UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(CREADA POR LEY N.º 25265)

ESCUELA DE POSGRADO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

UNIDAD DE POSGRADO

TESIS

Nivel de plomo y hemoglobina en mujeres en edad fértil en áreas de influencia de Centros Mineros de Huancavelica - 2022

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
SALUD MATERNO PERINATAL

PRESENTADO POR:

Bach. TUNCAR QUISPE Edith Magali

PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SALUD

MENCIÓN EN SALUD REPRODUCTIVA

HUANCAVELICA – PERÚ

2024

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En sesión ordinaria presencial, en instalaciones del auditorio de la Facultad de Ciencias de la Salud, los integrantes miembros del jurado evaluador, conformado por:

Presidente : Dra. TULA SUSANA GUERRA OLIVARES
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4583-6384
DNI: 28271119

Secretario : Dra. ROSSIBEL JUANA MUÑOZ DE LA TORRE
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1544-8863
DNI: 42145123

Vocal : Dra. CLARIS JHOVANNA PEREZ VENEGAS
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9114-3538
DNI: 80078866

Asesor : Dra. LINA YUBANA CARDENAS PINEDA
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5715-7031
DNI: 20059866

De conformidad al Reglamento de Único de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica, aprobado mediante Resolución N°0330-2019-CU-UNH y ratificado con resolución N°679-2023-CU-UNH, asimismo,

La candidata al GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SALUD MENCION SALUD REPRODUCTIVA.

Doña: **TUNCAR QUISPE EDITH MAGALI** identificado con DNI N°46105944, procedió a sustentar su trabajo de investigación titulado: NIVEL DE PLOMO Y HEMOGLOBINA EN MUJERES EN EDAD FÉRTIL EN ÁREAS DE INFLUENCIA DE CENTROS MINEROS DE HUANCAVELICA – 2022.

Luego de haber absuelto las preguntas que le fueron formulados por los miembros del jurado, se dio por concluido al ACTO de sustentación, realizándose la deliberación y calificación, resultando:

Con el calificativo de APROBADO por MAYORIA.

Y para la constancia se extiende el ACTA de sustentación de manera presencial, a los doce días del mes de enero del año 2024.

Dra. TULA SUSANA GUERRA OLIVARES

Dra. ROSSIBEL JUANA MUÑOZ DE LA TORRE

Dra. CLARIS JHOVANA PEREZ VENEGAS

ACTA DE SUSTENTACÓN N°02-2024-UPGFCS.

DEDICATORIA

A mis padres Gumercindo y Maxi quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Edith

ASESOR

Dra. LINA YUBANA CÁRDENAS PINEDA
https://orcid.org/0000-0001-5715-7031

DNI 20059866

RESUMEN

El objetivo: Determinar la relación entre el nivel de plomo y hemoglobina en mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022. **Metodología:** investigación de tipo observacional, prospectivo, de corte transversal, de nivel relacional, en 132 mujeres con residencia en Huachocolpa, Mimosa o Cochaccasa. El análisis estadístico se hizo con Tau b de Kendall. **Resultados:** el 52.27 % son solteras, 60.61 % jóvenes, estado nutricional normal en 65.15 %; en promedio tienen 28 años, peso 55.65 kg, talla 153 cm. El 75 % vive más de 5 años en la zona. 82.56 % de las viviendas son de material rustico, el 81.82 % cuentan con saneamiento básico, el 75 % de las familias tienen 3 a más integrantes, el 42.42% tienen a integrantes menores de 5 años y el 55.3% de 5 a 12 años. Ninguna practica medidas preventivas para no contaminarse con plomo, y el 94.70% desean información para evitar contaminarse. El nivel de plomo estuvo entre 0.50 – 7.20 Ug/dL, promedio 1.35 ± 1.11 y la Hemoglobina de 7.80 – 21.60 g/dL, el promedio fue 11.85g/dL, 3 de cada 5 mujeres presentaron anemia. Existe relación negativa moderada entre el nivel de plomo y hemoglobina con un valor-p de 0.000 al 99% de confianza. **Conclusiones:** los niveles bajos de plomo también afectan la hematopoyesis a mayor nivel de plomo en sangre, menor nivel de Hb. hay necesidad de educación preventiva frente a metales pesados.

Palabras clave: plomo en sangre, plumbemia, anemia y plomo, hemoglobina y plomo

ABSTRACT

The objective: To determine the relationship between the level of lead and hemoglobin in women of childbearing age who live in the area of influence of mining centers in the Huancavelica region, during the year 2022. **Methodology:** observational, prospective, cross-sectional research, at the relational level, in 132 women residing in Huachocolpa, Mimosa or Cochaccasa. Statistical analysis was done with Kendall's Tau b. **Results**: 52.27% are single, 60.61% young, normal nutritional status in 65.15%; on average they are 28 years old, weight 55.65 kg, height 153 cm. 75% live more than 5 years in the area. 82.56% of the houses are made of rustic material, 81.82% have basic sanitation, 75% of the families have 3 or more members, 42.42% have members under 5 years of age and 55.3% from 5 to 12 years. None practice preventive measures to avoid being contaminated with lead, and 94.70% want information to avoid being contaminated. The lead level was between 0.50 - 7.20 Ug/dL, average 1.35 ± 1.11 and Hemoglobin 7.80 - 21.60 g/dL, the average was 11.85g/dL, 3 out of 5 women presented anemia. There is a moderate negative relationship between the level of lead and hemoglobin with a p-value of 0.000 at 99% confidence. **Conclusions:** low lead levels also affect hematopoiesis at a higher blood lead level, lower Hb level. there is a need for preventive education against heavy metals.

Keywords: blood lead, lead blood glucose, anemia and lead, hemoglobin and lead

INDICE DE CONTENIDO

PORTADA ..... **i**
ACTA DE SUSTENTACIÓN ..... **ii**
DEDICATORIA ..... **iii**
ASESOR ..... **iv**
RESUMEN ..... **v**
ABSTRACT ..... **vi**
INDICE DE CONTENIDO ..... **vii**
ÍNDICE DE TABLA ..... **ix**
ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... **x**
INTRODUCCIÓN ..... **xi**
CAPÍTULO I ..... **xi**
EL PROBLEMA **12**
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 14
1.2.1. Problema general 14
1.2.2. Problemas específicos 14
1.3. OBJETIVOS 15
1.3.1. Objetivo general 15
1.3.2. Objetivos específicos 15
1.4. JUSTIFICACIÓN 16
1.5. LIMITACIONES 16
CAPÍTULO II **17**
MARCO TEÓRICO **17**
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 17
INTERNACIONALES 17
NACIONALES 20
LOCALES 22
2.2. BASES TEÓRICAS 22

2.2.1. EL PLOMO 22
2.2.2. EL PLOMO EN SANGRE 23
2.2.3. EFECTOS DEL PLOMO EN LOS SERES HUMANOS 23
2.2.4. EFECTOS DEL PLOMO EN LAS GESTANTES Y FETO 25
2.2.5. HEMOGLOBINA 26
2.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 29
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 29
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES 30
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 30
CAPÍTULO III 34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 34
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 34
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 34
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN 34
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACION 34
3.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO 35
3.6. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 36
3.7. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 36
3.8. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS 37
3.9. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS 38
CAPÍTULO IV 39
PRESENTACION DE RESULTADOS 39
4.1. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 39
4.2. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS 52
DISCUSIÓN 57
CONCLUSIONES 60
RECOMENDACIONES 61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 62
ANEXOS 68

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Características individuales de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022..... **40**

Tabla 2 Datos individuales cuantitativos de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022..... **41**

Tabla 3 Datos de la vivienda de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022. ..... **42**

Tabla 4 Servicios de saneamiento básico con las que cuentan las viviendas de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022..... **43**

Tabla 5 Medidas preventivas de la contaminación con plomo en las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022. ..... **44**

Tabla 6 Nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022. ..... **45**

Tabla 7 Nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022……. **46**

Tabla 8 Categorización del nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022. ..... **47**

Tabla 09 Nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022……..**48**

Tabla 10 Categorización del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022. 50

Tabla 11 Categorización del nivel de plomo en sangre según categorización del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022. ..... **51**

Tabla 12 Prueba de Kolmogorov-Smirnov de la distribución de datos del nivel de plomo en sangre y del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil **53**

Tabla 13 Prueba de significancia del coeficiente de correlación de rangos Tau-b de Kendall para el nivel de plomo en sangre y el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022. ..... **55**

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 Diagrama de caja de la distribución del nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022..... **46**

Figura 2 Diagrama de área de la distribución ascendente del nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022 ..... **48**

Figura 3 Diagrama de caja de la distribución del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.. ..... **49**

Figura 4 Diagrama de área de la distribución ascendente del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.. ..... **50**

Figura 5 Diagrama de dispersión del nivel de plomo en sangre con respecto al nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.. ..... **52**

Figura 6 Zona de rechazo de la hipótesis nula para la distribución Z bilateral y una significancia del 1 %.. ..... **55**

INTRODUCCIÓN

El plomo es un metal producido en ciudades y zonas rurales, las cuales presentan alta contaminación por la combustión de gasolina y las mineras, respectivamente. Sus efectos en el ser humano son nefastos, dado que al ingresar a la sangre puede ser almacenado en los huesos blandos, o excretado por vía renal. De esta manera, el plomo afecta al sistema nervioso, renal, reproductivo y hematopoyético.

En tal sentido, nace la inquietud de evaluar la relación que existe entre el nivel de plomo en sangre y el nivel de hemoglobina en mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de las mineras de Huancavelica. En específico se trabajó con los centros poblados de Cochaccasa, Mimosa y Huachocolpa. Además de ello, se caracterizaron los aspectos individuales y sociodemográficos de las mujeres en edad fértil. Del mismo modo, el grupo etario fue tomado, ya que se encontraron investigaciones que hallaron mayor riesgo en la reproducción.

El presente estudio es de nivel relacional, de tipo observacional y prospectivo, de corte transversal.
Los resultados, se ponen a disposición de los gestores a fin de que encaminen acciones preventivas para evitar la contaminación y a la comunidad académica para que se prosiga en las líneas de investigación.

Nuestro profundo agradecimiento, al Fondo Nacional de desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT); por haber financiado la presente investigación a través del contrato “N° 091-2018-FONDECYT-BM-IADT-AV”, sin ello no hubiera sido posible alcanzar los resultados que presentamos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El plomo (Pb) es un agente neurotóxico, que está distribuido en el medio ambiente, siendo así, un problema de salud pública (1,2). La población en general está expuesta a este metal, principalmente, a través de la ingestión de alimentos contaminados y la inhalación de plomo en el aire. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la principal fuente de contaminación ambiental es la explotación minera, seguida de la metalurgia (3).

La exposición humana al plomo puede tener como resultado una amplia gama de efectos biológicos, que puede afectar a la salud de la persona al dañar los sistemas y órganos del cuerpo, como: riñón, hígado, sistema hematológico y neurológico (4,5); no obstante, también afecta las funciones reproductivas en la mujer, los resultados del nacimiento y al desarrollo infantil (2). La toxicidad del plomo puede revelarse como una condición quirúrgica urgente o una enfermedad crónica; donde los síntomas suelen ser amplios e inespecíficos, desde alteraciones del estado de ánimo y del sueño, parestesias y mialgias hasta dolor abdominal, anemia, estreñimiento, pérdida de apetito e irritabilidad (6,7).

La exposición al plomo causa aproximadamente un 0,6 % de la carga mundial de morbilidad que se produce principalmente en los países en desarrollo. Provocando cada año, 143.000 muertes y 600.000 nuevos casos de discapacidad intelectual debido a la exposición al plomo (8).

El embarazo se considera un momento crítico de exposición al plomo para la madre y feto (9,10); ya que la barrera placentaria es permeable al plomo sérico libre y los niveles en la sangre del cordón umbilical alcanzan del 5 al 10% del nivel en sangre materna y es fetotóxico (11,12). Además, el plomo puede liberarse de las reservas óseas de la madre durante el embarazo; pues, durante este periodo aumentan las demandas de calcio; lo cual conduce a un aumento del recambio óseo, con la consiguiente liberación de plomo de los huesos, lo que a su vez aumenta la reserva de plomo biológicamente activo (13,14), y por tanto, esta pueda convertirse en una fuente importante de intoxicación para el feto (11).

