



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

**“ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y SU RELACIÓN
CON EL CRECIMIENTO EN NIÑOS EN ETAPA ESCOLAR DEL
DISTRITO DE HUAY-HUAY, PROVINCIA DE YAULI, REGIÓN JUNÍN-
PERÚ”**

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

AUTORES:

Bach. HUARANGA FUERO, CYNTHIA

Bach. ENRIQUEZ ABAL, LUIS ALFREDO

ASESOR:

MG. MONTANCHEZ MERCADO, ENRIQUE

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi mamá que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

Ha mi sobrina Zoé valentina que llegó a mi vida para darme fuerzas para salir adelante a pesar de las adversidades de la vida y cuando crezca se sienta orgullosa de mí.

Ha mis dos angelitos que me guían desde el cielo, sé que están súper orgullosos de mí porque estoy cumpliendo uno de mis objetivos.

Bach. CYNTHIA HUARANGA FUERO

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, sin ella no lo hubiera logrado. Gracias por tus consejos, Tú bendición a diario, a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.

Bach. LUIS ALFREDO ENRIQUEZ ABAL

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas que transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis con éxitos y obtener una afable titulación profesional.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1. Enfoque y diseño de la investigación.....	12
2.2. Población, muestra y muestreo	12
2.3. Variables de investigación	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
2.4.1. Espectrofotometría de absorción atómica	13
2.4.2. Procedimiento	16
2.5. Proceso de recolección de datos.....	20
2.6. Métodos de análisis estadísticos	20
2.7. Aspectos éticos.....	21
III. RESULTADOS	22
IV. DISCUSIÓN	32
4.1. Discusión de resultados.....	32
4.2. Conclusiones	35
4.3. Recomendaciones	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Edad y sexo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay	22
Tabla 2	Peso de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo	23
Tabla 3	Talla de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo	25
Tabla 4	Índice de masa corporal de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo	26
Tabla 5	Concentración de plomo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo	28
Tabla 6	Concentración de plomo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según peso, talla e IMC	29
Tabla 7	Relación entre la concentración de plomo y el peso de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay	33
Tabla 8	Relación entre la concentración de plomo y la talla de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay	34
Tabla 9	Relación entre la concentración de plomo y el índice de masa corporal de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay	35
Tabla 10	Nivel de concentración de plomo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según rango de referencia	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Constituyentes de un equipo de espectrofotometría de absorción atómica en horno de grafito ⁽³²⁾	15
Figura 2	Esquema del funcionamiento de un espectrofotómetro ⁽³⁵⁾	15
Figura 3	Toma de muestra de niñas en etapa escolar	16
Figura 4	Toma de muestra de niños en etapa escolar	16
Figura 5	Muestras rotuladas y etiquetadas	17
Figura 6	Medición de la talla y peso de los niños	20
Figura 7	Edad y sexo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay	23
Figura 8	Peso de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo	24
Figura 9	Talla de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo	25
Figura 10	Índice de masa corporal de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo	27
Figura 11	Concentración de plomo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo	29
Figura 12	Concentración de plomo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según peso, talla e IMC	30

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A** Operacionalización de variables
- Anexo B** Instrumentos de recolección de datos
- Anexo C** Consentimiento informado
- Anexo D** Acta o dictamen de aprobación de comité de ética
- Anexo E** Evidencias de trabajo de campo

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar si la concentración de Plomo se relaciona con el crecimiento de los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín

Métodos. Espectrofotometría de absorción atómica- horno grafito

Resultado. Se evidenciaron que: No existe relación entre la concentración de Plomo en cabello con el peso que presentan los niños.

Conclusión: el 70% se ubican dentro de la media de crecimiento correspondiente a su estatura para su edad en años y sexo, el 15% a razón de la edad y el sexo refieren una baja estatura

Palabras clave: Plomo, niños en etapa escolar, crecimiento, peso, talla, cabello.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine if the concentration of Lead is related to the growth of children in the school stage of the Huay-Huay District, Yauli Province, Junín Region.

Methods. Atomic absorption spectrophotometry - graphite furnace

Result. It was evidenced that: There is no relationship between the concentration of Lead in hair and the weight of children.

Conclusion: 70% are within the average growth corresponding to their height for their age in years and sex, 15% based on age and sex refer to a short stature

Keywords: Lead, school, children, growth, weight, height, hair.

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace ya varios años se ha incrementado significativamente en todo el mundo el peligro salubre que muestra la presencia en el ambiente de metales como por ejemplo el plomo, manganeso, mercurio y similares, debido a que se demostró que dichos metales poseen efectos muta génicos, neurotóxicos, carcinógenos, etc.⁽¹⁾ El plomo es un metal de alta toxicidad que se halla en la corteza terrestre de manera natural y su uso en general ha dado sitio en muchos lugares del mundo a una gran contaminación ambiental e incrementando en gran nivel las enfermedades y graves inconvenientes de salud pública, afectando principalmente los niños entre 6 a 12 años, que al entrar a su organismo conlleva a inconvenientes del aumento de somnolencia y más que nada exponer niveles bajos de coeficiente intelectual⁽²⁾.

En los países sub desarrollados más de una tercera parte de los niños fueron afectados debido a las elevadas concentraciones de plomo por lo cual todos los años cobra aproximadamente 143 000 vidas, y son justamente en dichos países en proceso de desarrollo, donde se registran las tasas de mortalidad más altas, así mismo se conoce que las personas que viven en un radio de 5 km cerca de una explotación minera están altamente expuestas a los daños que este metal pueda causar en sus organismos⁽²⁾. Lamentablemente, los factores de riesgo no solo se deben a la presencia de este metal en el ambiente; estas también se ven afectas por condiciones económicas y sociales adversas, los cuales son conflictos comunes en países subdesarrollados, la pobreza y la mala alimentación, son claros agravantes ya que muchos niños no cuentan con espacios saludables, seguros y que los protejan garantizando su crecimiento y normal desarrollo.

La actual investigación tiene como propósito precisar si la concentración de Plomo se relaciona con el desarrollo de los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín. El plomo es un elemento tóxico que paulatinamente va acumulándose en el cuerpo humano, afectando distintas partes del organismo, con efectos fundamentalmente perjudiciales para los infantes. Este elemento se esparce por las distintas partes del cuerpo humano alcanzando el hígado, los riñones, los huesos e incluso el cerebro y depositándose especialmente en huesos y dentadura,

acumulándose a lo largo de los años ⁽³⁾. Para medir el nivel de concentración de este elemento en humanos, se analizan muestras de sangre, cabello u orina.

El objeto de la actual investigación es dar un alcance más claro sobre los peligros a los cuales están expuestos los menores, debido a su alta vulnerabilidad; ya que hasta el momento se conoce que estos pueden llegar a absorber 4 o 5 veces más la cantidad de plomo comparado a los adultos.

El Distrito de Huay-Huay pertenece a los diez distritos de Yauli, provincia localizada en el departamento de Junín, región Junín, Perú, situado a 3,970 m.s.n.m., la contaminación ambiental que se muestra en la zona, hay que fundamentalmente a la cercanía de las industrias mineras, quienes por años vienen contaminando el medio ámbito con elaborados químicos que vienen de la explotación de metales.

La concentración de plomo en cabello trata de apreciar la cantidad que se encuentra en el organismo expresado en mg/kg, es uno de los más importantes indicadores biológicos populares de exposición ambiental al plomo y un instrumento primordial para su evaluación y control sobre una población en compromiso ⁽²⁾.

El Plomo esta descrito como un elemento muy tóxico, este interrumpe el correcto funcionamiento de la globulina en los eritrocitos, inhabilita la enzima ferroquelatasa obstaculizando que el Hierro y la protoporfirina IX se unan para conformar el grupo hemo, como resultado de esto la protoporfirina IX se integra al Zinc, y conforma la protoporfirina Zinc (PPz), y como consecuencia hay un incremento de dicho metal porfirina dentro de los glóbulos rojos y decrece la Hb, generando anemia hipocrómica y normocítica⁽⁴⁾.

Por lo antes citado la contaminación por plomo representa una problemática que merece esclarecimiento en el Distrito de Huay-Huay, debido a que más allá de las proposiciones encaminadas a solucionar la contaminación ambiental derivada de las ocupaciones metalúrgicas, no se ha dado una respuesta y no se han planteado acciones concretas que puedan revertir las alarmantes condiciones de contaminación que continúan afectando la salud de los pobladores de la esta localidad.

Se asocia el Plomo a una extensa cadena de efectos, donde están incluido el daño al desarrollo neurológico, evidenciando un claro retraso en el aspecto cognitivo y en la intelectualidad de los niños; sumado a esto, la insuficiencia renal, hipertensión, patologías cardiovasculares e infertilidad en el caso de los adultos. El Cadmio causa perjuicios a los túbulos renales proximales y daña el metabolismo del Calcio, lo que resulta en una reducción de la consistencia mineral ósea. ⁽⁵⁾

En la presente investigación se plantea el siguiente problema (Problema General):

- ¿La concentración de Plomo se relaciona con el crecimiento de los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay provincia de Yauli región Junín?

Siendo los Problemas Específicos:

- ¿La concentración de Plomo se relaciona con el peso que presentan los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay provincia de Yauli Región Junín?
- ¿La concentración de Plomo se relaciona con la talla que presentan los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay provincia de Yauli región Junín?
- ¿La concentración de Plomo se relaciona con el índice de masa corporal que presentan los niños en etapa escolar del Distrito de Huay- Huay provincia de Yauli, región Junín?
- ¿La concentración de Plomo en niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay Provincia de Yauli en la región Junín se encontrará dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la Unión Europea (UE)?

El número y diversidad de agentes químicos que contaminan el medio ambiente está aumentando continuamente y proporcionalmente. Metales pesados como (Cd, Mn, Pb, Hg, etc.), son los que se encuentran en el grupo de contaminantes químicos tóxicos que presentan mayor amenaza para el hombre. ⁽¹⁵⁾ A pesar de que estos metales tienen una naturaleza innata en la corteza superficial, éstos podrían transformarse en agentes de contaminación si su organización en el ambiente terrestre se afecta a causa de ocupaciones de la humanidad (actividades antropogénicas). Generalmente, esto es una consecuencia de extraer y refinar materia producto de la minería, al liberar efluentes industriales y por la emisión causada por

los vehículos motorizados causando un impacto ambiental grave. Y, por si fuera poco, la liberación desmesurada de agentes residuales ha contaminado tanto nuestra flora y fauna. ⁽¹⁵⁾

Una consecuencia muy clara de la expansión de estos agentes residuales, es el acumulo de xenobióticos en los organismos pertenecientes al ecosistema y en el entorno terrestre. La acumulación del contaminante en el entorno terrestre, se rige por su afinidad. ⁽⁹⁾

La biomagnificación se da cuando un ser viviente ingiere alimentos contaminados y éste posteriormente sirve de alimento a otro ser viviente que se encuentra más arriba en la escala trófica. Un caso representativo a lo mencionado anteriormente se da con el Hg, ya que muchas especies depredadoras las cuales están en lo más alto de la cadena alimenticia, tienen un alto nivel de concentración de mercurio, muchas de las cuales podrían ser consumidas más adelante por seres humanos, incluidos los niños. ⁽¹⁶⁾

De acuerdo con la OMS (2015) El plomo está por naturaleza sobre la faz de la tierra. Su empleo en general ha desatado en distintos lugares alrededor del globo, una sustancial contaminación ambiental, un grado destacable de exposición de las personas y grandes inconvenientes en la salud pública. Ningún grado al que una persona esté expuesta al plomo podría considerársele no riesgoso. Por otro lado, es posible prevenir la intoxicación por este metal. ⁽¹⁷⁾

El plomo no es considerado un componente fundamental en el organismo y el consumo excesivo de este puede perjudicar los sistemas nervioso, circulatorio, óseo, inmunológico y endocrino. Los infantes, mujeres gestantes y adultos mayores son los más susceptibles al daño del Pb, causando además perjuicios considerables en el intelecto y el crecimiento en los menores. ⁽¹⁸⁾

La literatura sobre los efectos de la exposición al plomo en la salud es extensa y categórica. La toxicidad del plomo está sujeta a varios impedimentos cognitivos, notable reducción del coeficiente intelectual, problemas cardiovasculares,

bajo peso al nacer, costos económicos, baja expectativa de vida y posibles tasas mayores de crimen violento. Existen documentos que calculan la carga de contaminación por plomo en poblaciones infantiles con métodos desarrollados por la propia OMS. Realizando una revisión exhaustiva de literatura, se puede generar los Años de Vida Ajustada a la Discapacidad para la exposición pediátrica al plomo atribuibles en zonas expuestas. Es posible también, estimar el impacto en el coeficiente intelectual de los menores comparando con aquel de los Estados Unidos, un país que no tiene una exposición tan extensiva al plomo. ⁽¹⁹⁾

El plomo es absorbido por varias vías, siendo predominantes la gastrointestinal y respiratoria. Se sabe que, en los menores, la vía más perjudicada es la oral, puesto que es el intestino el que absorbe casi un 50% del Pb consumido (cinco veces mayor a la de los adultos). la más grande fuente de exposición para los niños es el remanente depositado en sus manos y juguetes. ⁽²⁰⁾

La absorción de plomo se da por inhalación, ingestión y a nivel cutáneo. La concentración y la posibilidad de dispersión del plomo hacia el resto del cuerpo es determinada por el tipo de vía de ingreso, el volumen de la partícula y el tipo de compuesto de Pb ya sea orgánico o inorgánico. Más aún, la absorción responde a factores innatos del organismo tales como el bajo consumo de hierro en etapas importantes del crecimiento, por ejemplo, en la en la niñez temprana, en esta etapa se incrementa la absorción a nivel gastrointestinal de Pb. Se sabe que el Zinc influye en la absorción del Pb, debido a que existen varios estudios donde se ha demostrado que, gracias al incremento de consumo de zinc en la dieta, se disminuye la absorción de plomo y su toxicidad, lo que refleja que el este elemento tiene un impacto positivo en relación al Pb a nivel gastrointestinal. ⁽²¹⁾

El plomo causa consecuencias severas en la salud de los menores. Si el grado de plomo al que ellos están expuestos es alto, esto los afecta a nivel cerebral y también al SNC, resultando en convulsiones, un coma e incluso riesgo de mortalidad. Los menores que logran sobreponerse a un alto grado de intoxicación podrían experimentar distintas secuelas, como por ejemplo problemas conductuales y deficiencias a nivel mental.

