [Revista en internet] 2008 [citado 2013-9-15]; 116(4):307-314. Disponible en: [http://www.anm.org.ve/FTPANM/online/2008/Octubre Diciembre/06.%20Espinosa%20C%20\(307-314\).pdf](http://www.anm.org.ve/FTPANM/online/2008/Octubre%20Diciembre/06.%20Espinosa%20C%20(307-314).pdf)
 11. KnightPiésold Consultores S.A. Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. Unidad Minera Catalina Huanca Plan de Cierre Resumen Ejecutivo. Lima, 2006. Silvera L. Niveles de plomo en sangre de pobladores de las Vías de alto tráfico vehicular en la Ciudad de Ayacucho, 2008. [Tesis] Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Biológicas; 2008.
 12. Silvera L. Niveles de plomo en sangre de pobladores de las Vías de alto tráfico vehicular en la Ciudad de Ayacucho, 2008. [Tesis] Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Biológicas; 2008.
 13. Pacheco AR., Bay CC, Gutiérrez GY, Salazar RG, Muñoz AL, Llanos SM, Ronco AM. Contenido de plomo sanguíneo y composición corporal en mujeres jóvenes expuestas a humo de madera en la ciudad de Temuco. *Revista chilena de nutrición*; [revista en internet]; 2011 [citado 2013-11-24]. 38(4):414-421. Disponible en: http://scholar.google.com.pe/scholar?q=Contenido+de+plomo+sangu%C3%ADneo+y+composici%C3%B3n+corporal+e+mujeres+j%C3%B3venes+expuestas+a+humo+de+madera+en+la+ciudad+de+Temuco&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2005&as_yhi=2013
 14. Samaniego E. Benites-Leite S. Niveles de plomo en sangre en niños de áreas urbanas y sub-urbana. *PediatrPy.* [revista en internet] 2002 [citado 2013-11-24]; 29(2):10-16. Disponible en: <http://www.revista.spp.org.py/index.php/ped/article/view/201>