Las concentraciones elevadas de plomo en la sangre materna pueden exponer al feto a su efecto tóxico; sin embargo, las concentraciones inferiores a 5 μg / dL se han asociado con aborto espontáneo (15,16), hipertensión durante el embarazo o preeclampsia (17–20), parto prematuro (21), rotura prematura de membranas (22), bajo peso al nacer (23,24) y malformaciones leves en el feto (3). Así mismo, se ha relacionado con una disminución en el rendimiento intelectual y académico, como también con alteraciones neuroconductuales en la infancia y la primera infancia (25–27). Por lo tanto, la exposición materna al plomo juega un papel importante en los resultados adversos del embarazo.

Recientemente, el Centro para el Control de Enfermedades ha reducido el umbral permitido de nivel de plomo de 25 a 10 μg / dL (28), aunque esto ha sido incluso menor en mujeres embarazadas . En este sentido, la OMS ha declarado que el nivel normal de plomo en mujeres embarazadas debe ser inferior a 5 μg / dL (29); de la misma manera, está elaborando una serie de directrices para la prevención y el tratamiento de la intoxicación por plomo con la finalidad de ofrecer a los responsables de la formulación de políticas, autoridades de salud pública y los profesionales sanitarios, una orientación sobre las medidas que se

pueden adoptar para proteger la salud de la población frente a la exposición al plomo (3,30).

Durante los últimos años, se han realizado algunos estudios sobre los niveles de plomo en sangre de gestantes en Perú, los cuales han sido realizados mayoritariamente en el centro metalúrgico de la Oroya. Habiendo pocos estudios en las áreas donde operan minas a pequeña escala, como los que se cuenta dentro del departamento de Huancavelica, se hace necesario la estimación del nivel de plomo en sangre de mujeres en edad fértil, con el objetivo de que es importante identificar la contaminación con plomo antes del embarazo, para tomar medidas de descontaminación u control de riesgo en la población, por otro lado la evaluación de la relación del metal con la hemoglobina, se hace necesario porque se tiene altas proporciones de anemia que prevalecen año a año y la disminución es muy escasa en la región.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Qué relación existe entre el nivel de plomo y la hemoglobina en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuáles son las características sociodemográficas de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022?

b) ¿Cuáles son las medidas preventivas sobre contaminación con plomo que aplican las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022?

c) ¿Cuál es el nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022?

d) ¿Cuál es el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Determinar la relación entre el nivel de plomo y hemoglobina en mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

a) Describir las características sociodemográficas de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.
b) Describir las medidas preventivas de la contaminación con plomo en las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.
c) Analizar el nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.
d) Analizar el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La exposición humana al plomo sigue siendo un problema de salud pública; sin embargo, la producción y el uso de plomo sigue aumentando, a pesar de la creciente evidencia de sus efectos contra la salud. Siendo el feto en desarrollo y los neonatos más vulnerables al plomo, tanto en términos de exposición como de efectos sobre la salud, es necesario evaluar cómo se encuentra la contaminación con plomo en mujeres que residen en áreas de influencia de las mineras del departamento de Huancavelica, con el objetivo de tomar medidas correctivas entes de un embarazo.

Por ello, es importante investigar las características sociodemográficas de las mujeres en edad fértil, así como, el conocimiento que tengan sobre la contaminación con plomo y la forma de prevenirlo. Además, fue importante analizar el nivel de plomo y hemoglobina en cada una de ellas para ver primero el comportamiento y también si existe relación entre ellos.

Los resultados de la investigación servirán para el desarrollo de medidas reguladoras destinadas a reducir el riesgo de contaminación como la exposición al plomo y generar medidas preventivas, las cuales son poco conocidas por la población.

Así mismo, los resultaros servirán como base para futuras investigaciones en el tema.

1.5. LIMITACIONES

Al ser un estudio prospectivo, y con procedimientos invasivos que requiere por ética el consentimiento informado, se ha tenido negativa en la participación, el cual se dio estricto respeto a su libre determinación y decisión de participar en el estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN INTERNACIONALES

Chen, et al (31). En su investigación "Effects of lead and cadmium co-exposure on hemoglobin in a Chinese population", 2015. Tuvo como objetivo observar los efectos principales e interactivos de cadmio y plomo sobre el nivel de hemoglobina en una población china, su población estuvo conformada por 308 personas, de las cuales 202 eran mujeres y 106 hombres. Encontraron que el nivel de cadmio y plomo de los sujetos que viven en el área contaminada fue significativamente mayor en comparación con los que viven en el área de control ($p < 0.05$). Así mismo, encontraron que el nivel de hemoglobina en mujeres se redujo con el aumento de plomo y cadmio ($p < 0.05$); además la hemoglobina de mujeres y hombres con el nivel más alto de cadmio y plomo disminuyó en 8,3 g / L y 10. 7 g / L en comparación con aquellos con el nivel más bajo de cadmio y plomo. Llegaron a la conclusión que el cadmio y el plomo pueden influir en el nivel de hemoglobina.

La Llave, et al (32). En su investigación “Relationship between blood lead levels and hematological indices in pregnant women”, México, 2015. Tuvo como objetivo examinar la relación entre los niveles de plomo en sangre y los índices hematológicos en gestantes, un estudio transversal, donde su muestra estuvo conformada por 292 gestantes. Encontraron que la media de plomo en sangre fue 2,79 ± 2,16 μg / dL y detectaron niveles de plomo ≥ 5 μg / dL en 25 mujeres (8,6%). Asimismo, encontraron que el recuento de hemoglobina, hematocrito y glóbulos rojos fue significativamente más alto en mujeres embarazadas con una concentración de plomo en sangre ≥ 5 μg / dL que en el grupo con niveles más bajos de plomo en sangre ($p < .05$). También encontraron que el volumen corpuscular medio y la hemoglobina corpuscular media no se relacionaron significativamente con los niveles de plomo, sin embargo, la hemoglobina y el hematocrito mostraron una correlación positiva no significativa con el plomo en sangre. Por otro lado, la correlación entre el recuento de glóbulos rojos y los niveles de plomo en sangre fue estadísticamente significativa ($r = 0,185$, $p = 0,002$).

Xie, et al (33). En su investigación “The effects of low-level prenatal lead exposure on birth outcomes”, 2013. Tuvo como objetivo identificar los efectos de la exposición prenatal de bajo nivel al plomo en los resultados del parto, su muestra estuvo conformada por 252 madres e hijos. Encontraron que los niveles medios de plomo en sangre materna 3,20 μg / dL y en el cordón umbilical fueron y 2,52 μg / dL. Así mismo, encontraron que el aumento de la exposición al plomo en la sangre materna se asoció con una disminución del peso al nacer ($\beta = -148,99$; IC del 95%, -286,33 a -11,66); además, encontraron una relación negativa significativa entre los niveles de plomo en la sangre del cordón umbilical y la longitud al nacer ($\beta = -0,84$; 95%). % IC, -1,52 a -0,16). Llegaron a la conclusión de que la exposición prenatal de bajo nivel al plomo puede afectar negativamente el crecimiento fetal.

Hassanian, et al (34). En su investigación “Blood lead levels in pregnant women referring to midwifery clinic in a referral center in Tehran”, 2018. Tuvo como

objetivo detectar los niveles de plomo en la sangre de mujeres embarazadas que se referían a la clínica de partería, fue un estudio descriptivo de corte transversal, donde su muestra estuvo conformada por 100 gestantes. Encontraron que la edad media fue de 29 ± 5 años (19-42 años); la edad gestacional mediana (IQR) fue de 33 semanas, el 90 % eran amas de casa, el 58 % de los tipos de tubería utilizados en sus casas eran nuevos, de los cuales el 55 % eran no metálicos. Además, encontraron que hubo una correlación significativa entre el área residencial contaminada y la mediana de niveles de plomo en sangre (P = 0.044) y la exposición a sustancias (P = 0.02). También encontraron que la mediana de niveles de plomo en sangre fue significativamente menor en aquellos sin antecedentes de toxicidad por plomo en la familia (P = 0,003); que el único factor que podía predecir niveles de plomo en sangre inferiores a 3,2 y 5 μg / dL era vivir en el área no industrial; y que todas las mujeres embarazadas dieron a luz bebés vivos a término. Llegaron a la conclusión de que los antecedentes positivos de toxicidad por plomo en la familia y vivir en áreas contaminadas pueden suponer un nivel más alto de plomo en mujeres embarazadas.

Ohtsu, et al (35). En su investigación "Oral exposure to lead for Japanese children and pregnant women, estimated using duplicate food portions and house dust analyses", 2019. Tuvo como objetivo evaluar la exposición alimentaria al plomo, donde su muestra estuvo conformada por 86 gestantes y 87 niños. Encontraron que las concentraciones de plomo en los alimentos, el agua potable y el polvo doméstico fueron bajas en general; también, encontraron que la exposición oral al plomo fue mayor en los niños (media ± SEM; 5,21 ± 0,30 μg / kg de peso corporal / semana) que en las gestantes (1,47 ± 0,13 mg / kg de peso corporal / semana). También encontraron que los alimentos y el polvo doméstico eran las principales fuentes de contaminación por plomo. Por otro lado, las medias ± SEM de las concentraciones de plomo en sangre periférica y de cordón fueron 0,69 ± 0,04 μg / dL y 0,54 ± 0,05 μg / dL, respectivamente para mujeres embarazadas y 1,30 ± 0,07 μg / dL (solo periférico) en niños. Llegaron a la conclusión que los niveles de exposición oral al plomo para los niños japoneses

y las mujeres embarazadas fueron generalmente bajos, con concentraciones y exposición más altas para los niños que para las mujeres embarazadas.

NACIONALES

Castro, et al (36). En su investigación "Plomo en la sangre del cordón umbilical y su impacto sobre el peso, longitud, hemoglobina y APGAR en zonas con diferente grado de contaminación", Perú, 2012. Tuvo como objetivo evaluar la concentración de plomo en la sangre del cordón umbilical y su impacto sobre el nivel de hemoglobina, longitud, peso y APGAR al nacimiento, un estudio transversal donde su muestra estuvo conformada por 64 neonatos de Huancayo y la Oroya. Encontraron que los neonatos de Huancayo y la Oroya tuvieron concentraciones promedio de plomo de 18,03 µg/dL y 22,96 µg/dL (p=0,016), siendo estos valores 1,8 y 2,3 veces más altos que el nivel crítico sugerido por el Centro de Control de Prevención de Enfermedades (CDC) y la OMS (10 µg/dL). También encontraron que los niveles de hemoglobina para los neonatos de Huancayo y La Oroya fueron 18,3 y 16,9 g/dL (p=0,000), y solo se registraron cuadros de anemia en los neonatos de la Oroya (9,38%). Llegaron a la conclusión que fue evidente la asociación inversa entre el contenido de plomo en la sangre del cordón umbilical y el contenido de hemoglobina, peso, logitud y puntaje APGAR al nacimiento.

Castro, et al (37). En su investigación "Niveles de plomo en gestantes y neonatos en la ciudad de la Oroya, Perú", 2013. Tuvo como objetivo determinar los niveles de plomo en gestantes y neonatos; un estudio transversal, donde, su muestra estuvo conformada por 40 gestantes que dieron parto normal. Dentro de las características demográficas encontraron que la edad promedio de las madres fue 29 ± 6 años; el promedio de años de residencia fue 16,5 ± 10,6, el promedio de partos, sin considerar el último, fue dos y finalmente la edad gestacional promedio al momento del parto fue de 39 semanas. En cuanto a los niveles de plomo, encontraron que los niveles promedio de plomo en la sangre materna fue 27,4 ± 15,6 ug/dL, en cordón umbilical 19,0 ± 12,6 ug/dL y placenta 319,0 ± 215,9 ug/100 g. Así mismo, el 67,5% de los neonatos tuvieron más de 10 ug/dL

de plomo y el 10% tuvo más de 40 ug/dL de plomo. También encontraron que el nivel de plomo en sangre de cordón umbilical representó el 61,6% del plomo de la sangre materna, y los coeficientes de correlación entre el plomo de la sangre materna y cordón umbilical, sangre materna y placenta, placenta y sangre del cordón umbilical fueron 0,36; 0,48 y 0,33, respectivamente. Llegaron a la conclusión que las gestantes y recién nacidos tenían concentraciones elevadas de plomo en sangre; así mismo, las concentraciones de plomo en la placenta y cordón umbilical tuvieron una correlación moderada con el plomo de la sangre materna.