Se comprobó que, en rangos bajos de exposición, aparentemente asintomáticos al Pb, provocan también diversos problemas en el organismo. En los menores daña particularmente, al desarrollo del cerebro, lo cual puede resultar en una disminución del cociente intelectual, cambios de comportamiento como el decrecimiento en su capacidad de concentración y el incremento de conductas antisociales; dando todo esto como consecuencia, un bajo rendimiento escolar.

“Los niños son el grupo de mayor riesgo dada su alta vulnerabilidad debido a su peso corporal, metabolismo y grado de desarrollo de sus órganos y tejidos”. Según la OMS se estima que, a causa de la contaminación por plomo, se reportan unos 600.000 casos nuevos de niños con discapacidad intelectual anualmente, y el 99% de estos casos se presentan en países subdesarrollados ⁽²⁸⁾

La exposición al Pb podría provocar también disminución de la hemoglobina, problemas renales, inmunotoxicidad, hipertensión, y problemas de fertilidad. Se dice también que son irreversibles las consecuencias neurológicas y conductuales causadas por el plomo.

No hay un grado de plomo en la sangre que se considere no riesgoso. Inclusive un grado concentrado en sangre de 5 µg/dl podría mermar en la capacidad cognitiva de los menores y traer conflictos conductuales, así como también problemas en su desarrollo cognitivo. Mientras más grande es el grado de exposición, se incrementan más los síntomas y efectos. ⁽²²⁾

Es positivo encontrar que la supresión paulatina de los combustibles con plomo en la mayor parte de las naciones, junto a otros reglamentos, permitió disminuir con significancia los niveles de plomo en la sangre de los ciudadanos ⁽²⁴⁾. Sin embargo, se debe seguir eliminando de forma progresiva otros elementos altos en plomo, como, por ejemplo, las pinturas con plomo ya que, hasta la fecha, solo el 37% de las naciones han creado medidas normativas obligatorias con respecto a este elemento ⁽²⁴⁾.

Los niños son un colectivo prioritario para los encargados de velar por la salud pública debido a que son el grupo más vulnerable en cuanto a enfermedades ocasionadas por elementos tales como, plomo y mercurio, dentro de los cuales se encuentran problemas a nivel neuro-tóxico, la mayoría de estas se presentan de manera muy sutil (por ejemplo, deterioro cognitivo, problemas en el comportamiento, hiperactividad por

falta de atención, mala coordinación psicomotora, problemas del habla y concentración, retraso mental, déficits sensoriales, inestabilidad respecto al tiempo y espacio, etc...), así como también la presencia de problemas renales, sexuales, etc.⁽²⁵⁾

Los menores, en comparación a los mayores, demuestran una cadena de efectos distintos ante la exposición ante los metales, convirtiéndose en potenciales candidatos en padecer enfermedades ligadas a estos agentes contaminantes de manera que el prevenir la contaminación es un tópico estrictamente primordial para cuidar que los niños no desarrollen dichas patologías.

Un biomarcador es un parámetro que se calcula a partir de una muestra tomada del menor (sangre, orina, pelo u otros), en un tiempo específico, y que se encuentra expuesto de modo directo o indirecto a un agente tóxico que se encuentre en el medio ambiente donde el niño habita. La concentración hallada, podría indicar una reciente exposición o el valor total del contaminante acumulado en el cuerpo del menor, llamada carga corporal total.

De manera más precisa, la descripción de biomarcador adopta la existencia de un agente tóxico presente en un organismo, el del menor en este supuesto, y el impacto sobre las rutas bioquímicas, agentes celulares, procesos y funciones en su organismo, permitiendo cuantificarlo, y por consiguiente objetivarlo. Se trata, Entonces, de un indicio del efecto biológico que se genera en el cuerpo frente a al impacto que causa un agente xenobiótico como resultado de una exposición que se ha dado tanto a lo largo del tiempo o de manera reciente (aguda o subaguda).⁽²⁶⁾

La cuantificación de elementos traza en el pelo ha venido usándose para analizar a nivel ambiental y ocupacional la exposición a determinados agentes dañinos desde hace ya medio siglo. El pelo, que es un derivado del ectodermo, es el tipo de muestra más útil al momento de valorar una intoxicación crónica a causa de metales. Otra ventaja adicional del pelo es que es su estabilidad, ya que almacenarlo no requiere de una condición especial, además es fácil de recolectar, sin usa métodos invasivos y tampoco requiere equipamiento especial.⁽²⁷⁾

Otros autores proponen el empleo del pelo dándole un rol trascendental principalmente en la elaboración de proyectos piloto, dando énfasis a su diferencia con las muestras de orina y sangre, la cuales solo evidencian una exposición de corto plazo; sin embargo, el pelo puede evidenciar exposición de muy largo plazo.

Por todo lo anteriormente mencionado, el cabello es el material biológico utilizado con mayor frecuencia para determinar la concentración de gran variedad de metales presentes en el organismo.

El CDC de Estados Unidos y la OMS sugieren el valor de 10 mg/dl (0,48 mmol/L) de plomo en la sangre como el máximo en los menores. No obstante, otras investigaciones postulan la posibilidad de consecuencias adversas para la vitalidad, una de ellas, el daño cognitivo en los menores, con niveles de plomo en sangre por debajo de 10 mg/dl, sugiriendo que no hay un grado de exposición seguro ante este metal.

De acuerdo con la situación problemática y el marco teórico referencial se dispone a los siguientes antecedentes del estudio a desarrollarse:

Reyes W. (Perú 2017), se analizó peligro de la ingesta de agua potable contaminada con Pb en la salud de los pobladores entre 3 a 5 años de la comunidad Chunya (Pamparomás, Huaylas, Ancash, Perú). Un estudio cuantitativo, descriptivo de corte transversal, Con el objeto de medir el riesgo de la ingesta de esta agua con residuos de plomo. ⁽⁶⁾

González S. (2017), se analizó la “Determinación espectrofotométrica por absorción atómica de la bioacumulación de cadmio y mercurio y su relación con el desarrollo en truchas de dos criaderos de la Zona Junín Perú” El propósito de esta exploración fue mostrar que la acumulación de Cd y Hg guarda relación con el desarrollo de las truchas. Las 40 muestras dieron como resultado la presencia de Cd y Hg. ⁽⁷⁾

Molina R. (España 2015), se analizó un estudio de biomonitorización con el objetivo de considerar la presencia de As y otros metales traza (Cd, Mg, Hg, Pb) en la orina y cabello en muestras tomadas en menores de 6 a 9, No se halló una relación sustancial para cada compuesto químico entre la orina y el pelo. ⁽⁹⁾

Tschambler JA et al (2015), “Determinó Niveles de plomo en sangre de niños expuestos a los residuos metalúrgicos en Abra Pampa, Argentina”. Los menores tomados en cuenta para el muestreo estuvieron en exposición, por aire y suelo, al Pb a lo largo de 5 años. Para establecer su nivel de nutrición se tomó el peso y talla y se calculó el IMC. El 81% de los menores presentaron niveles de Pb en sangres mayores a 5µg/dl, lo evidenciaría un impacto a nivel neuronal. ⁽¹⁰⁾

Llop S et al (España 2013), “El Análisis de la evolución de la exposición al (Pb) en la población infantil española de los últimos 20 años”. Cuyo objetivo fue hallar la evolución temporal de las concentraciones de plomo en el aire en España. Por lo general se observó una disminución de concentración de plomo del 1991 y 1999. ⁽¹¹⁾

Flores R et al (2012), se estudió “La Exposición Infantil al Plomo en sitios Contaminados” en México.” El motivo fue resolver el nivel de exposición de menores ante el Pb en distintos lugares contaminados de 4 zonas de México”, el Estudio fue de tipo Correlacional, se cuantificó Pb en polvo y se hizo un monitoreo humano en menores de la localidad. ⁽¹⁴⁾

Condori J. Huamani L. (Perú 2017) analizaron la “Concentración de plomo en sangre y factores de riesgo en niños de la localidad de Huachocolpa, Huancavelica”. “El objetivo general de su estudio fue determinar la relación que existe entre la concentración de plomo en sangre y los factores de riesgo en niños”. El diseño fue no experimental transversal correlacional, teniendo como población y muestra 30 niños de la localidad de Huachocolpa, el muestreo fue no probabilístico por conveniencia, la técnica de recolección de datos fue la observación y la encuesta y los instrumentos fueron la guía de observación y el cuestionario de identificación de factores de riesgo.

La presente investigación planteada se justifica teóricamente ya que es una fuente de ayuda para esclarecer la problemática de contaminación ambiental en el Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli. Por ello se evalúa la presencia de Plomo de los niños en etapa escolar del Distrito Huay-Huay.

El estudio sumara conocimiento a las bases teóricas existentes sobre el Pb que es un metal muy tóxico para la humanidad, por ser un contaminante ambiental de alta persistencia y de uso industrial. Fue planteado a raíz de los antecedentes encontrado es el distrito sobre la intoxicación por Plomo lo que significa un gran riesgo para los niños y para toda la población en general, ya que se encuentra en el medio ambiente y al ingresar al cuerpo humano no hace ningún uso, su presencia provoca efectos tóxicos independientemente de cuál sea la vía de exposición.

Por otro lado, es de suma importancia estudiar la contaminación por Plomo, ya que puede ser consecuencia de la presencia de relaves mineros y de las fuentes naturales de este metal, tal como se mencionó anteriormente la región Junín presenta una gran predisposición a intoxicación por la presencia de varias compañías mineras que se dedica a la extracción de este mineral. Así mismo este trabajo plantea el análisis de Plomo en las poblaciones de niños en edad escolar en Huay-Huay, a través de la concentración de Plomo como marcador biológico, de modo sistemático y coordinado con el objetivo de lograr datos de referencia o base que permitan señalar un precedente para controlar y prevenir una mayor contaminación e impacto en la salud humana, tanto en nuestro país como en la región, teniendo en cuenta que los niños son los individuos más vulnerables.

Objetivo general

Determinar si la concentración de Plomo se relaciona con el crecimiento de los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín.

Objetivos específicos

1. Determinar el grado de relación entre la concentración de Plomo con el peso que presentan los niños en etapa escolar del distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, región Junín.
2. Determinar el grado de relación entre la concentración de Plomo con la talla que presentan los niños en etapa escolar del distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, región Junín.
3. Determinar el grado de relación entre la concentración de Plomo con el índice de masa corporal que presentan los niños en etapa escolar del distrito de Huay-Huay, provincia de Yauli, región Junín.
4. Demostrar si la concentración de Plomo en niños en etapa escolar del distrito de Huay-Huay Provincia de Yauli en la región Junín se encuentra dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la UE.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Enfoque y diseño de la investigación

Investigación con enfoque cuantitativo, ya que el estudio tiene como finalidad probar la hipótesis con la medición numérica usando una prueba estadística, según los resultados de análisis toxicológicos de contenido de Plomo en cabello de los niños. De acuerdo a su finalidad, la investigación es aplicada debido a que tiene el propósito de mejorar las condiciones actuales que se presenta la realidad problemática de contaminación por Plomo en el Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín.