Castro, et al (38). En su investigación "Contenido de plomo y peso de la placenta y su relación con la edad gestacional, peso, longitud y hemoglobina al nacimiento en una zona metalúrgica del Perú", 2016. Tuvo como objetivo estimar la relación cuantitativa entre la concentración de plomo en la placenta y el peso; la relación entre el peso de la placenta con la edad gestacional, peso, longitud y concentración de hemoglobina de recién nacidos; fue un estudio descriptivo, transversal y correlacional, donde su muestra estuvo conformada por 40 recién nacidos de parto eutócico. Encontraron que el promedio y desviación estándar de la edad gestacional fue de 39,20+1,18 semanas; del contenido de plomo en la placenta fue de 319+215,86 ng/g; del peso de la placenta fue 504,25+83,53 g; el peso de los recién nacidos fue 3191,75+310,61 g, la longitud de los recién nacidos fue 49,72+1,26 cm y la hemoglobina de los neonatos fue 16,76+1,88 g/dL. Llegaron a la conclusión de que los niveles altos de plomo en la placenta se correlacionaron negativamente con su propio peso y que, a su vez, los mayores pesos de la placenta se correlacionaron positivamente con el peso, longitud y contenido de hemoglobina de los recién nacidos.

Guillen, et al (39). En su investigación "Determinación de plomo en leche materna de madres lactantes en nueve distritos de la ciudad de Lima, Perú", 2017. Tuvo como objetivo determinar los niveles de plomo en leche materna en puérperas primíparas, fue un estudio observacional de corte transversal, donde incluyeron 100 muestras de leche materna. Encontraron que la edad gestacional

promedio fue 39,1 semanas; así mismo, encontraron que el 37% de las muestras tuvieron un nivel detectable de plomo, seis de ellos entre 5,0 y 9,9 ng/g y cinco mayores de 10 ng/g. Por otro lado, no encontraron correlación de la concentración de plomo con la edad materna, el grado de instrucción ni con la ocupación. Llegaron a la conclusión de que un porcentaje importante de muestras de leche materna presentaron contaminación con plomo, particularmente en residentes de la zona norte de Lima.

LOCALES

Condori y Huamani (40). En su investigación "Concentración de plomo en sangre y factores de riesgo en niños de la localidad de Huachocolpa, Huancavelica – 2017", tuvo como objetivo determinar la relación que existe entre la concentración de plomo en sangre y los factores de riesgo en niños; fue un estudio transversal, donde su muestra estuvo conformada por 30 niños. Encontraron que el 100% de niños tuvieron concentraciones bajas de plomo, y en relación a los factores de riesgo el 90 % de los niños presentaron factores de riesgo alto mientras que el 10 % presentaron factores de riesgo bajo. También, encontraron que el 80 % presenta riesgo epidemiológico alta, el 57 % riesgo ambiental alto, el 43 % riesgo ambiental baja y el 20 % riesgo epidemiológico bajo.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. EL PLOMO

El plomo es un metal gris azulado que se encuentra naturalmente en la corteza terrestre en un promedio de 16 mg/kg y su forma más abundante es el sulfuro (PbS), asociado a otros metales como zinc, plata y cobre. Es suave, maleable, un conductor de electricidad relativamente pobre, sin embargo, altamente resistente a la corrosión y capaz de absorber sonidos y otras vibraciones, así como radiación (41,42).

FUENTES DE EXPOSICIÓN

Se da principalmente en sectores urbanos o rurales cercanos a minerías, con contaminación geológica del suelo o agua, así mismo, en ciudades con alta contaminación por combustión de gasolina. Por otro lado, 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 las distintas industrias del cable y plástico (41,42).

2.2.2. EL PLOMO EN SANGRE

Varias técnicas biológicas y biomarcadores son útiles para la evaluación de riesgos del plomo en el campo de la salud ambiental, sin embargo, el plomo en sangre es el biomarcador de exposición al plomo más utilizado. Este indicador representa una medida de plomo en los tejidos blandos, la carga corporal y la dosis absorbida, mientras que los efectos críticos del plomo en la médula ósea se pueden utilizar como biomarcador de efecto (43).

Los principales biomarcadores de efecto son la inhibición del ácido delta-aminolevulínico deshidratasa (ALAD) y la variación en algunas concentraciones de metabolitos, como protoporfirina de zinc (ZP) en sangre, ácido delta-aminolevulínico en orina (ALA-U), delta-aminolevulínico ácido en sangre (ALA-B), ácido delta-aminolevulínico en plasma (ALA-P) y coproporfirina en orina (CP). No obstante, no todos los indicadores mencionados reflejan igualmente la relación dosis y dosis interna / efecto (43).

2.2.3. EFECTOS DEL PLOMO EN LOS SERES HUMANOS

Después de la exposición por inhalación o ingestión, la absorción del plomo en el organismo se produce a través del sistema respiratorio o por el tracto gastrointestinal; siendo en niños de 30 a 50 % y en adultos

de 10 %, para después circula en la sangre y ser excretado por la orina o ser depositado en los tejidos blandos o los huesos (41).

La vida media del plomo en sangre es de aproximadamente 21 a 28 días, mientras que el plomo se acumula en los huesos con una vida media de 20 a 30 años (41,44).

La investigación sugiere que la exposición al plomo en concentraciones altas y bajas afecta negativamente a los sistemas hematopoyético, vascular, nervioso, renal y reproductivo.

La OMS define como intoxicación cuando el valor de plomo en sangre es mayor a 15µg/dL denominado plombemia, y el 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 han 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 (41).

MANIFESTACIONES CLÍNICAS:

La sintomatología y los signos son dependientes del tiempo de exposición, los niveles de plomo en sangre y la edad. Se presenta manifestaciones multisistémicas, principalmente en los sistemas nervioso, hematológico y renal; la sintomatología poco específica son astenia, mialgias, síntomas gastrointestinales, adelgazamiento y palidez cutánea (41).

- Sistema nervioso central: fatiga, irritabilidad, insomnio, ansiedad, depresión, pérdida de memoria, disminución de la libido, cefalea, encefalopatía.
- Sistema nervioso periférico: parálisis radial, tibial, ciática.
- Sistema gastrointestinal: anorexia, náusea, constipación. pérdida de peso, dolor abdominal, cólico plúmbico o saturnino.
- Hematológico: anemia y punteado basófilo.

- Sistema renal: Insuficiencia Renal Crónica, nefritis intersticial, síndrome de Fanconi, acidosis tubular renal y proteinuria leve.

DIAGNÓSTICO:

El diagnóstico está basado en las manifestaciones clínicas y en el antecedente de exposición a plomo. Para su confirmación se realiza la determinación directa de plomo en sangre venosa, prueba que representa mejor la severidad de la exposición a este metal; debido a que la mayor parte del plomo se almacena en los huesos, el individuo puede presentar niveles normales en la sangre. También se puede realizar la determinación directa de plomo en orina o tras quelación con EDTA (41).

2.2.4. EFECTOS DEL PLOMO EN LAS GESTANTES Y FETO

La exposición al plomo es inadvertida ya que se usa ampliamente en construcción, plomería, baterías y cosméticos. El efecto sobre el plomo en una madre embarazada y el recién nacido se identificó por primera vez hace un siglo cuando se informó que las mujeres que trabajaban en las industrias de plomo tenían mayores posibilidades de abortos espontáneos, mortinatos, partos prematuros y muertes neonatales en comparación con las mujeres en otras ocupaciones. Posteriormente, se hicieron observaciones similares en poblaciones que vivían muy cerca de las industrias del plomo. En este sentido, los investigadores han descrito un mayor riesgo de malformaciones fetales menores incluso con niveles más bajos de plomo en sangre (17,44,45).

Se sabe que el plomo atraviesa libremente la placenta, como lo demuestran los estudios que evidencian una fuerte correlación entre los niveles de plomo en la sangre materna y los niveles de plomo en la sangre del cordón umbilical; a consecuencia de ello algunas pruebas indican un deterioro del desarrollo neurológico en los niños (46).

2.2.5. HEMOGLOBINA

ESTRUCTURA DE LA HEMOGLOBINA

La hemoglobina (Hb) es un tetrámero, que consta de dos subunidades α (α_1 y α_2) y dos subunidades β (β_1 y β_2) las cuales son estructuralmente similares y aproximadamente del mismo tamaño. Ambos dímeros $\alpha\beta$ (denominados $\alpha_1\beta_1$ y $\alpha_2\beta_2$) permanecen dispuestos alrededor de un eje de simetría doble, lo cual da como consecuencia una gran cavidad central de agua en la estructura T o no ligada o desoxigenada y una cavidad más estrecha en la R o ligada o estructura oxigenada. Las hendiduras α y β son los dos puntos de entrada a la cavidad central del agua que son más grandes en la estructura del estado T que en la estructura del estado R. El interdimer interfaz ($\alpha_1\beta_1$-$\alpha_2\beta_2$) de la estructura de estado T también se caracteriza por más interacciones / enlace de hidrógeno sal-puente que estructura estado R (47,48).

Las subunidades α y las subunidades β están formadas por 7 y 8 hélices, denominadas respectivamente A – H, que están unidas por segmentos no helicoidales (denominados esquinas). Cada subunidad tiene un bolsillo de unión para el hemo formado por las hélices E y F. El hemo consiste en un ion ferroso mantenido en el centro de una porfirina y coordinado por los cuatro átomos de nitrógeno del anillo de porfirina. El Hierro (Fe) también está anclado covalentemente a la Hb en el bolsillo proximal del hemo mediante un imidazol de un residuo de histidina ubicado en la hélice F (conocida como histidina proximal o His (F8)). Esta configuración permite que el Fe se una a O_2 u otros gases en el bolsillo distal del hemo mediante un enlace covalente para cumplir con la coordinación octaédrica de seis ligandos. El O_2 se une en una geometría de "extremo en doblado" donde un átomo de oxígeno se une al Fe y el otro sobresale en ángulo. El imidazol de un residuo de histidina en el bolsillo distal (His E7) estabiliza el O_2 unido a través de la interacción del enlace de hidrógeno. En ausencia de oxígeno (en Hb

desoxigenada) en la hendidura α, una molécula de agua muy débilmente unida llena el sitio, formando un octaedro distorsionado (47,48).

Otros ligandos, como ion nitrito (NO^{2-}), óxido nítrico (NO), monóxido de carbono (CO), cianuro (CN^{-}), monóxido de azufre (SO), sulfuro (S^{2-}), pueden unirse al lado distal del hemo y actúan como inhibidores competitivos, afectando la unión de O_2. Algunos de estos compuestos se unen con una afinidad significativamente mayor que el oxígeno, lo que los hace altamente tóxicos para los humanos. Por ejemplo, la afinidad de unión de la Hb por el CO es hasta 240 veces mayor que la del O_2 y una concentración de 0,1% de CO en el aire podría provocar la pérdida de conocimiento y eventualmente la muerte. Los eventos de unión y desvinculación de ligandos tienen muchas más ramificaciones, no solo en el hierro hemo, sino en la estructura terciaria y cuaternaria completa de la Hb al inducir cambios conformacionales en la hélice de globina E, las esquinas CD y FG que se extienden al entorno del hemo (que afectan el tamaño de la bolsa distal), la cavidad central del agua, las hendiduras α y β, y las interacciones entre puentes salinos y puentes de hidrógeno entre $\alpha_1\beta_1$–$\alpha_2\beta_2$ ($\alpha_1\beta_2$ o $\alpha_2\beta_1$ o $\alpha_1\alpha_2$ o $\beta_1\beta_2$) interfase dímera, desencadenando posteriormente eventos de cooperatividad que afectan a la transición T → R y dando lugar al fenómeno de alostérico (47,48).

FUNCIÓN DE LA HEMOGLOBINA

Las principales funciones de la Hb son transportar oxígeno (O_2) desde los pulmones a los tejidos periféricos y dióxido de carbono (CO_2) desde los tejidos a los pulmones. La cinética de la unión y liberación de Hb-O_2 está ajustada para este propósito y es adaptable según la ontogenia del desarrollo y las perturbaciones metabólicas. Además, la molécula de Hb debe limitar los problemas potenciales causados por el hierro asociado y el O_2 libre, que son moléculas reactivas capaces de infligir daño mediante la producción de especies reactivas de oxígeno (47,48).

HEMOGLOBINA DURANTE EL EMBARAZO

Durante las 32 a 34 semanas del embarazo, la hipervolemia en la gestación normal se encuentra en promedio de 40 a 45% por arriba del volumen sanguíneo de las mujeres no embarazadas, estado que cumple varias funciones importantes: cubre las demandas metabólicas del útero crecido y su sistema vascular tan hipertrofiado; proporciona abundantes nutrimentos y elementos para mantener el crecimiento rápido de la placenta y el feto; protege a la madre, y feto, contra los efectos nocivos del retorno venoso alterado en posiciones supina y vertical (49).

El volumen sanguíneo materno empieza a aumentar durante el primer trimestre y se expande con más rapidez durante el segundo trimestre para luego aumentar a un ritmo mucho menor durante el tercer trimestre y así alcanzar una meseta en las últimas semanas del embarazo (49).

La expansión del volumen sanguíneo se debe al incremento del plasma y los eritrocitos, aunque casi siempre se agrega más plasma que eritrocitos a la circulación materna, siendo el aumento en el volumen de glóbulos rojos unos 450 ml en promedio (49).

Por el gran aumento del plasma, la concentración de hemoglobina y el hematocrito disminuyen un poco durante el embarazo. La concentración promedio de hemoglobina al término del embarazo es de 12.5 g/100 ml y en cerca del 5% de las mujeres es menor de 11.0 g/100 ml. Por lo tanto, una concentración de hemoglobina inferior a 11.0 g/100 ml, sobre todo en el embarazo avanzado, debe considerarse anormal y casi siempre es resultado de deficiencia de hierro, no de la hipervolemia del embarazo (49).

PLOMO Y HEMOGLOBINA

El plomo inhibe la dehidratasa del ácido d-amino levulínico y la actividad de la ferrochelatasa; la ferrochelatasa cataliza la inserción del hierro a la protoporfirina IX, siendo perceptiva al efecto del plomo. En

presencia del plomo, aumenta el ácido d-amino levulínico, en sangre y plasma, así como la protoporfirina libre (50).

El plomo puede causar dos tipos de anemia, a menudo acompañadas con inclusiones basófilas de los eritrocitos jóvenes. Una exposición severa aguda se asocia con anemia hemolítica; en casos de exposición crónica, el plomo produce anemia, porque interfiere con la síntesis del núcleo heme y disminuye el promedio de vida de los eritrocitos. La anemia es hipocrómica y normocítica o microcítica asociada a reticulocitosis. No obstante, la alteración de la síntesis del núcleo heme también afecta otros procesos biológicos del sistema nervioso, renal, endocrino y hepático (50).

2.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

La hipótesis central de investigación planteada fue:

El nivel de plomo en sangre tiene una relación significativa con el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Nivel de plomo en sangre de la mujer en edad fértil

Es la cantidad en µg de plomo identificado en 10 ml (1dL) de sangre venosa de la mujer en edad fértil (15 a 49 años).

Hemoglobina

Proteína que contiene cuatro cadenas polipeptídicas, cada una de estas tiene un grupo hem. Su función es fijar el oxígeno y transportar a los tejidos y células.

Hematocrito:

Volumen de hematíes respecto al total de sangre. Se cuantifica en proporciones.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Nivel de plomo en sangre

Nivel de hemoglobina

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE: NIVEL DE PLOMO						
Variable 1	**Definición Conceptual**	**Definición operacional**	**Dimensión**	**Indicadores**	**ítem**	**Tipo de variable**
Nivel de plomo en mujeres en edad fértil	El plomo es un metal que puede cuantificarse en sangre y tejidos de los seres vivos en este caso en las mujeres en edad fértil. Comprendido entre los 15 a 49 años.	Cantidad de plomo identificado en sangre de la mujer de 15 a 49 años.	Características individuales.	Edad al momento de toma de la muestrea.	Edad en años.	Numérico
				Número de partos.	Paridad.	Categóricos nominal
				N° de hijos vivos	¿Cuántos hijos tiene?	Numérico
				Condición conyugal al momento de la encuesta.	Estado civil.	Categórico nominal
				Número de partos.	Paridad.	Categóricos nominal
			Vivienda.	Distancia en km, del área de contaminación.	Distancia de su domicilio al centro minero o relave minero de su localidad	Numérico
				Tiempo de residencia.	Cuánto tiempo vive.	Categórico nominal
				Tenencia de vivienda.	Alquilada, propia.	Categórico nominal
				Tipo de material.	De las paredes Del techo Material del piso	Categórico nominal
				Servicio de saneamiento básico.	Agua, fuente de abastecimiento del agua, Desagüe, luz.	Categórico nominal
			Familia.	N° de integrantes de la familia por grupo etario.	N° total de integrantes, N° de menores de 5 años, N° de integrantes entre 5 a 12 años.	Categórico nominal

			Medidas preventivas.		Deseo de informarse Aplicación de medidas preventivas Tamizajes previos de plomo Aplicación de medidas preventivas.	Categórico nominal
			Nivel de Plomo en sangre periférica.	µg de plomo/dL en sangre periférica.	Cuantificación de plomo.	Numérico

Variable 2	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Valor	Tipo de variable
Hemoglobina de mujeres en edad fértil	Hemoglobina cuantificada en mujeres que viven el área de influencia de las mineras de Huancavelica.	Es la evaluación de la hemoglobina, dentro de los dos meses en la que se evalúa el nivel de plomo	Hemoglobina de mujeres expuestas al plomo.	Hb: _____mg/dL	Numérico
			Medidas antropométricas	Peso, talla.	Numérico
			% de mujeres con anemia	Sin anemia Anemia leve Anemia moderada Anemia severa	Categórica ordinal

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es observacional, prospectivo, de corte transversal, ya que se tomó la muestra de sangre a cada uno de los participantes en la misma muestra se analizó el nivel de plomo y el nivel de hemoglobina.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es de nivel relacional, porque se analizó si existe relación entre el nivel de plomo y el nivel de la hemoglobina, sin dejar de describir las características sociodemográficas y medidas preventivas, correspondientes a la contaminación del plomo.

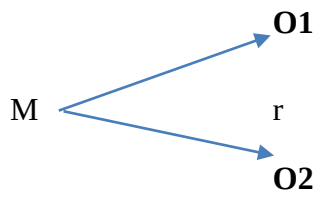
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método es cuantitativo, los métodos específicos usados fueron el inductivo y deductivo.

3.4. DISEÑO DE INVESTIGACION

El diseño de investigación es relacional, en la que se observó en la misma unidad de análisis que fe la mujer en edad fértil, dos características el nivel de plomo y el nivel de hemoglobina por tanto corresponde a muestras relacionadas.

El cual se esquematiza en el siguiente gráfico:



Dónde:

- M= Muestra; constituida por todas las mujeres en edad fértil que viven en las áreas de influencia de los centros mineros del Departamento de Huancavelica
- O1 = nivel de plomo en sangre de mujeres en edad fértil
- O2 = hemoglobina de las mujeres en edad fértil
- r = relación

3.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Población: estuvo conformada por todas las mujeres en edad fértil que viven en las áreas de influencia de los centros mineros de San Pedro de Mimosa 46 en edad fértil de 78 mujeres, Ccochaccasa 312 en edad fértil de 487 mujeres, Huachocolpa 312 en edad fértil de 487 mujeres, de acuerdo al censo realizado el 2017 y la población asignada al establecimiento de salud, el año 2022.

Muestra y muestreo: fue en total 132, quienes firmaron de manera voluntaria el consentimiento informado, previa información y orientación de los objetivos

y procedimientos a realizarse en el estudio. Siendo en Mimosa 8 participantes de Ccochaccasa 54 y de Huachocolpa 72. El muestreo fue por conveniencia.

3.6. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se empleó la entrevista, para recabar los datos sociodemográficos de características individuales, vivienda, familia y medidas preventivas, a través de una encuesta estructurada.

Para la cuantificación del plomo se usó la espectrofotometría de masa con plasma acoplado inductivamente (ICP-Masa), el quipo empleado fue de marca: Perkin Elmer. Modelo: ICP NexION 350D. en un laboratorio certificado.

Para la cuantificación de la hemoglobina se empleó la técnica de **análisis de volumen corpuscular medio** que se realizó haciendo uso de una **Centrifuga de Microhematocritos MHC** con Rotor 24 Capilares HC-240 BOE 01801-13.

Procedimiento de recolección de información:

1. Se entrevistó a las mujeres en edad fértil para invitarlas a participar en la investigación
2. Se le informó sobre la investigación, de manera individual y se le pidió que firme el consentimiento informado en caso de estar de acuerdo
3. Se dejó el formato de consentimiento por 72 horas, para que pueda tomar una decisión sin presión, se retornó al domicilio a fin de recabar el consentimiento.
4. En caso de haber dado su consentimiento, se procedió a tomar la muestra con la técnica respectiva.

3.7. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1. Se solicitó los permisos respectivos a las instituciones de salud de la localidad.
2. Se coordinó con los trabajadores de salud.

3. Se informó sobre el proyecto a cada mujer en edad fértil que acudieron al establecimiento de salud.
4. Se realizó la lectura del consentimiento informado y se le pidió la firma en caso de que aceptara participar.
5. Se realizó la entrevista a cada una en el tiempo de espera.
6. Se explicó el procedimiento a cada participante del examen que se le iba realizar nuevamente antes de tomar la muestra de sangre.
7. Se tomó 5 ml de sangre venosa, en tubos de ensayo heparinizados con EDTA, la extracción fue con vacutainer.
8. Las muestras fueron separadas para la cuantificación del plomo y hemoglobina.
9. La muestra fue almacenada a -10°C en el laboratorio de la universidad de Huancavelica y en el hospital de Lircay.
10. Se trasladó las muestras al laboratorio de la Universidad de Ciencias y Humanidades, a la ciudad de Lima con los protocolos pertinentes, para su cuantificación del plomo, en un laboratorio certificado, de acuerdo a las técnicas descritas en la sección correspondiente.
11. La cuantificación de la hemoglobina (Hb) se procesó en Huancavelica.

3.8. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

En el procesamiento de los datos se usó el análisis descriptivo, para los aspectos sociodemográficos, las técnicas descriptivas implicaron el empleo de tablas de distribución de frecuencias simples y porcentuales de una entrada; así como el empleo de gráficos de caja y de áreas, para mayor comprensión. También se emplearon estadígrafos de tendencia central y dispersión.

La normalidad de los datos cuantitativos, se evaluó con la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.

Para la contrastación de la hipótesis se hizo la estimación del coeficiente de correlación con la prueba de significancia del coeficiente de correlación de rangos Tau-b de Kendall; que corresponde a una prueba de correlación no

paramétrica. Las técnicas correlacionales se basaron en el empleo de tablas de doble entrada y el gráfico de dispersión, para visualizar la relación.

3.9. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba de hipótesis se realizó con la prueba de significancia Tau b de Kendall; considerando que la distribución de los datos del nivel de hemoglobina y de plomo en sangre no correspondían a una distribución normal, según la prueba de Kolmogorov - Smirnov (valor-p < 0.05) y la distribución del cruce de variables fue cuadrada.

Se empleó un nivel de significancia del 1 %, con una confianza del 99 %. Cabe resaltar que la prueba Tau b de Kendall es la prueba no paramétrica de correlación que más se aproxima a una distribución normal.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se presentan los resultados, respondiendo en primera instancia a los objetivos específicos; y luego, al objetivo general. Cabe resaltar que la muestra de estudio fueron 132 mujeres en edad fértil (de 15 a 49 años) del área de influencia de tres centros mineros de la región Huancavelica.

En primer lugar, se describen las características sociodemográficas de las mujeres que participaron en el estudio, que incluyen: datos individuales, datos de integrantes de la familia, características de la vivienda y el acceso a servicios de saneamiento básico.