La investigación es no experimental, descriptiva Correlacional y de corte transversal⁽²⁴⁾. Es no experimental y descriptivo porque aborda la variable sin realizar intervención alguna y por qué analiza dicha variable en su medio natural. Es transversal por que la recopilación de data se da en un punto específico del tiempo.

Es Descriptivo, porque se miden las características de las variables en estudio (Concentraciones de Plomo y su relación con el crecimiento y desarrollo corporal en los menores en etapa escolar de la localidad).

Diseño cuasi experimental, en el que no se manipularon las variables deliberadamente, esto quiere decir que se trata del estudio toxicológico donde no se varía de manera intencional las variables, para conocer consecuencia sobre otra variable. Lo que se hace es ver los fenómenos de exposición al Plomo tal y como se desarrollan en su contexto natural, para luego estudiarlos con el objetivo evaluar la relación existente entre conceptos, categorías o variables.

2.2. Población, muestra y muestreo

En el presente estudio se trabajó con menores en etapa escolar del centro de salud de Huay-Huay.

Se realizó una muestra no probabilística, se estudió a 20 alumnos de forma aleatoria quienes eran atendidos en dicho centro médico. De los cuales se obtuvieron 20 muestras de cabello, los datos de talla y peso de los mismos.

En cuanto a los criterios de inclusión tenemos: los participantes fueron alumnos con matrícula regular, niños en etapa escolar (edades de 4 a 9 años), contar con la autorización de su padre/madre o apoderado, firmar el consentimiento informado

2.3. Variables de investigación

Variable Independiente: Concentración de Plomo.

Variable Dependiente: Crecimiento de los niños en etapa escolar.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El análisis de las muestras de cabello se realizó mediante la técnica de Espectrofotometría de absorción atómica- horno de grafito. Mediante la cual se obtuvieron los Certificado de análisis del ensayo de Plomo. Y para la variable crecimiento de los niños se usó una Ficha de recolección de datos: para obtención de peso, talla e índice de masa corporal de los niños en etapa escolar.

2.4.1. Espectrofotometría de absorción atómica

Método analítico para el análisis de trazas de metales pesados en diversas muestras biológicas y ambientales. Permite medir el grado de contaminación debido a la exposición de tóxicos en el ser humano.

Para llevar a cabo la metodología de EAA, es necesario producir una nube atómica partiendo de una solución en la cual se encuentra el elemento a determinar, cuyos átomos fundamentales se encuentran en dicha nube atómica simultáneamente se hace pasar a través de esta nube atómica una luz con una longitud de onda correspondiente a la línea de resonancia del elemento a cuantificar, midiendo la absorbancia considerando, además, que los elementos presentes no intervienen en la cuantificación ⁽²⁹⁾

La técnica en cuestión consiste en que la muestra líquida es absorbida a través de un tubo capilar y transportada hacia un nebulizador, la misma que se descompone y genera pequeñas gotas líquidas. Estas gotas son a su vez guiadas a una llama, donde se producen una serie de situaciones que dan como resultado la formación de átomos, que así

mismo absorben la radiación emitida por la lámpara, la cantidad de radiación es equivalente a su concentración ⁽³⁰⁾

La EAA constituye una de las técnicas más empleadas para la determinación de más de 60 elementos, principalmente en el rango de $\mu\text{g/ml}$ - ng/ml en una gran variedad de muestras. Entre algunas de sus múltiples aplicaciones tenemos el análisis de: aguas, muestras geológicas, muestras orgánicas, metales y aleaciones, petróleo y sus subproductos; y de amplia gama de muestras de industrias químicas y farmacéuticas. Cabe destacar que existen diferentes técnicas analíticas que se acoplan a la EAA como la EAA con llama, horno de grafito y con generador de hidruros ⁽³¹⁾

Espectroscopia de Absorción Atómica con Horno de Grafito (GFAAS): Esta técnica también llamada atomización electrotérmica, fue producida en la década de los setenta y se caracteriza por generar mayor sensibilidad, puesto a que toda la muestra se atomiza en un periodo muy corto ⁽²⁹⁾

El método por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito, Se basa en absorción de luz por parte de un elemento en estado atómico en la cual la longitud de onda es absorbida. Atachao (2017) indica que “la cantidad de radiación absorbida es proporcional a la cantidad de átomos del elemento presente” ⁽³³⁾

La espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito fue creada bajo la necesidad de proveer de una técnica en la que se pueda utilizar volúmenes mínimos de las muestras inferiores a $100\mu\text{L}$ en cuestión. El método se basa en la absorción de luz por parte de un elemento en estado atómico. La longitud de onda a la cual la luz es absorbida es específica de cada elemento, esta mide la atenuación de la intensidad de la luz como resultado de la absorción, siendo la cantidad de radiación absorbida proporcional a la cantidad de átomos del elemento presente. Además, La técnica de GFAAS, permite bajar los límites de detección al rango de partes por billón con la utilización de elementos relativamente sencillos ⁽³³⁾

La metodología implica principalmente dos etapas: primero la muestra pasa a ser atomizado y luego la absorción de la radiación procedente de una base emitidos por partículas en estado libre ⁽³⁴⁾

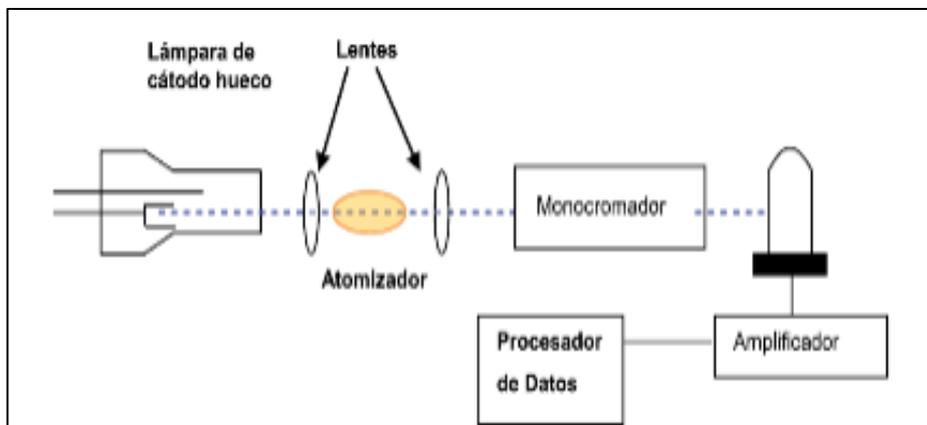


Figura 1. *Constituyentes de un equipo de espectrofotometría de absorción atómica en horno de grafito* ⁽³²⁾

Características y ventajas del método

Este método posee la ventaja de poder determinar metales pesados a nivel de concentraciones muy bajas es decir que se puede analizar muestras que tengan un volumen muy pequeño (inferior a 100 μ L), también se puede trabajar en muestras orgánicas en su forma líquida. - la sensibilidad que posee este método lo hace indispensable en la presencia e identificación de metales pesados como Pb, As, Cu, entre otros ⁽³³⁾

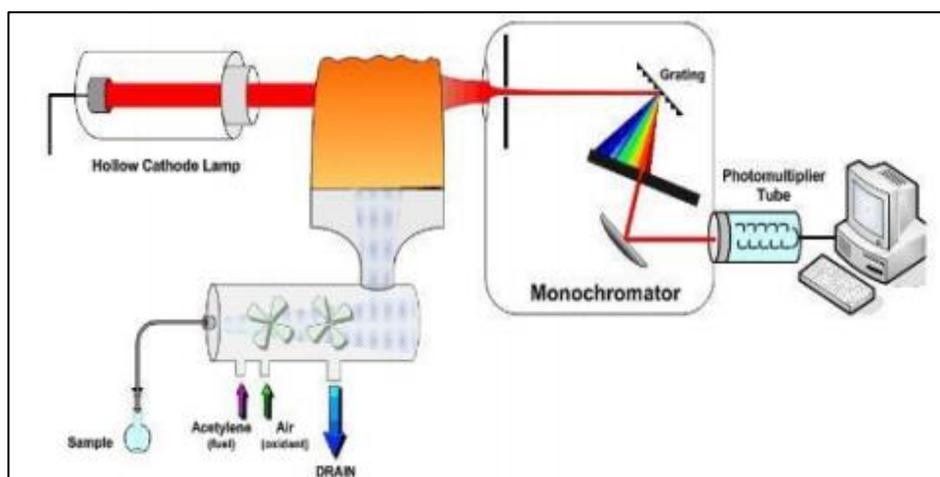


Figura 2. *Esquema del funcionamiento de un espectrofotómetro* ⁽³⁵⁾

2.4.2. Procedimiento

Obtención de la muestra:

Las muestras de cabello fueron recolectadas por los investigadores en el centro de salud del distrito de Huay Huay con la ayuda del personal interno del establecimiento; estas muestras se obtuvieron de los niños en etapa escolar.



Figura 3. Toma de muestra de niñas en etapa escolar.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Toma de muestra de niños en etapa escolar.
Fuente: Elaboración propia

Las muestras fueron rotuladas y etiquetadas como corresponde teniendo en cuenta el número del participante y fecha de recolección. El análisis fue realizado en el centro de información, control toxicológico y apoyo a la gestión ambiental CICOTOX de la universidad Mayor de San Marcos donde se procedió de acuerdo al protocolo elaborado para la determinación de plomo en cabello.



Figura 5. Muestras rotuladas y etiquetadas.
Fuente: Elaboración propia.

Estándares y reactivos

Los materiales usados fueron exclusivamente para uso de análisis y el agua fue ultra pura.

- Ácido clorhídrico 35-37% purificado
- Solución diluyente: para 100mL de solución, se agregó 4mL modificador de matriz ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) al 10 %, finalmente se enraso con agua ultra pura.
- Solución patrón de 1000 mg/L de plomo ($\text{Pb}(\text{NO}_3)$)

- Nitrato de magnesio
- Ácido ascórbico
- Ioduro de potasio
- Borohidruro de sodio
- Hidróxido de sodio
- Gas argón UHP

Materiales:

- Fiola de varias medidas entre ellas las de 50mL.
- Pipetas de 2, 5, 10, y 50mL
- Probeta con medidas de 10mL
- Vasos de precipitación de 150mL de volumen
- Lunas de reloj

Equipo utilizado

- El espectrofotómetro empleado es de la marca THERMO SCIENTIFIC modelo: ICE 3000 equipado para acoplar el generador de hidruro.
- Plancha de calentamiento VELP SCIENTIFIC.
- Mufla eléctrica Naberthem 30 - 3000
- Cabina extractora
- Balanza analítica H. W. Kessel S.A

Preparación de las muestras

- Se combinó la muestra hasta homogenizar, se tomó una alícuota de 3 gramos y se transfirió a un crisol.
- se agregó 3mL de nitrato de magnesio $Mg(NO_3)_2$ al 50 % P/V.
- se colocaron los crisoles y secar en una estufa a 105 °C por 3 horas.
- Se colocaron los crisoles en plancha de calentamiento a 350 °C hasta completar la pre calcinación.
- Se procedió a lavar las muestras pre calcinadas en una mufla y calcinar 500°C por 3 horas.
- Se enfrió y se adiciono 10mL de una solución de ácido clorhídrico al 6M calentar en plancha termostática por 5 minutos y transferir

cuantitativamente a un tubo de medida de 50mL luego diluir con agua ultra pura, agitar y dejar reposar.

- Se filtró un volumen necesario a través de un filtro de membrana de medida 0,45µm

Estándar patrón de plomo

Se trasladó un volumen de 10ml del patrón estándar con una concentración de 1000µg/ml a un tubo de 100ml y posteriormente fue diluido con agua ultra pura, finalmente se homogenizado de manera manual. La concentración obtenida del patrón fue de 100µg/ml.

Estándar del plomo

Se trasladó un volumen de 10ml del patrón de plomo preparado anteriormente a un tubo con medida de 100ml para completar con agua ultra pura y se agito hasta su homogenización. Luego se procedió a tomar 10ml del paso anterior y se trasladó a un tubo de 100ml enrasando con agua ultra pura, la concentración final del estándar fue de 1 µg/L
Con el estándar de plomo a una concentración de 1000µg/L se llevaron a cabo varias diluciones con el fin de obtener diferentes concentraciones de 50µg/L, 100µg/L, 150 µg/L y 200µg/L de estándar inicial de plomo.

Condiciones espectrofotométricas

Longitud de onda (217,0 nm)

Ranura Slit (0,5 nm)

Corrección de fondo (Deuterio-D2)

Corriente de lampara (10mA)

Tiempo de medida (2 seg.)

2.5. Proceso de recolección de datos

Para llevar a cabo el trabajo de campo se solicitó la carta de presentación correspondiente a la Universidad María Auxiliadora dirigida al director médico de la institución, con ella se gestionó el permiso de acceso para poder abordar a los niños.

De quienes se obtuvieron además de las muestras de cabello, los datos de peso, talla e índice de masa corporal tal como indica la siguiente imagen.