Tabla 1. Características individuales de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Características individuales	Frecuencia	Porcentaje
Estado civil		
Soltera	69	52.27
Casada	59	44.70
Viuda	3	2.27
Divorciada	1	0.76
Total	132	100.00
Grupo de edad		
Adolescente (< 19 años)	24	18.18
Joven (19 a 34 años)	80	60.61
Adulta (35 a 49 años)	28	21.21
Total	132	100.00
Estado nutricional según índice de masa corporal (IMC)		
Delgadez	1	0.76
Normal	86	65.15
Sobrepeso	44	33.33
Obesidad de grado I	1	0.76
Total	132	100.00
Paridad		
Nulípara	48	36.36
Primípara	33	25.00
Secundípara	22	16.67
Tercípara a más	29	21.97
Total	132	100.00

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

Interpretación. La tabla 1 muestra las características individuales de las 132 mujeres en edad fértil incluidas en el estudio. Se encontró que principalmente fueron solteras (52.27 %), jóvenes (60.61 %), con un estado nutricional normal (65.15 %); y, no tienen hijos (36.36 %) o sólo tiene uno (25.00 %).

Tabla 2. Datos individuales cuantitativos de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Estadígrafos	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)
n	132	132	132
Mínimo	15	45	143
Máximo	49	72	178
Rango	34	27	35
Rango intercuartil	14	6	4
Media	28	55.65	153
Mediana	27	55.25	153
Moda	17	54	150
Desviación estándar	8.68	4.92	4.40

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

Interpretación. La tabla 2 muestra las medidas de tendencia central y de dispersión de la edad, peso y talla de las mujeres en edad fértil que participaron en el estudio.

Se incluyeron mujeres de 15 a 49 años, cuya edad promedio fue 28 ± 8.68 años; la mitad de ellas tuvo menos de 27 años, y fue más frecuente encontrar mujeres de 17 años.

Además, las mujeres en edad fértil tuvieron un peso de 45 a 72 kg; con un peso promedio de 56.65 ± 4.92 kg; la mitad de ellas, tuvo menos de 55.25 kg, y fue más frecuente un peso de 54 kg.

La talla estuvo entre 143 a 178 cm, con un promedio de 153 ± 4.40 cm; la mitad de mujeres en edad fértil tuvo una talla menor a 153 cm; y, fue más frecuente una talla de 150 cm.

Tabla 3. Datos de la vivienda de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Datos de la vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Distancia al relave del centro minero (km)		
0.1	5	3.79
0.3	47	35.61
1	65	49.24
2	15	11.36
Total	132	100.00
Tiempo de residencia		
De 3 meses a menos de 1 año	21	15.91
De 1 a menos de 3 años	3	2.27
De 3 a menos de 5 años	9	6.82
De 5 años a más	99	75.00
Total	132	100.00
Tenencia de la vivienda		
Alquilada	51	38.64
Propia	81	61.36
Total	132	100.00
Material de las paredes		
Adobe	71	82.56
Madera	15	17.44
Ladrillo	46	53.49
Total	86	100.00
Material del techo		
Calamina	78	59.09
Eternit	8	6.06
Concreto	44	33.33
Madera	2	1.52
Total	132	100.00
Material del piso		
Cemento	78	59.09
Madera	19	14.39
Tierra	35	26.52
Total	132	100.00

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

Interpretación. En la tabla 3 se observan los datos de la vivienda de las 132 mujeres en edad fértil incluidas en el estudio.

Se encontró que sus viviendas se ubican principalmente a 1 km (49.24 %) y a 0.3 km (35.61 %) del relave del centro minero. Así mismo, residen en esa zona de 5 años a más (75.00 %). La vivienda es con mayor frecuencia propia (61.36 %).

Con respecto al material de la vivienda, las paredes son principalmente de adobe (82.56 %), el techo es de calamina (59.09 %), y el piso es de cemento (59.09 %).

Tabla 4. Servicios de saneamiento básico con las que cuentan las viviendas de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Servicios de saneamiento básico	Frecuencia	Porcentaje
Agua		
Si	130	98.48
No	2	1.52
Total	132	100.00
Principal fuente de abastecimiento de agua		
Servicio público a domicilio	123	93.18
Pileta pública	2	1.52
Manantial	7	5.30
Total	132	100.00
Desagüe		
Si	108	81.82
No	24	18.18
Total	132	100.00
Luz eléctrica		
Si	114	86.36
No	18	13.64
Total	132	100.00

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

Interpretación. En la tabla 4 se observan los servicios de saneamiento básico al que acceden las 132 mujeres en edad fértil de la muestra de estudio.

Al momento de la encuesta se contaba principalmente con el servicio de agua (98.48 %), teniendo abastecimiento de fuente pública en domicilio (93.18 %) y en pileta comunitaria (1.52 %). Además, el 81.82 % de mujeres accede al servicio de desagüe; y el 86.36 % tiene acceso al servicio de luz eléctrica en su domicilio.

Tabla 5. Integrantes de la familia de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Integrantes de la familia	Frecuencia	Porcentaje
Número de miembros de la familia		
De 1 a 2	31	23.48
De 3 a 5	78	59.09
De 6 a 9	21	15.91
Más de 10	2	1.52
Total	132	100.00
Número de menores de 5 años		
Ninguno	76	57.58
1	45	34.09
2	10	7.58
3	1	0.76
Total	132	100.00
Número de niños de 5 a 12 años		
Ninguno	59	44.70
1	50	37.88
2	15	11.36
3	7	5.30
4	1	0.76
Total	132	100.00

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

Interpretación. En la tabla 5 se presentan los datos de los integrantes de la familia del total muestral de 132 mujeres en edad fértil. Se observa que, con mayor frecuencia el número de integrantes de familia por cada mujer fue de 3 a 5 miembros. El 57.58 % de mujeres refirió no tener niños menores de 5 años; y, el 34.09 % registró un niño menor de 5 años en su familia. Así mismo, el 44.70

% de mujeres no tuvo ningún niño de 5 a 12 años; mientras que el 37.88 % tuvo un niño en ese rango de edad al momento de la encuesta.

En seguida se describe el nivel de conocimiento sobre contaminación con plomo.

Tabla 6. Medidas preventivas de la contaminación con plomo en las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Medida preventiva	Frecuencia	Porcentaje
Deseo de informarse sobre la contaminación por metales pesados		
Si	125	94.70
No	7	5.30
Total	132	100.00
Aplicación de medidas para el control de la contaminación por metales pesados		
Si	0	0.00
No	132	100.00
Total	132	100.00
Tamizaje de plomo en la sangre previo al estudio.		
Si	4	3.03
No	128	96.97
Total	132	100.00
Aplicación de medidas preventivas		
Si	4	3.03
No	128	96.97
Total	132	100.00

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

Interpretación. En la tabla 6 se presentan las medidas preventivas de la contaminación con plomo que aplicaron las 132 mujeres en edad fértil participantes en el estudio. Se observa que el 94.70 % tiene interés en informarse sobre el tema de contaminación de metales pesados, incluido el plomo. Ninguna de las encuestadas ha aplicado medidas para controlar la contaminación por metales pesados. Solo un 3.03 % de ellas se ha realizado un tamizaje de plomo en la sangre como medida preventiva de contaminación. En general el 96.97 %

de las mujeres en edad fértil encuestadas no ha aplicado ninguna medida preventiva ante la contaminación con plomo.

En seguida, se presenta el resultado del análisis del nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil incluidas en el estudio.

Tabla 7. Nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Estadígrafos	Plomo en sangre (ug/dL)
n	132.00
Mínimo	0.50
Máximo	7.20
Rango	6.70
Rango intercuartil	1.20
Media	1.35
Mediana	1.10
Moda	0.50
Desviación estándar	1.11

Fuente: Base de datos resultados de laboratorio

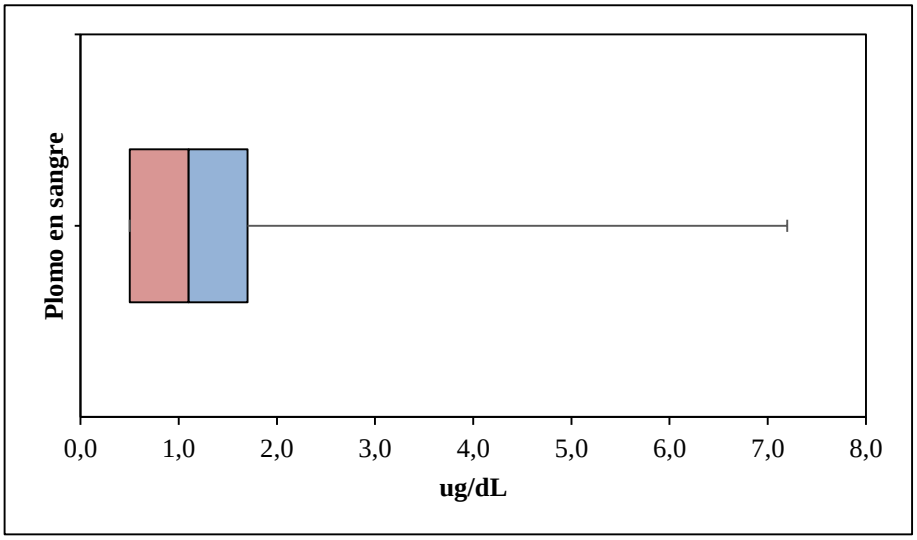


Figura 1. Diagrama de caja de la distribución del nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Interpretación. En la tabla 7 se muestran los estadígrafos de tendencia central y dispersión del nivel de plomo en la sangre analizada de 132 mujeres en edad fértil. El nivel mínimo de plomo en sangre fue 0.50 μg/dL y el nivel máximo fue 7.20 μg/dL, con un rango de 6.70 μg/dL y un rango intercuartil de 1.20 μg/dL (baja dispersión). En promedio el nivel de plomo en sangre fue 1.35 ± 1.11 μg/dL; en la mitad de mujeres el valor fue menor a 1.10 μg/dL, siendo más frecuente un valor de 0.50 μg/dL.

En la figura 1 se grafica la distribución de los datos del nivel de plomo en sangre, a través de un diagrama de caja. La distribución de datos no se aproxima lo suficiente a lo normal; a pesar que la mediana se ubica en el centro de la distribución; y, esto se debe a la presencia de valores extremos, representados en el extenso bigote superior y en el bigote inferior ausente.

Para mejor entendimiento, se categorizan los niveles de plomo en sangre según los valores referenciales del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos, planteados en el año 2021, los cuales se aplican en el ámbito nacional e internacional.

Tabla 8. Categorización del nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Nivel de plomo en sangre	Frecuencia	Porcentaje
Bajo (< 5 ug/dL)	130	98.48
Elevado con vigilancia trimestral (5- 9.9 ug/dL)	2	1.52
Total	132	100.00

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

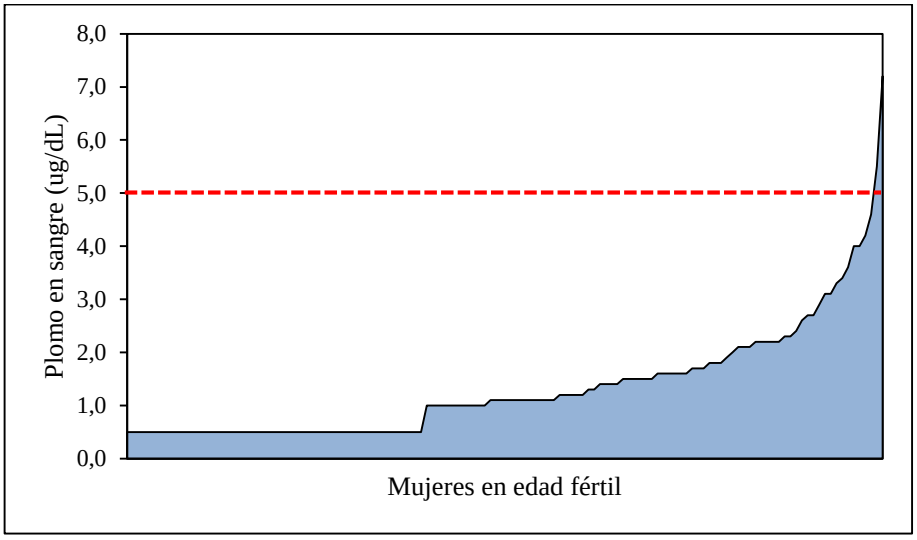


Figura 2. Diagrama de área de la distribución ascendente del nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Interpretación. En la tabla 8 se muestra la categorización del nivel de plomo según límites normales y de intoxicación. El 98.48 % de mujeres en edad fértil presenta un nivel bajo de plomo en sangre, y el 1.52 % presenta un nivel elevado con necesidad de vigilancia trimestral. En la figura 2 se observa que, casi toda el área de la distribución de datos se compone de mujeres en edad fértil con valores de plomo en sangre inferiores a 5 μg/dL.