Figura 6. Medición de la talla y peso de los niños.
Fuente: Elaboración propia.

2.6. Métodos de análisis estadísticos

Paquete estadístico paramétrico *r de Pearson*, dispuesto para variables de escala cuantitativa como es el caso de estudio, en este sentido se utiliza en su contraste un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$), parámetro que permitirá rechazar ($p \leq 0.05$) o validar ($p > 0.05$) la hipótesis.

2.7. Aspectos éticos

Se tomó en cuenta los aspectos bioéticos de autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia. Con el fin de proteger a los participantes en este estudio, así mismo se aplicó el consentimiento informado previa información clara dada a todos los padres de los participantes.

En base a los principios bioéticos se considera: El principio de autonomía está referido a la libre decisión del padre de familia del alumno participante, ya que debe ser respetada y promovida como objeto de investigación.

Este principio fue aplicado en esta investigación, al abordar al padre/madre o apoderado y al escolar participante, el consentimiento informado son los documentos que plasman el involucramiento formal de los menores participantes.

Se les brindo información a los padres de familia de los beneficios que se obtendrán como resultado en esta investigación.

No dañar y tener la obligación de disminuir el riesgo de causar un daño a los niños. A cada padre de familia se les explico que la participación de menor hijo no implicará ningún riesgo hacia su salud.

Se aplicó la ética de la investigación es la no discriminación en la selección de los sujetos de investigación.

Los participantes de este estudio fueron tratados por igual sin preferencia alguna, con un trato de cordialidad y respeto.

III. RESULTADOS

Se presentan de manera resumida los hallazgos encontrados que permitieron determinar si la concentración de Plomo se relaciona con el crecimiento de los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín, en este sentido se caracterizó el comportamiento de los factores asociados a los niños en edad escolar de la localidad, cuya muestra de estudio estuvo integrada por 20 niños de educación primaria.

Tabla 1. Edad y sexo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay.

Edad (años)	Sexo				Total	
	Masculino		Femenino			
	fx	%	fx	%	fx	%
4	1	5.0%	0	0.0%	1	5.0%
5	0	0.0%	1	5.0%	1	5.0%
6	3	15.0%	2	10.0%	5	25.0%
7	1	5.0%	1	5.0%	2	10.0%
8	2	10.0%	4	20.0%	6	30.0%
9	1	5.0%	4	20.0%	5	25.0%
Total	8	40.0%	12	60.0%	20	100.0%
Promedio edad. 7.30; D.E. +/- 1.49; Mo. 8; Me. 8; Mín. 4 – Máx. 9.						

Fuente: *Elaboración propia.*

En la Tabla 1 se observa que del total de niños evaluados el 60% son de sexo femeninos y el 40% de sexo masculino. El 30% de los evaluados reportan 8 años de edad, el 25% tienen 6 y 9 años, el 10% registran 7 años, mientras que el 5% se identifican en una edad de 4 y 5 años respectivamente. El promedio de edad en los niños evaluados es de 7.3 años, el 50% de los niños evaluados son menores de 8 años.

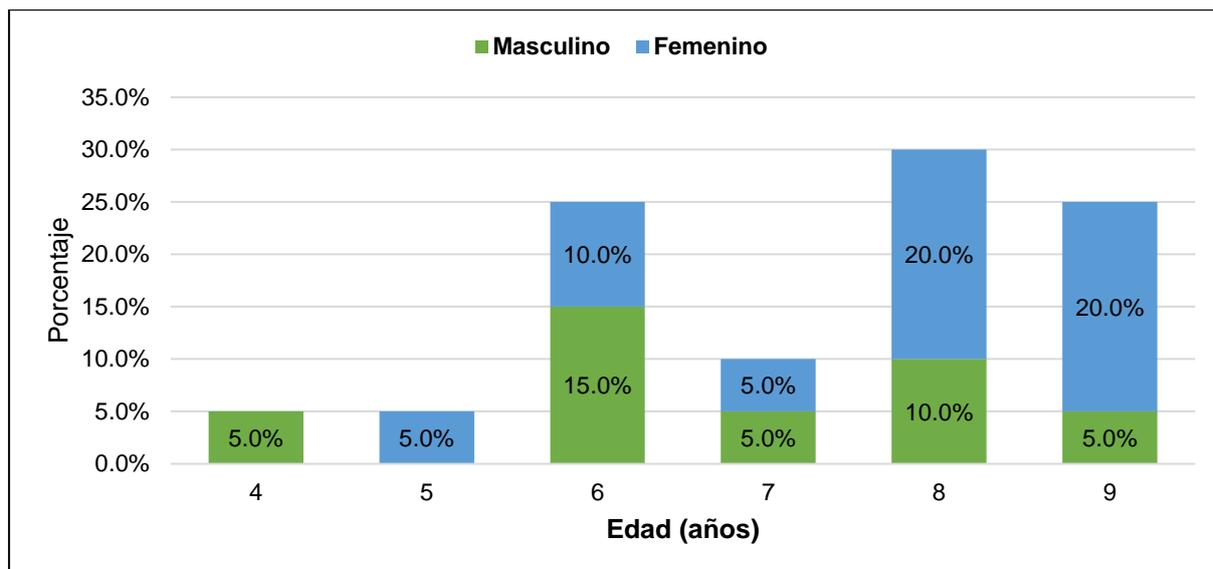


Figura 7. Edad y sexo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay.

En la Figura 7 se aprecia con claridad que en los escolares de 4 años el 5% de sexo masculino, en los de 5 años de edad el 5% son de sexo femenino, en los niños de 6 años de edad el 15% son masculinos y el 10% femeninos, los niños de 7 años contemplan un 5% tanto de varones como de mujeres, los de 8 años se dividen el 20% en niñas y 10% niños, mientras que en los escolares de 9 años el 20% son mujeres y el 5% varones.

Tabla 2. Peso de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo.

(n= 20)	Peso (Kg)					
	Bajo		Medio		Alto	
Edad (años)	fx	%	fx	%	fx	%
4	0	0.0%	1	5.0%	0	0.0%
5	0	0.0%	1	5.0%	0	0.0%
6	2	10.0%	2	10.0%	1	5.0%
7	0	0.0%	1	5.0%	1	5.0%
8	0	0.0%	6	30.0%	0	0.0%
9	1	5.0%	3	15.0%	1	5.0%
Sexo						
Masculino	1	5.0%	6	30.0%	1	5.0%
Femenino	2	10.0%	8	40.0%	2	10.0%
Total, general	3	15.0%	14	70.0%	3	15.0%
Promedio peso. 24.22; D.E. +/- 5.78; Mo. 20.5; Me. 24.65; Mín. 13.5 – Máx. 35.9.						

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2, se observa que del total de niños evaluados el 70% se ubican dentro de la media de crecimiento correspondiente a su peso para su edad en años y sexo, mientras que el 15% están en bajo nivel de peso, 15% por encima de la media de pesos normados. Los escolares evaluados refieren un peso promedio de 24.22 kg, el peso mínimo es de 13.5 kg y el máximo reportado es de 35.9 kg, el 50% de los escolares reportan un peso menor a 24.65 kg.

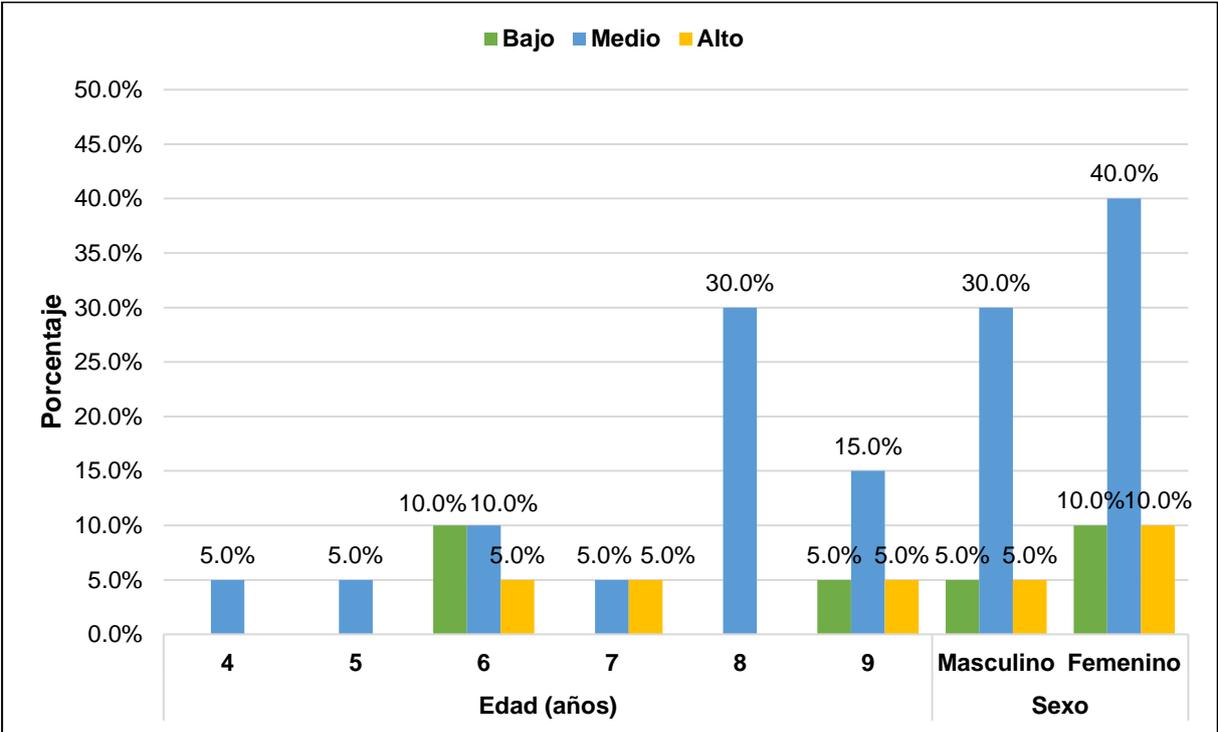


Figura 8. Peso de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo.

En la Figura 8, se evidencia con claridad que el total de los niños de 8, 4 y 5 años tienen un peso acorde a su edad, por su parte el 10% de los escolares de 6 años se ubican por debajo de peso ideal. Conforme al sexo de los niños, se observa que el 40% de las niñas se ubican en su peso normado, y el 10% de estas están por debajo de la media y por encima respectivamente, por su parte en los escolares de sexo masculino el 30% se ubican en los parámetros normados, y el 5% se ubican por encima y debajo de la media establecida por la OMS.

Tabla 3. Talla de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo.

(n= 20)	Talla (cm)					
	Bajo		Medio		Alto	
Edad (años)	fx	%	fx	%	fx	%
4	0	0.0%	0	0.0%	1	5.0%
5	0	0.0%	0	0.0%	1	5.0%
6	2	10.0%	3	15.0%	0	0.0%
7	0	0.0%	1	5.0%	1	5.0%
8	0	0.0%	6	30.0%	0	0.0%
9	1	5.0%	4	20.0%	0	0.0%
Sexo						
Masculino	1	5.0%	5	25.00%	2	10.0%
Femenino	2	10.0%	9	45.00%	1	5.0%
Total, general	3	15.0%	14	70.0%	3	15.0%

Promedio talla. 123.1; D.E. +/- 9.32; Mo. 117; Me. 123.5; Mín. 105 – Máx. 137.

Fuente: *Elaboración propia.*

En la Tabla 3, se observa que del total de niños evaluados el 70% se ubican dentro de la media de crecimiento correspondiente a su estatura para su edad en años y sexo, el 15% a razón de la edad y el sexo refieren una baja estatura, por su parte el restante 15% conforme la edad y el sexo se ubican por encima de la media de la estatura normada. El total de los escolares evaluados refieren una altura promedio de 123.1 cm, la estatura mínima es de 105 cm y el máximo de 137 cm, el 50% de los escolares reportan una estatura menor a 123.5 cm.

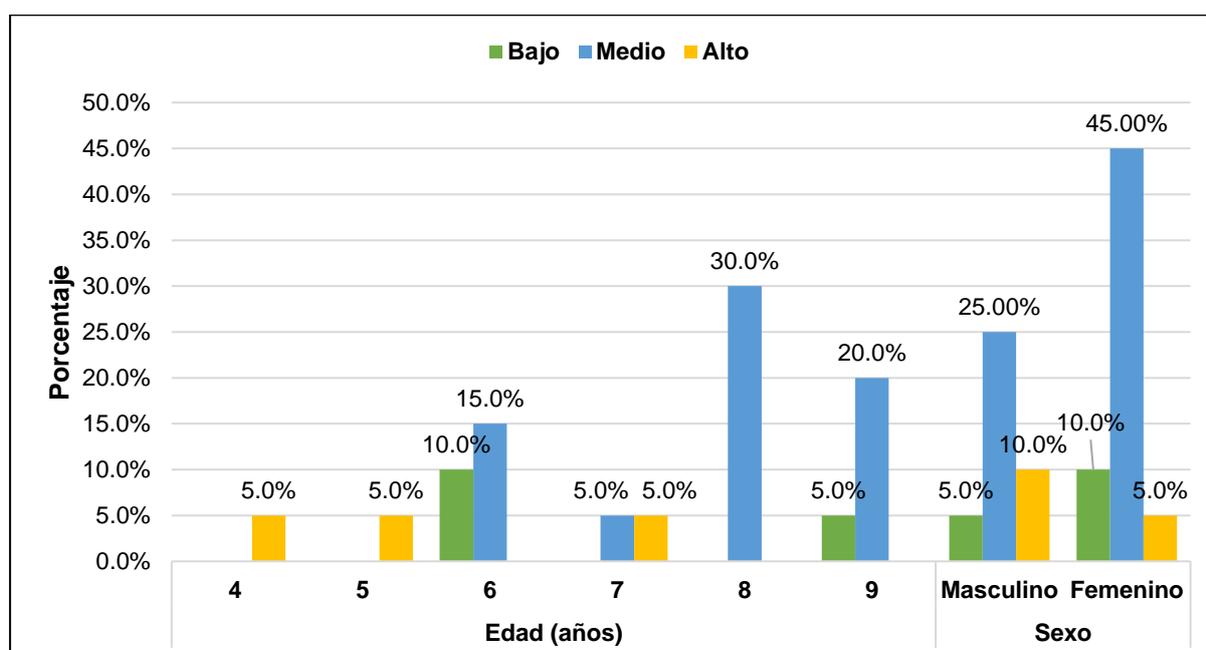


Figura 9. Talla de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo.

En la Figura 9, se evidencia con precisión que los escolares de 8 años de edad refieren una estatura ideal; los escolares de 4 y 5 años están por encima de la media estándar de estatura; en los niños de 9 años se reporta un 20% en la media de estatura y un 5% con estatura baja; los de 6 años refieren 15% en tallas normales y 10% por debajo; mientras que los de 7 años se ubican 5% en la medida ideal y 5% por debajo de los parámetros normados. Conforme al sexo de los niños, se observa que el 45% de las niñas se registran una estatura normal, el 10% de las niñas están por debajo de la media y el 5% por encima de los estándares normales, por su parte en los escolares de sexo masculino el 25% se ubican en los parámetros normados, el 10% se ubican por encima y el 5% por debajo de la media establecida por la OMS.

Tabla 4. Índice de masa corporal de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo.

(n= 20)	Índice de masa corporal (Kg/m ²)					
	Bajo peso		Peso saludable		Sobrepeso	
Edad (años)	fx	%	fx	%	fx	%
4	1	5.0%	0	0.0%	0	0.0%
5	0	0.0%	1	5.0%	0	0.0%
6	1	5.0%	3	15.0%	1	5.0%
7	0	0.0%	2	10.0%	0	0.0%
8	0	0.0%	6	30.0%	0	0.0%
9	0	0.0%	4	20.0%	1	5.0%
Sexo						
Masculino	1	5.0%	7	35.0%	0	0.0%
Femenino	1	5.0%	9	45.0%	2	10.0%
Total, general	2	10.0%	16	80.0%	2	10.0%
Promedio IMC. 15.72; D.E. +/- 1.94; Mo. 11.98; Me. 15.44; Mín. 11.98 – Máx. 20.60.						

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4, del total de niños evaluados a razón de su peso y estatura, y conforme el sexo y edad en años registrados, se observa que el 80% se clasifican en un peso saludable, el 10% se catalogan en bajo peso, mientras que el 10% según sus características se clasifican en sobrepeso.

Así mismo, se ofrece en esta tabla, que el total de los escolares evaluados refieren un índice de masa corporal en promedio de 15.72 Kg/m², con una desviación estándar de +/- 1.94 Kg/m², donde el índice mínimo es de 11.98 Kg/m² y el máximo reportado es de 20.60 Kg/m², por su parte 11.98 Kg/m² refiere una de las IMC más frecuentes, y conforme la mediana el 50% de los escolares reportan un IMC menor a 15.44 Kg/m².

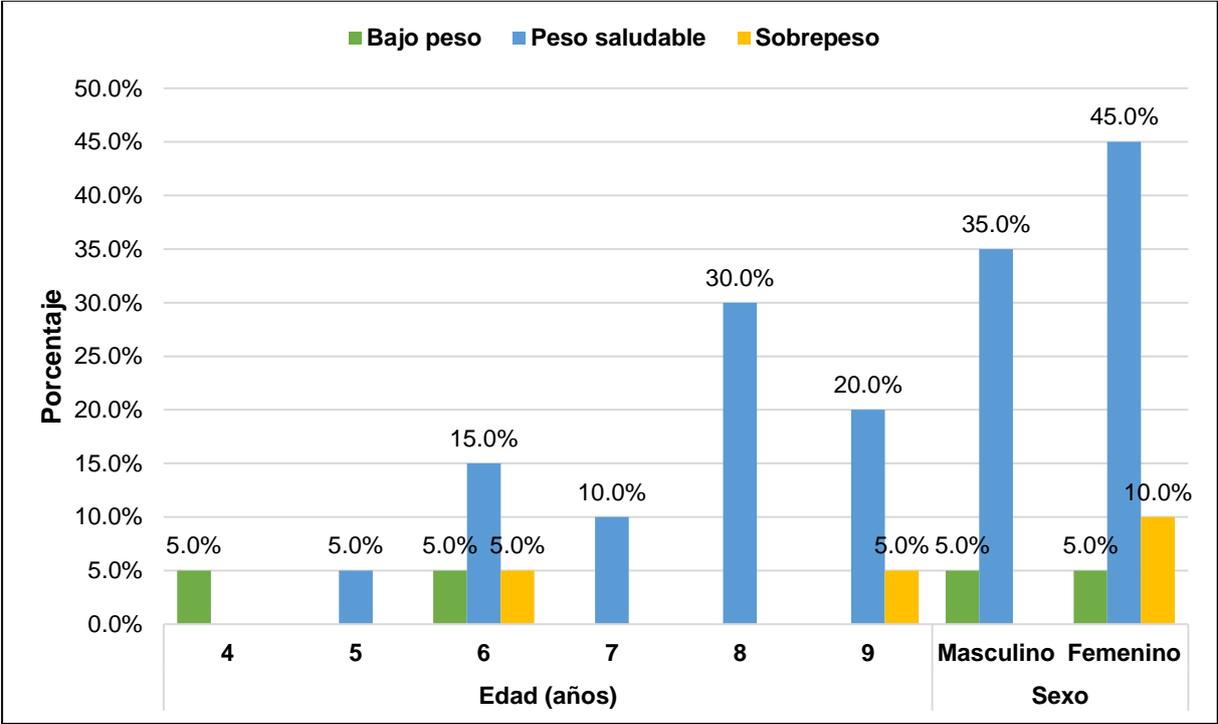


Figura 10. Índice de masa corporal de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo.

En la Figura 10, Se evidencia que los escolares de 8 años de edad conforme su IMC refieren un peso saludable; los escolares de 7 y 5 se ubican por igual en un peso saludable; en los niños de 9 años se reporta el 20% se ubican en un peso saludable y un 5% se ubican en sobrepeso; en los niños de 6 años se ubican el 15% en pesos saludables y el 5% en bajo peso y sobrepeso; mientras que los niños de 4 años conforme su IMC se ubican en bajo peso. Conforme al sexo de los niños, a razón del IMC se observa que el 45% de las femeninas registran un peso saludable, el 10% de las niñas están con sobrepeso y el 5% refieren bajo peso, por su parte en los escolares de sexo masculino el 35% refieren pesos saludables, y el 5% refieren bajo peso según los parámetros establecidos por la OMS.

Tabla 5. Concentración de plomo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo.

(n= 20)	Concentración de plomo en cabello					
	< 15.448 mg/kg		15.448 - 28.128 mg/kg		> 28.128 mg/kg	
Edad (años)	fx	%	fx	%	fx	%
4	0	0.0%	0	0.0%	1	5.0%
5	0	0.0%	1	5.0%	0	0.0%
6	3	15.0%	2	10.0%	0	0.0%
7	0	0.0%	2	10.0%	0	0.0%
8	2	10.0%	1	5.0%	3	15.0%
9	2	10.0%	2	10.0%	1	5.0%
Sexo						
Masculino	4	20.0%	2	10.0%	2	10.0%
Femenino	3	15.0%	6	30.0%	3	15.0%
Total, general	7	35.0%	8	40.0%	5	25.0%

Promedio ppb. 19.45; D.E. +/- 10.15; Mo. 2.77; Me. 17.55; Mín. 2.768 – Máx. 39.628.

Fuente: *Elaboración propia.*

En la Tabla 5, se evidencia que el total de los escolares evaluados refieren una concentración de plomo en cabello en promedio de 19.45 mg/kg, con una desviación estándar de +/- 10.15 mg/kg, donde la concentración mínima encontrada es de 2.768 mg/kg y el máximo reportado es de 39.628 mg/kg, por su parte 2.77 mg/kg refiere una de las concentraciones más frecuentes, y conforme la mediana el 50% de los escolares reportan una concentración de plomo menor a 17.55 mg/kg.

Conforme este comportamiento es de notar en esta tabla, que, del total de niños evaluados, el 40% reportan una concentración de plomo en cabello entre 15.448 a 28.128 mg/kg, por su parte el 35% refieren una concentración de plomo menor a 15.448 mg/kg, y el 25% registran una concentración de plomo en cabello superior a 28.128 mg/kg.

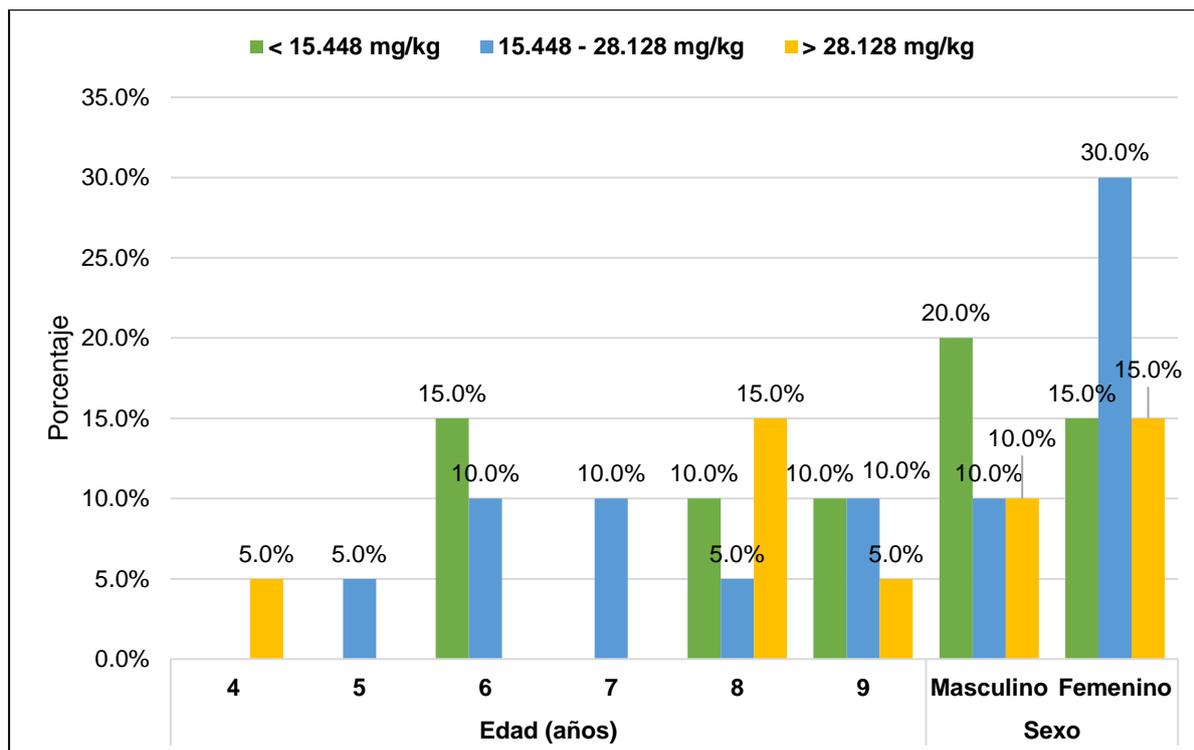


Figura 11. Concentración de plomo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según edad y sexo.