A continuación, se detallan los resultados del análisis del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que participaron en el estudio.

Tabla 9. Nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Estadígrafos	Hemoglobina (g/dL)
n	132.00
Mínimo	7.80
Máximo	21.60
Rango	13.80
Rango intercuartil	3.03

Media	11.85
Mediana	10.70
Moda	10.60
Desviación estándar	2.84

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

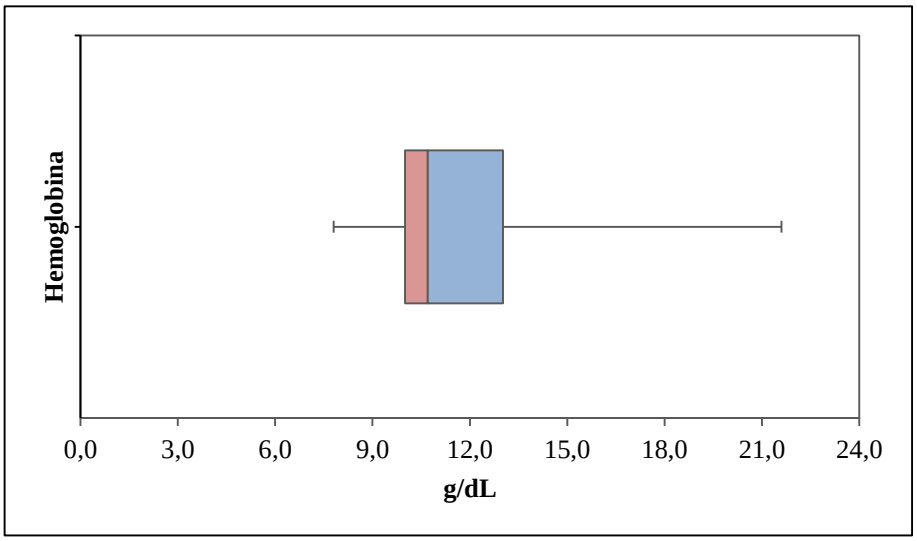


Figura 3. Diagrama de caja de la distribución del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Interpretación. En la tabla 09 se muestran los estadígrafos de tendencia central y dispersión del nivel de hemoglobina de la sangre analizada de la muestra de 132 mujeres en edad fértil. El nivel mínimo de hemoglobina encontrado fue 7.80 g/dL y el nivel máximo 21.60 g/dL, con un rango de 13.80 g/dL y un rango intercuartil de 3.03 g/dL (baja dispersión). En promedio la hemoglobina fue de 11.85 ± 2.84 g/dL; la mitad de mujeres tuvo un valor menor a 10.70 g/dL. Fue más frecuente un valor de 10.60 g/dL de hemoglobina.

En la figura 3 se representa la distribución de los datos de hemoglobina, a través de un diagrama de caja. La distribución de datos no fue normal; puesto que la línea correspondiente a la mediana no se ubicó en el centro de la caja, sino fue más próxima a los valores inferiores; por lo tanto, existió una asimetría positiva; que también fue corroborada por la mayor extensión del bigote superior de la caja.

Para mejor entendimiento, se categorizan los niveles de hemoglobina en grados de anemia según la guía técnica denominada: Procedimiento para la determinación de hemoglobina mediante hemoglobinómetro portátil, aprobada con Resolución Nº 363-2022/MINSA.

Tabla 10. Categorización del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Nivel de hemoglobina	Frecuencia	Porcentaje
Sin anemia (12 g/dL a más)	47	35.61
Anemia leve (11 - 11.9 g/dL)	7	5.30
Anemia moderada (8 - 10.9 g/dL)	76	57.58
Anemia severa (> 8 g/dL)	2	1.52
Total	132	100.00

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

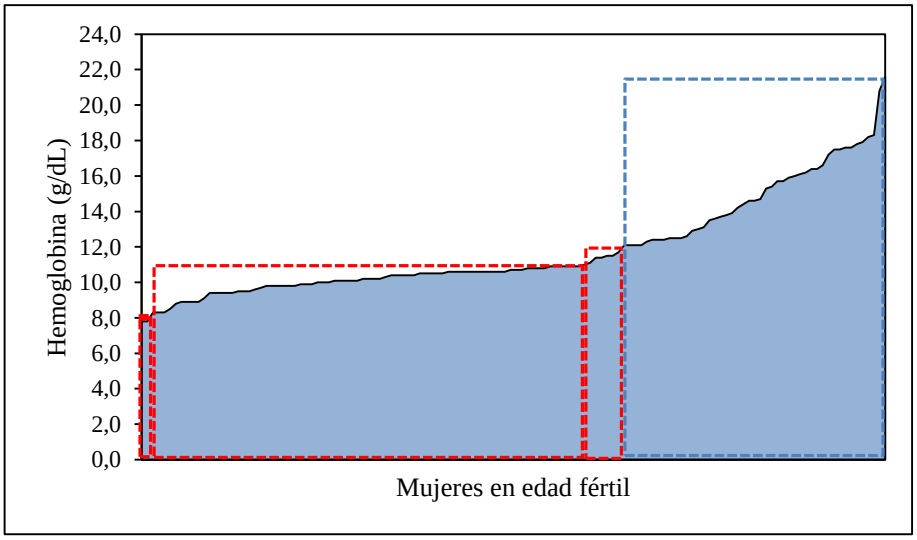


Figura 4. Diagrama de área de la distribución ascendente del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Interpretación. En la tabla 10 se muestra la categorización del nivel de hemoglobina de las 132 mujeres en edad fértil. Fue más frecuente la anemia moderada (57.58 %) y el no padecer anemia (35.61 %). En la figura 4 se observa

una mayor área de la distribución del nivel de hemoglobina entre 8 y 11 g/dL (anemia moderada) y de 12 a más g/dL (sin anemia).

Para responder al objetivo general, se determina la relación entre el nivel de plomo en sangre y el nivel de hemoglobina, a partir de una tabla de doble entrada categórica y de un diagrama de dispersión de los valores obtenidos.

Tabla 11. Categorización del nivel de plomo en sangre según categorización del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Nivel de hemoglobina	Nivel de plomo en sangre				Total	
	Bajo		Elevado con vigilancia trimestral			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Sin anemia	47	36.15	0	0.00	47	35.61
Anemia leve	7	5.38	0	0.00	7	5.30
Anemia moderada	74	56.92	2	100.00	76	57.58
Anemia severa	2	1.54	0	0.00	2	1.52
Total	130	100.00	2	100.00	132	100.00

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

Interpretación. En la tabla 11 se observa la tabla cruzada de la categorización entre el nivel de plomo en sangre y la categorización del nivel de hemoglobina de las 132 mujeres en edad fértil.

Del total de mujeres en edad fértil con bajo nivel de plomo en sangre, el 56.92 % presentó anemia moderada. Además, las 2 mujeres con niveles elevados de plomo en sangre presentaron anemia moderada. En los datos categorizados no existe evidencia de relación entre las variables. Por ello, se dejan de lado los datos categóricos y se analizan los datos continuos de los niveles de plomo en sangre y hemoglobina a través de un diagrama de dispersión.

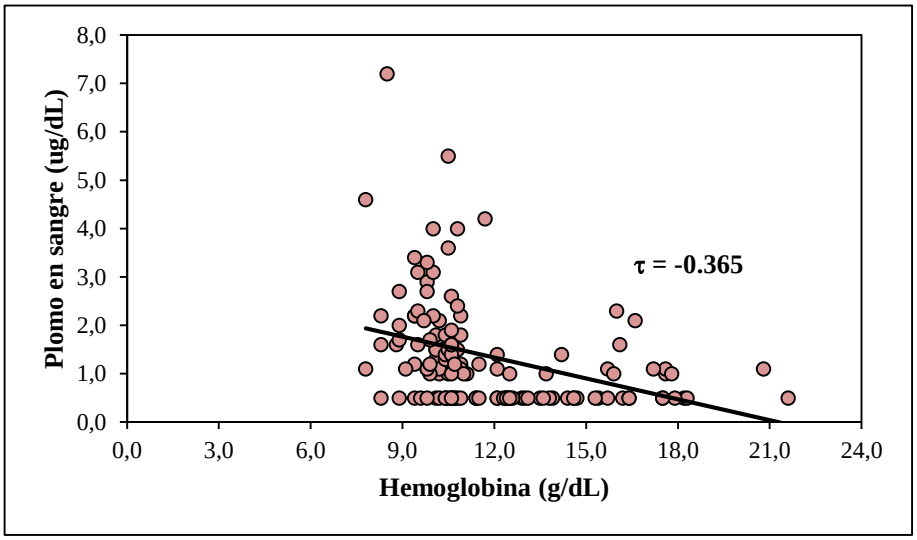


Figura 5. Diagrama de dispersión del nivel de plomo en sangre con respecto al nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Interpretación. En la figura 5 se observa el diagrama de dispersión de los datos del nivel de plomo en sangre y los datos del nivel de hemoglobina de las 132 mujeres en edad fértil, participantes en el estudio. Los puntos de dispersión se han agrupado de arriba hacia abajo, y de izquierda a derecha; con una línea de tendencia que implicó una relación negativa. Se observa que, a mayor nivel de plomo en sangre, menor nivel de hemoglobina. Además, el coeficiente Tau-b de Kendall estimado fue -0.365; lo que implica una relación inversa o negativa, en la que el nivel de plomo en sangre explica el 13.32 % de la variación en el nivel de hemoglobina (coeficiente de determinación).

4.2. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS

Se realiza la prueba de la hipótesis central sobre la relación entre el nivel de plomo en sangre y el nivel de hemoglobina.

Formulación de hipótesis estadísticas

H_0: El nivel de plomo en sangre no tiene una relación significativa con el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.

$$H_0: \rho = 0$$

H_1: El nivel de plomo en sangre tiene una relación significativa con el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.

$$H_1: \rho \neq 0$$

Nivel de significancia y confianza

El nivel de significancia fue del 1 % ($\alpha = 0.01$); y el nivel de confianza fue del 99 %.

Estadística de prueba

La estadística seleccionada fue la prueba de significancia del coeficiente de correlación de rangos Tau-b de Kendall; que corresponde a una prueba de correlación no paramétrica, puesto que se cumplen los siguientes supuestos:

- Los datos fueron pareados.
- Las variables se midieron en una escala continua.
- Se buscó la estimación de un coeficiente de correlación más aproximado a la distribución normal.
- La distribución de datos de laboratorio no fue normal en ninguna de las variables. Esto se comprobó con la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, porque la muestra fue mayor que 50, tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 12. Prueba de Kolmogorov-Smirnov de la distribución de datos del nivel de plomo en sangre y del nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que

habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Estadígrafo	Plomo en sangre (ug/dL)	Hemoglobina (g/dL)
n	132	132
gl	132	132
Estadístico	0.222	0.221
Significancia asintótica bilateral	0.000	0.000

Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

En la tabla 12 se observa que el valor-p del estadístico de Kolmogorov-Smirnov es 0.000, para los datos del nivel de plomo en sangre y del nivel de hemoglobina. Este valor fue menor que 0.05; por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula de normalidad; es decir, la distribución de ambos grupos de datos no fue normal.

Por otro lado, la prueba Tau-b de Kendall se estima con la siguiente fórmula.

$$\tau_b = \frac{2\,(C - D)}{\sqrt{n(n-1) - \sum(tx_i^2 - tx_i)} \cdot \sqrt{n(n-1) - \sum(ty_i^2 - ty_i)}}$$

Donde:

τ_b = Coeficiente de rangos Tau-b de Kendall.

C = Número de pares concordantes.

D = Número de pares discordantes.

n = Tamaño de la muestra.

tx_i = Longitud del iésimo empate para la variable x.

ty_i = Longitud del iésimo empate para la variable y.

La significancia se estima a partir de la distribución z de Gauss, para muestras mayores que 10, con la siguiente fórmula.

$$z = \frac{3\tau_b\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}}$$

Donde:

τ_b = Coeficiente de rangos Tau-b de Kendall.

n = Tamaño de la muestra.