Además, en la Figura 11, se observa que los niños de 8 años reportan mayor concentración de plomo situándose un 15% por encima de 28.128 mg/kg, seguido de los niños en edad de 4 años y de nueve años con un 5% respectivamente; por su parte el 15% de los niños de 6 años son los que menos reportan concentración de plomo en cabello, seguido de un 10% de los niños de 8 años que refieren valores menores a 15.448 mg/kg. En este diagrama, también se observa que el 15 % de los escolares de sexo femenino reportan concentraciones por encima de 28.128 mg/kg al igual que el 10% de los escolares de sexo masculino; mientras que el 20% de varones y 15% de las niñas refieren una concentración de plomo en cabello inferior a 15.448 mg/kg; el restante 30% de femeninas y 10% de masculinos registran una concentración de plomo entre 15.448 a 28.128 mg/kg.

Tabla 6. Concentración de plomo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según peso, talla e IMC.

(n= 20)	Concentración de plomo en cabello					
	< 15.448 mg/kg		15.448 - 28.128 mg/kg		> 28.128 mg/kg	
Peso (Kg)	fx	%	fx	%	fx	%
Bajo	1	5.0%	2	10.0%	0	0.0%
Medio	4	20.0%	5	25.0%	5	25.0%
Alto	2	10.0%	1	5.0%	0	0.0%
Talla (cm)						
Bajo	1	5.0%	2	10.0%	0	0.0%
Medio	6	30.0%	4	20.0%	4	20.0%
Alto	0	0.0%	2	10.0%	1	5.0%
Índice de masa corporal (Kg/m ²)						
Bajo peso	0	0.0%	1	5.0%	1	5.0%
Peso saludable	5	25.0%	7	35.0%	4	20.0%
Sobrepeso	2	10.0%	0	0.0%	0	0.0%
Total	7	35.0%	8	40.0%	5	25.0%

Fuente: Elaboración propia.

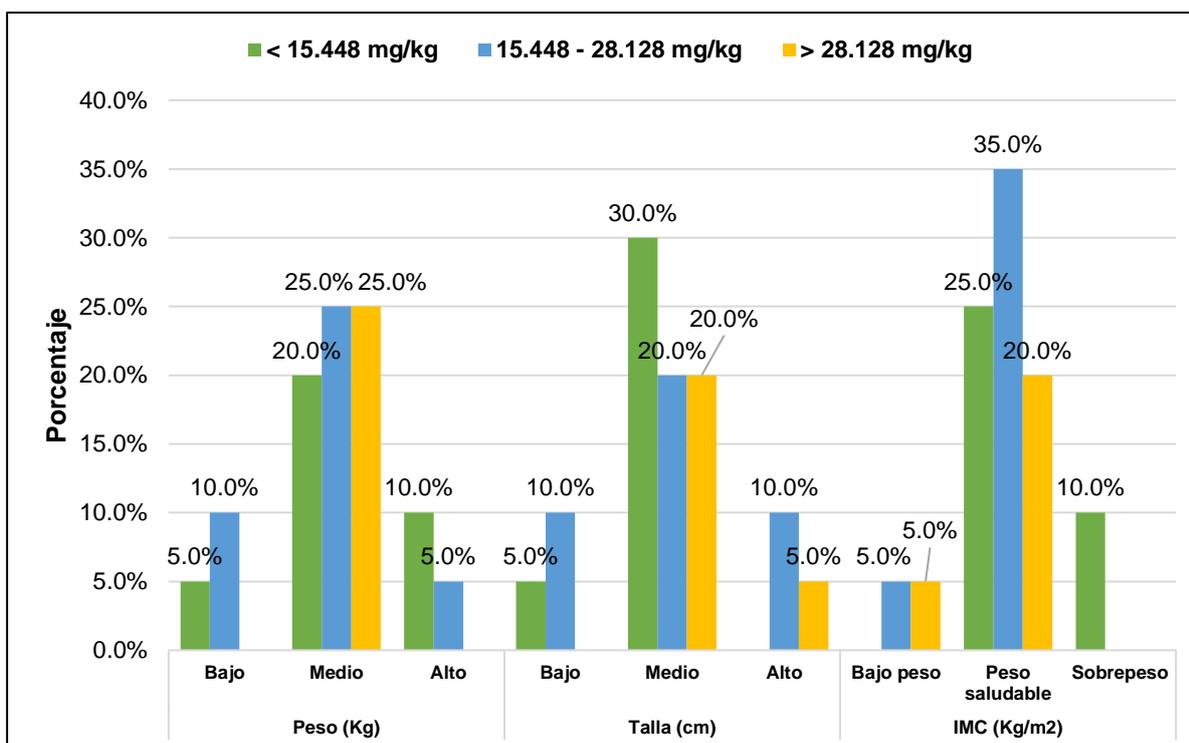


Figura 12. Concentración de plomo de los niños evaluados en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay según peso, talla e IMC.

En la Figura 12, conforme al crecimiento de los niños en cuanto al peso en kilogramos, evidenciamos que al referir una concentración de plomo en el cabello mayor a 28.128 mg/kg, el 25% de estos se ubican en los parámetros normales respecto al peso; cuando refieren una concentración de plomo en niveles de 15.448 a 28.128 mg/kg,

el 25% de los niños se ubican en los estándares de peso, el 10% se ubican por debajo de la media estándar al peso y el 5% se ubican por encima de la media; mientras que al reportar una concentración de plomo inferior a 15.448 mg/kg, el 20% de los niños reportan un nivel ideal de peso, el 10% se ubican por encima de la media y el 5% por debajo de esta, en este sentido dado que al evidenciar que indiferentemente sea el nivel de concentración de plomo en cabello reportado, la mayoría de los niños refieren un peso en parámetros normales, es decir la concentración de plomo no influye en el crecimiento del niño evaluado.

Acorde al crecimiento de los niños en cuanto a la estatura en centímetros, evidenciamos que al referir una concentración de plomo en el cabello mayor a 28.128 mg/kg, el 20% de estos se ubican en los parámetros normales respecto a la talla y el 5% superan estos parámetros; cuando refieren una concentración de plomo en niveles de 15.448 a 28.128 mg/kg, el 20% de los niños se ubican en los estándares de estatura normados, el 10% se ubican por debajo de la media estándar a la talla y el 10% se ubican por encima de la media; mientras que al reportar una concentración de plomo inferior a 15.448 mg/kg, el 30% de los niños reportan un nivel ideal de estatura, y el 5% por debajo de esta, en este sentido dado que al evidenciar que indiferentemente cual sea el nivel de concentración de plomo en cabello reportado, la mayoría de los niños refieren un una estatura en parámetros normales, es decir la concentración de plomo no influye en el crecimiento del niño evaluado.

De acuerdo al crecimiento de los niños en cuanto índice de masa corporal, evidenciamos que al referir una concentración de plomo en el cabello mayor a 28.128 mg/kg, el 20% de estos reportan un peso saludable y tan solo el 5% refieren bajo peso; cuando refieren una concentración de plomo en niveles de 15.448 a 28.128 mg/kg, el 35% de los niños refieren pesos saludables, y el 5% reportan bajo peso; mientras que al reportar una concentración de plomo inferior a 15.448 mg/kg, el 25% de los niños reportan un peso saludable, y el 10% refieren sobrepeso, en este sentido dado que al evidenciar que indiferentemente cual sea el nivel de concentración de plomo en cabello reportado, la mayoría de los niños refieren pesos saludables, es decir la concentración de plomo no influye en el índice de masa corporal.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión de resultados

En la presente investigación se analizó la concentración de plomo en niños expuestos en el distrito de Huay Huay, mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica horno grafito para cuantificar los índices de plomo presentes en los niños. Se evidencia que del total de niños evaluados el 60% son de sexo femenino y el 40% de sexo masculino. el 30% de los evaluados reportan 8 años de edad, el 25% tienen 6 y 9 años, el 10% registran 7 años, mientras que el 5% se identifican en una edad de 4 y 5 años respectivamente. Del total de niños evaluados el 70% se ubican dentro de la media de crecimiento correspondiente a su peso para su edad en años y sexo, mientras que el 15% están en bajo nivel de peso, 15% por encima de la media de pesos normados, a pesar que la concentración de Plomo en cabello excede los límites máximos permisibles establecidos por la UE en un 100%.

Tal como el estudio realizado por **Tschambler JA et al (2015)** quienes determinaron los niveles de plomo en sangre en niños de edades comprendidas entre 5 y 14 años ($n=234$). Vivían alrededor de la montaña de residuos en arapampa, Argentina la investigación para el estado nutricional se midió el peso y talla y se calculó el índice de masa corporal total, Se realizó el análisis de plumbemia mediante la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica-atomización electrotérmica. En dicho estudio la prevalencia de intoxicación ($Pb > 10 \mu g / dL$) fue de 28%. El 81% de los niños estudiados tenían niveles de plomo en sangre superiores a $5 \mu g / dL$, lo que se considera un riesgo en el desarrollo neuro madurativo. También se encontraron diferencias significativas según la edad y la distancia entre las casas de los niños y el sitio de disposición de los residuos. Estos resultados mostraron que los residuos son una fuente de exposición al plomo para los niños que viven cerca del depósito de escorias y generaron estrategias de remediación para minimizar la exposición infantil.

Diferentes resultados encontraron **Condori J. Huamani L. (Perú 2017)** quienes analizaron la “Concentración de plomo en sangre y factores de riesgo en niños de la localidad de Huachocolpa, Huancavelica”. donde se mostró que el 100% de niños tiene una concentración de plomo baja dentro de los valores permisibles siendo el 43% de sexo masculino y el 47% de sexo femenino, según la edad el 30% tienen la edad de 12 años, el 20% tienen la edad de 8 años y el 7% tienen la edad de 6 años, en relación a los factores de riesgo el 90% de los niños presenta factores de riesgo alto mientras que el 10% presenta factores de riesgo bajo, se identificaron factores de riesgos epidemiológicos donde el 80% de los niños tienen un riesgo epidemiológico alto y factores de riesgos ambientales donde el 56,7% de los niños tienen un riesgo ambiental alto.

En cuanto al peso de los niños de Huay Huay de la presente investigación, el 80% se clasifican en un peso saludable, el 10% se catalogan en bajo peso, mientras que el 10% según sus características se clasifican en sobrepeso. al referir una concentración de plomo en el cabello mayor a 28.128 mg/kg, el 25% de estos se ubican en los parámetros normales respecto al peso; niveles de 15.448 a 28.128 mg/kg el 10% se ubican por debajo de la media estándar al peso, una concentración de plomo inferior a 15.448 mg/kg, el 20% de los niños reportan un nivel ideal de peso, el 5% por debajo de esta, indiferentemente sea el nivel de concentración de plomo en cabello reportado, la mayoría de los niños refieren un peso en parámetros normales, es decir la concentración de plomo no influye en el crecimiento del niño evaluado.

Del total de niños evaluados el 70% se ubican dentro de la media de crecimiento correspondiente a su estatura para su edad en años y sexo, el 15% a razón de la edad y el sexo refieren una baja estatura, por su parte el restante 15% conforme la edad y el sexo se ubican por encima de la media de la estatura normada. Al referir una concentración de plomo en el cabello mayor a 28.128 mg/kg, el 20% de estos se ubican en los parámetros normales respecto a la talla, 15.448 a 28.128 mg/kg, el 20% de los niños se ubican en los estándares de estatura normados y solo el 10% se indiferentemente cual sea el nivel de concentración de plomo en cabello reportado, la mayoría de los niños refieren

una estatura en parámetros normales, es decir la concentración de plomo no influye en el crecimiento del niño evaluado.

El total de los escolares evaluados refieren un índice de masa corporal en promedio de 15.72 Kg/m², donde el índice mínimo es de 11.98 Kg/m² y el máximo reportado es de 20.60 Kg/m², el 50% de los escolares reportan un IMC menor a 15.44 Kg/m². Por último, al evidenciar que indiferentemente cual sea el nivel de concentración de plomo en cabello reportado, la mayoría de los niños refieren pesos saludables, es decir la concentración de plomo no influye en el índice de masa corporal.

Un estudio realizado por **Molina R. (España 2015)**, "Análisis de metales pesados (Plomo) en orina y cabello de población infantil residente en Huelva. Menciona que la presencia de metales en el medio ambiente puede implicar un riesgo para la salud, especialmente en aquellos grupos de población más vulnerables, entre los que se encuentran la población infantil. Dicha exposición tiene lugar tanto por vía respiratoria como por vía digestiva. Los niveles de Pb hallados en el pelo y la orina de los niños que viven cerca de las zonas industriales y mineras, se encontraron dentro de los límites de referencia y fueron similares a los valores observados en otros estudios de biomonitorización de la población infantil sin exposición a contaminación ambiental. No se encontró correlación significativa del plomo entre la orina y el cabello. y el índice de masa corporal en las concentraciones de metales en orina y cabello. Las niñas mostraron niveles de metales, traza en el pelo significativamente más altos que los niños. Las concentraciones más elevadas se encontraron en los niños que beben agua de pozo o manantial. Aunque los niveles de metales en el cabello no se correlacionan con los hallados en la orina, pueden ser una herramienta útil para la biomonitorización humana en la exposición a metales a largo plazo ⁽⁹⁾

4.2. Conclusiones

1. Se determinó la relación de la concentración de Plomo con el crecimiento de los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín.
2. No existe relación entre la concentración de Plomo con el peso que presentan los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín, ya que el 80% se clasifican en un peso saludable, el 10% se catalogan en bajo peso, mientras que el 10% según sus características se clasifican en sobrepeso. En una concentración de plomo mayor a 28.128 mg/kg, el 25% de estos se ubican en los parámetros normales respecto al peso.
3. No existe relación entre la concentración de Plomo con la talla que presentan los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín, el 70% se ubican dentro de la media de crecimiento correspondiente a su estatura para su edad en años y sexo, el 15% a razón de la edad y el sexo refieren una baja estatura, al referir una concentración de plomo en el cabello mayor a 28.128 mg/kg, el 20% de estos se ubican en los parámetros normales respecto a la talla.
4. No existe relación entre la concentración de Plomo con el índice de masa corporal que presentan los niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín. El total de los escolares evaluados refieren un índice de masa corporal en promedio de 15.72 Kg/m², al evidenciar que indiferentemente cual sea el nivel de concentración de plomo en cabello reportado, la mayoría de los niños refieren pesos saludables, es decir la concentración de plomo no influye en el índice de masa corporal.
5. La concentración de Plomo en niños en etapa escolar del Distrito de Huay-Huay Provincia de Yauli en la Región Junín se encuentra sobre los límites máximos permisibles establecidos por la UE. en un 100% de las muestras.

4.3. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar nuevas investigaciones en el distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín con un mayor número de muestra y otros factores asociados al riesgo en la salud del Plomo para evidenciar futuras complicaciones en la salud de los niños y de toda la población
2. Se recomienda realizar un muestreo en sangre para cuantificar los valores de plomo en los centros médicos del distrito de Distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín para tener claridad de las concentraciones de dicho toxico.
3. Teniendo en consideración los resultados obtenidos en la investigación se recomienda a las autoridades pertinentes de la Región informar y difundir sobre los peligros que causa el plomo e implementar las medidas preventivas y correctivas para enfrentar esta problemática que pone en riesgo la salud de los habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Molina R. (2015). *Análisis de arsénico y metales pesados (cadmio, manganeso, mercurio y plomo) en orina y cabello de población infantil residente en Huelva. España.*
2. Condori J. Huamani L. (2017). *Concentración de plomo en sangre y factores de riesgo en niños de la localidad de Huachocolpa, Huancavelica –Universidad nacional de Huancavelica [tesis] Perú.*
3. OMS. Intoxicación por plomo y salud 23 de agosto de 2019 disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
4. Franco D. (2020). *Contaminación por Plomo. Informe elaborado por la Comisión de Salud Ocupacional del Sindicato Médico del Uruguay. 2010.* Disponible en: www.smu.org.uy/sindicales/resoluciones/informes/plomo.pdf (acceso 17 de septiembre)
5. World Health Organization. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants (Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). 2011 Ginebra: Who. Technical Report Series 960.
6. Reyes W. (2017). *Riesgo de la ingesta de agua potable contaminada con plomo en la salud de la población de 3 a 5 años del caserío de Chunya (distrito de Pamparomás, provincia de Huaylas, departamento de Ancash, Chimbote - Universidad nacional del santa Perú.*
7. González S. (2017). *Determinación espectrofotométrica por absorción atómica de la bioacumulación de cadmio y mercurio y su relación con el crecimiento en truchas arco iris (oncorrhynchus mykiss) de dos criaderos de la Región Junín Perú.*

8. Salinas F. (2017). *Riesgo de la ingesta de agua potable contaminada con plomo en la salud de la población de 3 a 5 años del caserío de Chunya (distrito de pamparomás, provincia de Huaylas, departamento de Ancash, Perú)*, Universidad Nacional de Santa Chimbote - Perú.
9. Molina R. Análisis de Arsénico y metales pesados (Cadmio, Manganeso, Mercurio y Plomo) en orina y cabello de población infantil residente en Huelva Universidad de Granada, España. 2015.
10. Tschambler J et al (2015). *Niveles de plomo en sangre de niños expuestos a los residuos metalúrgicos en Abra Pampa, Jujuy Grupo INQA (Investigación Química Aplicada)*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47, CP: 4600, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.
11. Llop S et al. (2013). *Estudio de la evolución de la exposición a plomo en la población infantil española en los últimos 20 años Centro Superior de Investigación en Salud Pública (CSISP)*, Valencia, España.
12. Castro-Bedriñana J, Chirinos-Peinado D, Ríos-Ríos E. (2013). *Niveles de plomo en gestantes y neonatos en la ciudad de la Oroya, Perú*. Rev Peru Med Exp Salud Publica;30(3):393-8.
13. Guo P, Xu X, Huang B, Sun D, Zhang J, Chen X, et al. (2014). *Blood lead levels and associated factors among children in Guiyu of China: a population-based study*. PLoS One; 9(8): 105470.
14. Flores Ramirez R, Rico Escobar E, Nuñez Monreal J, Garcia Nieto E, Carrizales L, Ilizaliturri Hernandez C, et al. (2012). *Exposicon Infantil a Plomo en sitios contaminados*. Salud Pública de México. Agosto 54(4): p. 383-392.
15. Zhang X, Yang L, Li Y, Li H, Wang W, Ye B. (2012). *Impacts of lead/zinc mining and smelting on the environment and human health in China*. Environ Monit Assess 184: 2261-73.

16. Olmedo P, Pla A, Hernández AF, Barbier F, Ayouni L, Gil F. (2013). *Determination of toxic elements (mercury, cadmium, lead, tin and arsenic) in fish and shellfish samples*. Risk assessment for the consumers. *Environ Int* 59: 63-72
17. OMS. Organización Mundial de la Salud. [Online].; 2015 [cited 2015 Noviembre 06]. Available from: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/s/.
18. Rodríguez-Barranco M, Lacasaña M, Aguilar-Garduño C, Alguacil J, Gil F, González Alzaga B, et al. (2013). *Association of arsenic, cadmium and manganese exposure with neurodevelopment and behavioural disorders in children: a systematic review and meta-analysis*. *Sci Total Environ*; 454-455: 562-577.
19. Caravanos J et al Niveles de Plomo en Sangre en México y su Implicación para la Carga Pediátrica de la Enfermedad *Annals of Global Health* Volume 80, Issue 4, July–August 2014, Pages e1-e11.
20. Ministerio de Salud. (2013). *Guía de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones ambientales infantiles con plomo*. Primera ed. Fernández R, García SI, Haas AI, Saracco AS, Swiecky CA, editors. Buenos Aires: Presidencia de la Nación.
21. Trasobares Iglesias M. (2010). *Plomo mercurio en sangre en una población laboral hospitalaria y su relación con factores de exposición*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Farmacología. Report No.: ISBN: 978-84-693-6339-3.
22. Intoxicación por plomo y salud 23 de agosto de 2019 <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
23. *Leaded Petrol Phase-out globally* (2019) Nairobi: United Nations Environment Programme; 2019.

24. Global Health Observatory: Regulations and controls on lead paint. Geneva: World Health Organization; 2019.
25. Rodríguez-Barranco M, Lacasaña M, Aguilar-Garduño C, Alguacil J, Gil F, González Alzaga B, et al. (2013). *Association of arsenic, cadmium and manganese exposure with neurodevelopment and behavioural disorders in children: a systematic review and meta-analysis*. *Sci Total Environ*; 454-455: 562-577.
26. Gil F, Hernandez AF, Marquez C, Femia P, Olmedo P, López-Guarnido O, et al. (2011). *Biomonitorization of cadmium, chromium, manganese, nickel and lead in whole blood, urine, axillary hair and saliva in an occupationally exposed population*. *Sci Total Environ* 409: 1172-80.
27. Wolowiec P, Michalak I, Chojnacka K, Mikulewicz M. Hair analysis in health assessment. *Clin Chim Acta* 2013; 419: 139-71.
28. Pan American Health Organization (29 de 01 de 2019). Regional Office for the Americas of the World Health Organization. Obtenido de Pan American Health Organization: disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8206:2013-leadcontamination&Itemid=39800&lang=fr
29. Márquez, M. (2010). *Manual de Practicas del Espectrofotometro de Absorción Atomica GBC 932*. Orizaba: Universidad Veracruzana.
30. Gonzaga, P. (2016). *Validación de métodos analíticos para la determinación de metales Pesados, mediante absorción atómica en las matrices de aguas residuales, naturales y de consumo humano en los laboratorios de la UTPL*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.

31. Razmilic, B. (2011). *Control de calidad de insumos y dietas acuicolas*. Obtenido de Depósito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/ab482s04.htm>.
32. Litter, M., Armienta, M., & Farías, S. (2009). *Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos*. Argentina: CYTED.
33. Atachao E. (2017). *Determinación de los niveles de plomo y cadmio en labiales en barra multimarca mediante espectrofotometría de absorción atómica según comercialización en Lima Cercado*. [Tesis]. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega Perú.
34. Mañay N, Clavijo G, Diaz L. (2018). *Absorción atómica con horno de grafito*. [En línea]. [Citado el 21 de julio]. URL Disponible en: <http://riquim.fq.edu.uy/archive/files/02ba23e6cc083af03bfc55ac63a98a0c.pdf>.
35. Chuco L Yapuchura K. (2019). *Determinación de plomo y arsénico en polvos compactos de seis marcas expandidos en el Cercado de Lima*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos tesis, Perú.

ANEXOS

Anexo A: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO: “ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO EN NIÑOS EN ETAPA ESCOLAR DEL DISTRITO DE HUAY-HUAY, PROVINCIA DE YAULI, REGIÓN JUNÍN-PERÚ”.

Variable y Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Dimensiones e	Valores	Criterios de medición	Escala	Instrumento de recolección de datos
<p>Variable 1.</p> <p>concentración de plomo</p>	<p>El plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública.</p> <p>Los niños son un grupo de alto riesgo dada su mayor vulnerabilidad debido a su peso corporal, metabolismo y</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de Plomo en cabello • Límites máximos permisibles. 	<p>mg/dl</p> <p>Kg</p>	<p>10 mg/dl o</p> <p>0,48 mmol/L como concentración máxima establecida por la OMS</p>	<p>Presenta concentración de plomo en cabello</p> <p>No Presenta concentración de plomo en cabello</p>	<p>nominal</p>	<p>Ver anexo</p>

Variable 2. Crecimiento de los niños en etapa escolar.	grado de desarrollo de sus órganos y tejidos. La población infantil es un colectivo prioritario en materia de salud pública ya que se trata de un grupo de población sensible respecto de patologías provocadas por metales pesados (por ejemplo, Pb y Hg)	Peso Talla Índice de masa muscular	Cm2	Valores referenciales establecidos por la OMS	Óptimo Bueno Regular Malo	nominal	
---	--	--	-----	---	------------------------------------	---------	--

ANEXO B: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° de Niños	Edad (AÑOS)	Sexo	Peso (KG)	Peso (OMS)	Talla (CM)	Estatura (OMS)	Índice de masa corporal	Percentil	IMC	Cantidad de cabello (ML)	Concentración de plomo(mg/kg)
1 STEFANY LUCER CASO TEJADA	9 AÑOS	F	32.9 kg	Media	1.33cm	Encima	18.6	1	Bajo peso	3GR	33.386 mg/kg
2. MEDALY CRISPIN DE LA CRUZ	9 AÑOS	F	35.9 kg	Media	1.32 cm	Encima	20.6	46	Peso saludable	3GR	11.212 mg/kg
3. DEYVIS CASO TEJADA	9 AÑOS	F	29.3 kg	Media	1.37 cm	Media	15.61	45	Peso saludable	3GR	16.594 mg/kg
4. ANGELO YANASCO CUBA	9 AÑOS	M	32.3 kg	Media	1.36cm	Media	17.46	32	Peso saludable	3GR	9.345 mg/kg
5. ASUMI CARHARICCRA CHAVEZ	9 AÑOS	F	22.7 kg	Debajo	1.2 cm	Debajo	15.76	28	Peso saludable	3GR	19.630 mg/kg
6. ASTRIT AYLAS RODRIGUEZ	8 AÑOS	F	26.4 kg	Encima	1.24 cm	Media	17.17	86	Sobrepeso	3GR	16.312 mg/kg
7. CAMILO MENDOZA TEJADA	8 AÑOS	M	25.6 kg	Debajo	1.29 cm	Debajo	15.38	1	Bajo peso	3GR	35.420 mg/kg
8. SAYUMI MENDOZA TEJADA	8 AÑOS	F	26.2 kg	Encima	1.3 cm	Encima	15.5	76	Peso saludable	3GR	31.116 mg/kg
9. KARELY AYLAS RAMOS	8 AÑOS	F	25.3 kg	Media	1.3 cm	Media	14.97	38	Peso saludable	3GR	39.628 mg/kg
10. EDIN CASO MUÑOS	8 AÑOS	M	25.0 kg	Media	1.31 cm	Media	14.57	73	Peso saludable	3GR	12.108 mg/kg
11. YANIRA MARIBEL BILLENA CUBA	8 AÑOS	F	24.3 kg	Media	1.23 cm	Media	16.06	40	Peso saludable	3GR	15.172 mg/kg
12. NEIMAR ARSAPALO SACARIAS	7 AÑOS	M	27.3 kg	Media	1.28 cm	Media	16.66	43	Peso saludable	3GR	20.780 mg/kg