Regla de decisión

Para una prueba bilateral y un nivel de significancia del 1 %, se planteó el rechazo de la hipótesis nula, si el valor z calculado fuera mayor que el valor z tabular de 2.576 o menor que el valor z tabular de -2.576; tal como se puede observar en la siguiente figura.

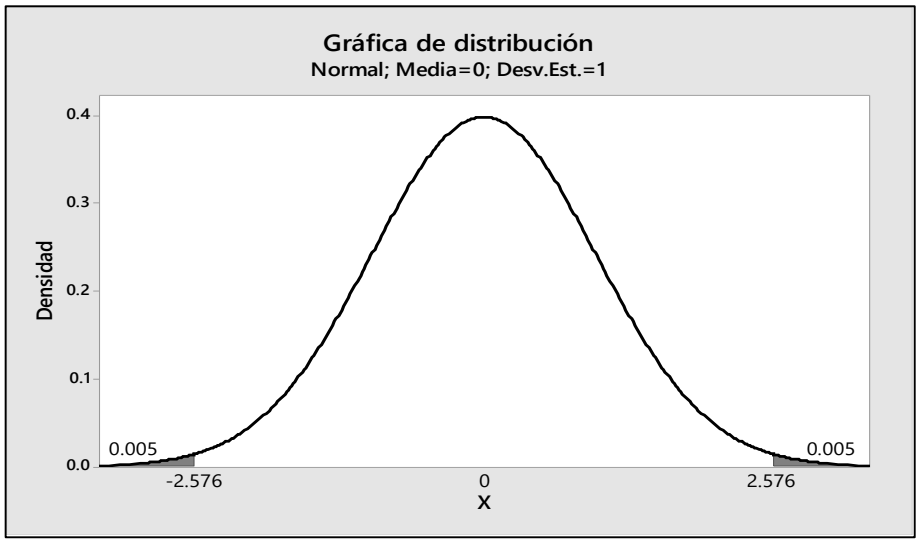


Figura 6. Zona de rechazo de la hipótesis nula para la distribución Z bilateral y una significancia del 1 %.

Estimación de la estadística de prueba

La estadística de prueba se estimó con ayuda del programa estadístico IBM SPSS 25.0; los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 13. Prueba de significancia del coeficiente de correlación de rangos Tau-b de Kendall para el nivel de plomo en sangre y el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, 2022.

Estadígrafo	Valor
n	132
Coeficiente Tau-b de Kendall	-0.365

Error estandarizado asintótico [a]	0.053
Z aproximada [b]	-6.208
Valor-p aproximado	0.000

a. No se presupone la hipótesis nula
b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula
Fuente: Base de datos de encuesta y resultados de laboratorio

Toma de decisiones

En la tabla 14 se observa que el coeficiente de correlación Tau-b de Kendall fue -0.365; lo que implica una relación negativa moderada (está entre 0.35 y 0.39), que equivale a un valor z aproximado de -6.208, que resulta ser menor que el valor z tabular de -2.576, cayendo en la región de rechazo de la hipótesis nula. Por ende, se rechazó la hipótesis nula, bajo un valor-p de 0.000 menor que el nivel de significancia de 0.01.

Conclusión estadística

Se concluye que el nivel de plomo en sangre tiene una relación negativa, moderada y significativa con respecto al nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.

DISCUSIÓN

El plomo es un metal dañino ya sea si la exposición es en altas o bajas concentraciones, afecta a la salud, principalmente al sistema vascular, hematopoyético, renal y reproductivo. Clínicamente es difícil identificar el riesgo o la intoxicación por este metal, por ello se hace necesario la evaluación a nivel de sangre para ver la contaminación y se puede usar faneras para evaluar la exposición (41). En nuestro estudio se evaluó en sangre.

Desde una perspectiva socio-demográfica, las mujeres en edad fértil, presentan un promedio de edad de 28 ± 8 años, principalmente son solteras, jóvenes, nulíparas y mostraron un estado nutricional normal. Lo que se pudo observar es que sus viviendas se encuentran a 1 km del relave del centro minero, y han reportado estar viviendo ahí más de 5 años asimismo la mayoría tiene casa propia de material rústico techo de calamina y piso cementado, con servicios de agua, desagüe y luz eléctrica en sus domicilios. Sus familias tienen de 3 a 5 miembros, 3 de cada 10 mujeres tienen un niño menor de 5 años y 4 de cada 10 tienen un niño de entre 5 a 12 años. Por otro lado Hassanian, et al (34), en Teherán - Iran, al evaluar a 100 gestantes encuentran la media de la edad de los participantes en 29 ± 5 años, y reportan mayor contaminación con plomo en mujeres que viven en área residencial contaminada muy industrializados, mientras que nuestra población vive en la parte rural y aledaña a los relaves de las mineras. Asimismo Castro, et al (37) en la Oroya, encuentran una edad media de 29 ± 6 años y un promedio de residencia de 16.5 años: ambos estudios presentan edad similar al nuestro, en nuestra población de estudio, el área de residencia y las fuentes de contaminación difieren. Teniendo en cuenta que el plomo se encuentra en las superficies adherido al polvo, la construcción rústica favorece la exposición al metal, que puede ser inhalado o ingerido, con mayor riesgo los niños menores de 5 y entre 5 a 12 años (35) (41). Por tanto, la población estudiada se encuentra expuesta a la contaminación al plomo.

Se encuentra que las mujeres en edad fértil, en su mayoría (94.70 %) no aplican medidas preventivas para reducir la contaminación por plomo, asimismo, se ha

encontrado necesidad de información en 9 de cada 10, y solo un 3 % se realizó un control de nivel de plomo anteriormente. Lo cual nos hace notar que es una población que requiere de intervención con medidas preventivas, para disminuir el riesgo de contaminación.

El nivel de plomo en sangre de mujeres en edad fértil fue de 0.50 a 7.20 μg/dL, en promedio 1.35 ± 1.11 μg/dL, en la mayoría se encontró dentro de lo normal, si estos fueran almacenados a nivel de la médula ósea, se podría ver manifestaciones críticas del efecto (43), al respecto, La Llave, et al (32), en México, en gestantes encuentra en 2,79 ± 2,16 μg / dL, mientras Xie, et al (33) en Shanghai – China, también en gestantes encontraron 3,20 μg / dL, niveles más altos (27,4 ± 15,6 ug/dL) fue reportado por Castro, et al (37), en un estudio realizado en Oroya – Perú. Como podemos ver a nivel de plomo encontramos que es inferior a los reportados por estudios nacionales y de otros países, a pesar de que se puede observar los relaves muy cerca de la vivienda de los pobladores, y es escasa la aplicación de factores preventivos. Por otro lado Condori et al (40), encontraron niveles bajos de plomo en niños del centro minero de Huachocolpa, a pesar de que el 90% presentaban factores de riesgo, estudio desarrollado en el año 2017 aquí en Huancavelica.

El nivel de hemoglobina fue de 7.80 a 21.60 g/dL, con un promedio de 11.85 ± 2.84 g/dL, 3 de cada 5 mujeres presentaron anemia en su mayoría de nivel moderado. Un estudio en la región de Madre de Dios, ubicado en la selva peruana y desarrollado en el año 2013 reporta una media de hemoglobina de 10,75 g/dL (51), inferior a nuestro hallazgo, situación que puede deberse a que, además de la minería informal que hay en la región no cuentan con saneamiento básico, lo cual conduce a mayor riesgo de sufrir anemia. Son escasos los estudios que se hayan realizado en mujeres en edad fértil, a pesar de la importancia que tiene, ya que las acciones preventivas y de desintoxicación del plomo debe hacerse a ellas, de tal forma que, de tener un embarazo, no se presente las complicaciones señaladas en estudios desarrollado en gestante que ampliamente se ha descrito. Por otra parte, es importante que en gestantes con anemia se evalué el nivel de plomo, por la relación encontrada. En ese sentido, 1 de cada 3

mujeres presentó anemia, mostrándose más la anemia moderada (57.58%) y en menos proporción la leve y severa en el 1.52%.

Se ha encontrado una relación negativa moderada y significativa entre el nivel de hemoglobina y el nivel de plomo en sangre, esta relación se explica por que el plomo puede almacenarse a nivel de la médula ósea y el principal efecto es disminuir la producción de los glóbulos rojos. La relación encontrada responde a que también cantidades bajas como el de nuestro estudio pueden afectar la hematopoyesis (41). Asimismo, Chen, et al (31) descubrieron que el incremento de los niveles de plomo reducen la cantidad de hemoglobina, al igual que en nuestro estudio, por otro lado, La Llave, et al (32), hallaron una relación positiva, donde encontraron que el recuento de hemoglobina y hematocrito fue más alto en mujeres con mayor nivel de plomo. Frente a ello se requiere más estudios, aunque la literatura encuentra ampliamente el efecto del plomo en la hematopoyesis. En tal sentido, es fundamental hacer intervenciones preventivas en poblaciones con áreas de influencia de mineras en Huancavelica, a fin de evitar los riesgos que trae, la contaminación con plomo, para la reproducción y el desarrollo del ser humano.

CONCLUSIONES

1. En la zona de influencia de los centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022; desde una perspectiva socio-demográfica, las mujeres en edad fértil son principalmente solteras, jóvenes, nulíparas, con estado nutricional normal, viven a 1 km del relave del centro minero, con un tiempo de residencia de 5años a más, en casas propias, de material rústico, con techo de calamina y piso cementado o de tierra; con servicios de agua, desagüe y luz eléctrica en sus domicilios. Sus familias tienen de 3 a 5 miembros, 3 de cada 10 mujeres tienen un niño menor de 5 años y 4 de cada 10 tienen un niño entre 5 a 12 años.

2. Las medidas preventivas ante la contaminación con plomo no son aplicadas por casi ninguna de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros. 9 de cada 10 de ellas desea informarse sobre el tema también se encuentra que ninguna ha aplicado medida preventiva alguna vez; y, apenas 4 de ellas se ha realizado un tamizaje previo de plomo en sangre.

3. El nivel de plomo en sangre fue de 0.50 a 7.20 μg/dL, con un promedio de 1.35 ± 1.11 μg/dL en mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros. Esto implica que sólo 2 de cada 100 mujeres presentó niveles elevados de plomo (5 a más μg/dL).

4. El nivel de hemoglobina fue de 7.80 a 21.60 g/dL, con un promedio de 11.85 ± 2.84 g/dL en mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de los centros mineros, durante el año 2022. A partir de ello, 3 de cada 5 mujeres fueron clasificadas con anemia moderada y 2 de cada 5 no tuvieron anemia.

5. El nivel de plomo en sangre se relacionó de forma negativa, moderada y significativa (τ = -0.365; p-valor < 0.01) con respecto al nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022. **Esto implica que cuanto mayor sea el nivel de plomo en sangre, el nivel de hemoglobina en las mujeres en edad fértil será menor.**

RECOMENDACIONES

A la Dirección Regional de Salud

Se debe de incrementar la promoción de la salud en temas de prevención de contaminación con metales pesados como el plomo en poblaciones que habitan en áreas de influencia de las mineras, en coordinación con la empresa privada.

Hacer el tamizaje de plomo a las mujeres que cursan con anemia crónica

A la Universidad Nacional de Huancavelica

Profundizar las investigaciones en salud pública, como en este caso en contaminación con el plomo.

Desarrollar extensión y proyección social en las áreas se Mimosa, Buenaventura y Huachocolpa, con el objetivo de reducir el riesgo de contaminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ikegami A, Takagi M, Fatmi Z, Kobayashi Y, Ohtsu M, Cui X, et al. External lead contamination of women's nails by surma in Pakistan: Is the biomarker reliable? Environ Pollut Barking Essex 1987. noviembre de 2016;218:723-7.

2. Taylor CM, Doerner R, Northstone K, Kordas K. Dietary Patterns Are Not Consistently Associated with Variability in Blood Lead Concentrations in Pregnant British Women. J Nutr. junio de 2019;149(6):1027-36.

3. Organizacion Mundial de la Salud. Intoxicación por plomo y salud [Internet]. [citado 2 de agosto de 2021]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health

4. Kosnett MJ, Wedeen RP, Rothenberg SJ, Hipkins KL, Materna BL, Schwartz BS, et al. Recommendations for Medical Management of Adult Lead Exposure. Environ Health Perspect. marzo de 2007;115(3):463-71.

5. Evaluación de la Organización Mundial de la Salud de la carga ambiental de enfermedades a nivel nacional y local. Disponible en línea: www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/en/leadebd2.pdf .