13. CRISTEL GONZAES HUAINGA	7 AÑOS	F	20.5 kg	Media	1.17 cm	Media	14.98	30	Peso saludable	3GR	21.142 mg/kg
14. DILAN ARSAPALO SACARIAS	6 AÑOS	M	20.5 kg	Media	1.16 cm	Media	15.23	19	Peso saludable	3GR	4.654 mg/kg
15. YONER CASO RAMOS	6 AÑOS	M	20.3 kg	Media	1.17 cm	Media	14.83	55	Peso saludable	3GR	15.506 mg/kg
16. LEONEL VICENTE MEDINA	6 AÑOS	M	17.8 kg	Media	1.1 cm	Media	14.71	81	Peso saludable	3GR	2.768 mg/kg
17. KIARA MICHEL LOPEZ ESCANUA	6 AÑOS	F	24.0 kg	Encima	1.18 cm	Media	17.24	92	Sobrepeso	3GR	14.038 mg/kg
18. MILAGROS TORRES ROSALES	6 AÑOS	F	13.5 kg	Media	1.05 cm	Media	12.24	36	Peso saludable	3GR	19.784 mg/kg
19. EMILY TEJADA CHAVEZ	5 AÑOS	F	20.2 kg	Media	1.16 cm	Media	15.01	73	Peso saludable	3GR	18.518 mg/kg
20. LIAN CASOS DE LA CRUZ	4 AÑOS	M	14.5 kg	Debajo	1.1 cm	Debajo	11.98	39	Peso saludable	3GR	32.008 mg/kg

ANEXO C: CONSENTIMIENTO INFORMADO



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas
Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica

Lima 12 de Setiembre 2019

Carta N°:154 - 2019-DFCFB
SEÑOR ALCALDE
TEODOSIO ZACARIAS COLLACHAGUA
DISTRITO DE HUAY-HUAY
PROVINCIA DE YAULI
JUNIN - PERU



Presente. –

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo y hacerle llegar las muestras de respeto ante vuestro digno despacho, así mismo mediante la presente, indicar que los alumnos

ENRIQUEZ ABAL LUIS ALFREDO con DNI: 46750553 y **HUARANGA FUERO CYNTHIA** con DNI: 47205363 respectivamente, estudiantes egresados de la facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la universidad Inca Garcilaso de la vega han solicitado mediante tramite regular, la elaboración de la presente carta, con la finalidad que vuestro centro de salud permita realizar las actividades de investigación que dichos alumnos requieran para la elaboración de sus tesis, lo cual les permitirá alcanzar el grado de licenciados en Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica.

Agradecería que nuestros alumnos egresados tengan las consideraciones necesarias para llevar su gestión con el mejor de los resultados, quedo a vuestra disposición para lo que fuera menester.

Atte.

JCCP/ylm
HT 1057495

Dr. Juan Carlos Cristóbal Salinas
DECANO (a)
Facultad de Ciencias Farmacéuticas y
Bioquímica
UIGV

Av. Bolívar 165 - Pueblo Libre
Teléfonos: 463-0000
E-mail: farmacia@uigv.edu.pe
Página Web: www.uigv.edu.pe

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA**

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PROYECTO DE TESIS “ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO EN NIÑOS EN ETAPA ESCOLAR DEL DISTRITO DE HUAY-HUAY, PROVINCIA DE YAULI, REGIÓN JUNÍN-PERÚ”.

Mi menor hijo(a)-- **STEFANY LUCER CASO TEJADA** Ha sido invitado/a participar en la investigación llamada **ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO EN NIÑOS EN ETAPA ESCOLAR DEL DISTRITO DE HUAY-HUAY, PROVINCIA DE YAULI, REGIÓN JUNÍN-PERÚ** que se está realizando en el periodo del mes de setiembre del 2019.

Entiendo que se harán preguntas de peso, talla e índice de masa muscular sobre mi menor hijo además se le sacara una muestra de cabello para analizar la concentración de dicho contaminante.

Se me ha informado que no existe riesgo alguno hacia mi persona ni hacia mi menor hijo y que mi participación es voluntaria, además no recibiré compensación alguna. Se me ha brindado el nombre, teléfono de ambas personas que están realizando esta investigación, en caso mi persona quisiera hacer pregunta posteriormente.

Apartado del llenado por un familiar del participante, cuando el participante no sepa leer, escribir o este físicamente de hacerlo.

Soy testigo de la lectura exacta del documento del consentimiento informado para el participante y la apersona ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmo que ha dado su consentimiento de libre participación.

Nombre del testigo: **JUAN CARLOS CASO VERGARAY**



Firma:

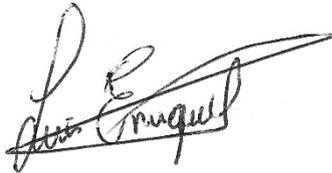
-Fecha (día/mes/año) 24-09-2019

Apartado para ser llenado por el investigador

He leído y he sido testigo de la exacta lectura del documento de consentimiento informado por parte del participante y la persona ha tenido la oportunidad de preguntar sobre las dudas. Confirmando el libre consentimiento de las personas.

Nombre del investigador: LUIS ENRIQUEZ ABAL

Firma del investigador:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Enriquez Abal', written over a horizontal line.

Fecha de entrevista: 24/09/2019

ANEXO D: ACTA O DICTAMEN DE APROBACIÓN DE COMITÉ DE ÉTICA



UNIVERSIDAD MARÍA AUXILIADORA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

RESOLUCION N° 168-2020-FCSA-UMA

Lima, 24 de noviembre del 2020

EL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNIVERSIDAD MARIA AUXILIADORA

Visto: El acta de conformidad N°066/DIFCS-UMA/2020 Mg. Eduardo Percy Matta Solis del Proyecto de Tesis presentado por los Bachilleres en Farmacia y Bioquímica **CYNTHIA HUARANGA FUERO y LUIS ALFREDO ENRIQUEZ ABAL**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante el expediente presentado **CYNTHIA HUARANGA FUERO y LUIS ALFREDO ENRIQUEZ ABAL**, egresados de la Carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica solicitan la aprobación del Proyecto de Tesis "**Análisis de la concentración de plomo y su relación con el crecimiento en niños en etapa escolar del distrito de Huay-Huay, provincia de Yauli, Región Junín, Perú**".

Que, el mencionado documento cuenta con la aprobación del **Mg. Eduardo Matta Solis**, quien ha revisado el Proyecto de Tesis realizando las observaciones, correcciones y aprobación correspondiente, emiten el Dictamen favorable y su inscripción correspondiente;

Que, en tal sentido se inscribe el presente Proyecto de Tesis al libro de Inscripción de Proyecto de Tesis en la Oficina de Grados y Títulos;

Que, con tal motivo es menester dictar la resolución correspondiente;

Estando el Dictamen de la Comisión Revisora del Proyecto de Tesis en concordancia con las disposiciones reglamentarias vigentes, y en uso de las atribuciones a este Decanato, por la Ley Universitaria 30220, y el Estatuto de la Universidad;

RESUELVE:

PRIMERO. - APROBAR el Proyecto de Tesis: "**Análisis de la concentración de plomo y su relación con el crecimiento en niños en etapa escolar del distrito de Huay-Huay, provincia de Yauli, Región Junín, Perú**", presentado por las Bachilleres: de la Carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica.

SEGUNDO. - DEJAR ESTABLECIDO que el bachiller está en condiciones de continuar con el trámite respectivo para optar el Título Profesional, debiendo sujetarse a las disposiciones contenidas en el Reglamento de Grados y títulos aprobado por Resolución CU N° 045-2020-UMA de fecha 27 de octubre de 2020, teniendo en cuenta los plazos aprobados.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE




Dra. Anika Remuzgo Artezano
Decana de la Facultad de Ciencia de la Salud
Universidad María Auxiliadora

Av. Canto Bello 431, San Juan de Lurigancho
Telf: 389 1212
www.umaperu.edu.pe

ANEXO E: EVIDENCIAS DE TRABAJO DE CAMPO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la Gestión Ambiental
CICOTOX

N° 91884 - 91893

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Srta. Cynthia Huaranga Fuero y Sr. Luis Alfredo Enriquez Aval

TESIS: Análisis de las concentraciones de plomo y su relación con la salud de los niños en etapa escolar del distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín-Perú

FECHA DE RECEPCIÓN: 28 DE ENERO DE 2020 HORA: 11:30 a.m.

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 24 DE JULIO DE 2020 HORA: 01:15 p.m.

FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 07 DE AGOSTO DE 2020 HORA: 03:45 p.m.

MÉTODO: Determinación de Plomo por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Horno de Grafito.

OBSERVACIONES: Muestras agotadas en los análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
91884	Cabello 1	Cuantificación de Plomo	33.386 mg/kg
91885	Cabello 2	Cuantificación de Plomo	11.212 mg/kg
91886	Cabello 3	Cuantificación de Plomo	16.594 mg/kg
91887	Cabello 4	Cuantificación de Plomo	9.345 mg/kg
91888	Cabello 5	Cuantificación de Plomo	19.630 mg/kg
91889	Cabello 6	Cuantificación de Plomo	16.312 mg/kg
91890	Cabello 7	Cuantificación de Plomo	35.420 mg/kg
91891	Cabello 8	Cuantificación de Plomo	31.116 mg/kg
91892	Cabello 9	Cuantificación de Plomo	39.628 mg/kg
91893	Cabello 10	Cuantificación de Plomo	12.108 mg/kg

Lima, 07 de agosto de 2020

Director del CICOTOX
Dr. José A. Apesteigua Infantes
Esp. Toxicología y Química Legal
CQFP N° 06538 RNE N° 0240
DNI N° 09359857



Analista
Q.F. Americo Figueroa Vargas

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú
Teléfono: (511) 328-7700 / Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la Gestión Ambiental
CICOTOX

N° 91894 - 91903

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Srta. Cynthia Huaranga Fuero y Sr. Luis Alfredo Enriquez Aval

TESIS: Análisis de las concentraciones de plomo y su relación con la salud de los niños en etapa escolar del distrito de Huay-Huay, Provincia de Yauli, Región Junín-Perú

FECHA DE RECEPCIÓN: 28 DE ENERO DE 2020 HORA: 11:30 a.m.

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 24 DE JULIO DE 2020 HORA: 01:15 p.m.

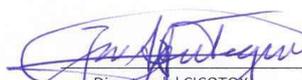
FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 07 DE AGOSTO DE 2020 HORA: 03:45 p.m.

MÉTODO: Determinación de Plomo por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Horno de Grafito.

OBSERVACIONES: Muestras agotadas en los análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
91894	Cabello 11	Cuantificación de Plomo	15.172 mg/kg
91895	Cabello 12	Cuantificación de Plomo	20.780 mg/kg
91896	Cabello 13	Cuantificación de Plomo	21.142 mg/kg
91897	Cabello 14	Cuantificación de Plomo	4.654 mg/kg
91898	Cabello 15	Cuantificación de Plomo	15.506 mg/kg
91899	Cabello 16	Cuantificación de Plomo	2.768 mg/kg
91900	Cabello 17	Cuantificación de Plomo	14.038 mg/kg
91901	Cabello 18	Cuantificación de Plomo	19.784 mg/kg
91902	Cabello 19	Cuantificación de Plomo	18.518 mg/kg
91903	Cabello 20	Cuantificación de Plomo	32.008 mg/kg

Lima, 07 de agosto de 2020


 Director del CICOTOX
 Dr. José A. Apesteeguía Infantes
 Esp. Toxicología y Química Legal
 CQFP N° 06538 RNE N° 0240
 DNI N° 09359857




 Analista
 Q.F. Americo Figueroa Vargas

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico – Lima 1 – Perú
 Teléfono: (511) 328-7700 / Ap. Postal 4559 – Lima 1
 E-mail: cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>



Figura 13: Visita a las familias de Huay Huay

Fuente: elaboración propia



Figura 14: Vista a los niños en el centro medico

Fuente: elaboración propia



Figura 15: toma de muestra a los niños

Fuente: elaboración propia



Figura 16: Visita al puesto de salud Huay Huay

Fuente: elaboración propia