6. Alinejad S, Aaseth J, Abdollahi M, Hassanian-Moghaddam H, Mehrpour O. Clinical Aspects of Opium Adulterated with Lead in Iran: A Review. Basic Clin Pharmacol Toxicol. enero de 2018;122(1):56-64.

7. Sadeghniiat-Haghighi K, Saraie M, Ghasemi M, Izadi N, Chavoshi F, Khajehmehrizi A. Assessment of peripheral neuropathy in male hospitalized patients with lead toxicity in Iran. J Res Med Sci Off J Isfahan Univ Med Sci. enero de 2013;18(1):6-9.

8. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza. Riesgos para la salud mundial: mortalidad y carga de enfermedad atribuible a riesgos principales seleccionados. Disponible en línea: www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf.

9. Taylor CM, Golding J, Hibbeln J, Emond AM. Environmental factors predicting blood lead levels in pregnant women in the UK: the ALSPAC study. PloS One. 2013;8(9):e72371.

10. Amaral JH, Rezende VB, Quintana SM, Gerlach RF, Barbosa F, Tanus-Santos JE. The relationship between blood and serum lead levels in peripartum women and their respective umbilical cords. Basic Clin Pharmacol Toxicol. diciembre de 2010;107(6):971-5.

11. Klein M, Kaminsky P, Barbé F, Duc M. [Lead poisoning in pregnancy]. Presse Medicale Paris Fr 1983. 26 de marzo de 1994;23(12):576-80.

12. Gardella C. Lead exposure in pregnancy: a review of the literature and argument for routine prenatal screening. Obstet Gynecol Surv. abril de 2001;56(4):231-8.

13. Schell LM, Denham M, Stark AD, Gomez M, Ravenscroft J, Parsons PJ, et al. Maternal blood lead concentration, diet during pregnancy, and anthropometry predict neonatal blood lead in a socioeconomically disadvantaged population. Environ Health Perspect. febrero de 2003;111(2):195-200.

14. Téllez-Rojo MM, Hernández-Avila M, Lamadrid-Figueroa H, Smith D, Hernández-Cadena L, Mercado A, et al. Impact of bone lead and bone resorption on plasma and whole blood lead levels during pregnancy. Am J Epidemiol. 1 de octubre de 2004;160(7):668-78.

15. Lamadrid-Figueroa H, Téllez-Rojo MM, Hernández-Avila M, Trejo-Valdivia B, Solano-González M, Mercado-Garcia A, et al. Association between the plasma/whole blood lead ratio and history of spontaneous abortion: a nested cross-sectional study. BMC Pregnancy Childbirth. 27 de septiembre de 2007;7:22.

16. Borja-Aburto VH, Hertz-Picciotto I, Rojas Lopez M, Farias P, Rios C, Blanco J. Blood lead levels measured prospectively and risk of spontaneous abortion. Am J Epidemiol. 15 de septiembre de 1999;150(6):590-7.

17. Yazbeck C, Thiebaugeorges O, Moreau T, Goua V, Debotte G, Sahuquillo J, et al. Maternal blood lead levels and the risk of pregnancy-induced hypertension: the EDEN cohort study. Environ Health Perspect. octubre de 2009;117(10):1526-30.

18. Vigeh M, Yokoyama K, Mazaheri M, Beheshti S, Ghazizadeh S, Sakai T, et al. Relationship between increased blood lead and pregnancy hypertension in women without occupational lead exposure in Tehran, Iran. Arch Environ Health. febrero de 2004;59(2):70-5.

19. Sowers M, Jannausch M, Scholl T, Li W, Kemp FW, Bogden JD. Blood lead concentrations and pregnancy outcomes. Arch Environ Health. octubre de 2002;57(5):489-95.

20. Disha null, Sharma S, Goyal M, Kumar PK, Ghosh R, Sharma P. Association of raised blood lead levels in pregnant women with preeclampsia: A study at tertiary centre. Taiwan J Obstet Gynecol. enero de 2019;58(1):60-3.

21. Cantonwine D, Hu H, Sánchez BN, Lamadrid-Figueroa H, Smith D, Ettinger AS, et al. Critical windows of fetal lead exposure: adverse impacts on length of gestation and risk of premature delivery. J Occup Environ Med. noviembre de 2010;52(11):1106-11.

22. Vigeh M, Yokoyama K, Shinohara A, Afshinrokh M, Yunesian M. Early pregnancy blood lead levels and the risk of premature rupture of the membranes. Reprod Toxicol Elmsford N. noviembre de 2010;30(3):477-80.

23. Zhu M, Fitzgerald EF, Gelberg KH, Lin S, Druschel CM. Maternal low-level lead exposure and fetal growth. Environ Health Perspect. octubre de 2010;118(10):1471-5.

24. Jelliffe-Pawlowski LL, Miles SQ, Courtney JG, Materna B, Charlton V. Effect of magnitude and timing of maternal pregnancy blood lead (Pb) levels on birth outcomes. J Perinatol Off J Calif Perinat Assoc. marzo de 2006;26(3):154-62.

25. Schnaas L, Rothenberg SJ, Flores MF, Martinez S, Hernandez C, Osorio E, et al. Reduced intellectual development in children with prenatal lead exposure. Environ Health Perspect. mayo de 2006;114(5):791-7.

26. Bellinger DC, Stiles KM, Needleman HL. Low-level lead exposure, intelligence and academic achievement: a long-term follow-up study. Pediatrics. diciembre de 1992;90(6):855-61.

27. Roy A, Bellinger D, Hu H, Schwartz J, Ettinger AS, Wright RO, et al. Lead exposure and behavior among young children in Chennai, India. Environ Health Perspect. octubre de 2009;117(10):1607-11.

28. Al-Saleh I. Sources of lead in Saudi Arabia: a review. J Environ Pathol Toxicol Oncol Off Organ Int Soc Environ Toxicol Cancer. 1998;17(1):17-35.

29. Ettinger AS, Gurthrie Wengrovitz A. Guidelines for the identification and management of lead exposure in pregnant and lactating women. National Center for Environmental Health/Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta: Adrienne S, Ettinger, Anne Guthrie Wengrovitz GA. 2010:8.

30. Organización Panamericana de la Salud. Plomo - OPS/OMS [Internet]. [citado 2 de agosto de 2021]. Disponible en: https://www.paho.org/es/temas/seguridad-quimica/plomo

31. Chen X, Zhou H, Li X, Wang Z, Zhu G, Jin T. Effects of lead and cadmium co-exposure on hemoglobin in a Chinese population. Environ Toxicol Pharmacol. marzo de 2015;39(2):758-63.

32. La-Llave-León O, Lugo-Soto R, Aguilar-Durán M, Estrada-Martínez S, Salas-Pacheco JM, Sandoval-Carrillo A, et al. Relationship between blood lead levels and hematological indices in pregnant women. Women Health. 2015;55(1):90-102.

33. Xie X, Ding G, Cui C, Chen L, Gao Y, Zhou Y, et al. The effects of low-level prenatal lead exposure on birth outcomes. Environ Pollut Barking Essex 1987. abril de 2013;175:30-4.

34. Hassanian-Moghaddam H, Zamani N, Hamidi F, Farnaghi F, Gachkar L. Blood lead levels in pregnant women referring to midwifery clinic in a referral center in Tehran. J Res Med Sci Off J Isfahan Univ Med Sci. 2018;23:88.

35. Ohtsu M, Mise N, Ikegami A, Mizuno A, Kobayashi Y, Nakagi Y, et al. Oral exposure to lead for Japanese children and pregnant women, estimated using duplicate food portions and house dust analyses. Environ Health Prev Med. 2019;24:72.

36. Castro Bedriñana J, Chirinos Peinado D, Tejada de Riveros D. Plomo en la sangre del cordón umbilical y su impacto sobre el peso, longitud, hemoglobina y APGAR en zonas con diferente grado de contaminación. Rev Toxicol. 2012;100-6.

37. Castro-Bedriñana J, Chirinos-Peinado D, Ríos-Ríos E. Niveles de plomo en gestantes y neonatos en la ciudad de la Oroya, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica. julio de 2013;30(3):393-8.

38. Castro Bedriñana, J, Chirinos Peinado, D, Ríos Ríos, E, Contenido de plomo y peso de la placenta y su relación con la edad gestacional, peso, longitud y hemoglobina al nacimiento en una zona metalúrgica del Perú. Revista de Toxicología [Internet]. 2016; 33 (2): 88-92. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91949104003.

39. Guillen-Mendoza D, Bellomo S, Torres N, Lazo E, Guillen-Pinto D. Determinación de plomo en leche materna de madres lactantes en nueve distritos de laciudad de Lima, Perú. Acta Médica Peru. abril de 2017;34(2):90-4.

40. Condori Cayllahua J, Huamani Murguia LR. Concentración de plomo en sangre y factores de riesgo en niños de la localidad de Huachocolpa, Huancavelica – 2017. Univ Nac Huancavelica [Internet]. 2017 [citado 1 de agosto de 2021]; Disponible en: http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1375

41. RAMOS, Willy, et al. Intoxicación plúmbica crónica: una revisión de la problemática en el Perú. Revista Peruana de Epidemiología, 2009, vol. 13, no 2, p. 1-8.

42. Bede-Ojimadu O, Amadi CN, Orisakwe OE. Blood Lead Levels in Women of Child-Bearing Age in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review. Front Public Health [Internet]. 2018 [citado 3 de agosto de 2021];6. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6305709/

43. La-Llave-León O, Méndez-Hernández EM, Castellanos-Juárez FX, Esquivel-Rodríguez E, Vázquez-Alaniz F, Sandoval-Carrillo A, et al. Association between Blood Lead Levels and Delta-Aminolevulinic Acid Dehydratase in Pregnant Women. Int J Environ Res Public Health [Internet]. abril de 2017 [citado 3 de agosto de 2021];14(4). Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5409633/

44. Rabinowitz MB, Wetherill GW, Kopple JD. Kinetic analysis of lead metabolism in healthy humans. J Clin Invest. agosto de 1976;58(2):260.

45. Hertz-Picciotto I. The evidence that lead increases the risk for spontaneous abortion. Am J Ind Med. septiembre de 2000;38(3):300-9.

46. Jusko TA, Henderson CR, Lanphear BP, Cory-Slechta DA, Parsons PJ, Canfield RL. Blood lead concentrations < 10 microg/dL and child intelligence at 6 years of age. Environ Health Perspect. febrero de 2008;116(2):243-8.

47. Ahmed MH, Ghatge MS, Safo MK. Hemoglobin: Structure, Function and Allostery. Subcell Biochem. 2020;94:345-82.

48. Thom CS, Dickson CF, Gell DA, Weiss MJ. Hemoglobin Variants: Biochemical Properties and Clinical Correlates. Cold Spring Harb Perspect Med. marzo de 2013;3(3):a011858.

49. Cunningham FG, Williams JW. Obstetricia. México: McGraw-Hill; 2015.

50. Poma PA. Intoxicación por plomo en humanos. An Fac Med. junio de 2008;69(2):120-6.

51. Grandez-Urbina JA, Cervantes-Siles G, Castro-Segura J, Llacta-Aparicio D, Rodríguez JG. Anemia en mujeres en edad fértil de la Comunidad Nativa Ese'eja - Palma Real, Madre Dios, Perú. Rev Medica Hered [Internet]. enero de 2013 [citado 8 de julio de 2022];24(1):46-9. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1018-130X2013000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es

ANEXOS

Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
GENERAL ¿Qué relación existe entre el nivel de plomo en sangre y el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022? **ESPECÍFICOS:** a) ¿Cuáles son las características sociodemográficas de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022? b) ¿Cuáles son las medidas preventivas sobre contaminación con plomo que aplican las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022? c) ¿Cuál es el nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022? d) ¿Cuál es el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022?	**GENERAL:** Determinar la relación que existe entre el nivel de plomo en sangre y el nivel de hemoglobina en mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022 **ESPECÍFICOS:** Describir las características sociodemográficas de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022. Describir las medidas preventivas de la contaminación con plomo en las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022. Analizar el nivel de plomo en sangre de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022. Analizar el nivel de hemoglobina de las mujeres en edad fértil que habitan en el área de influencia de centros mineros de la región Huancavelica, durante el año 2022.	Existe relación entre el nivel de plomo y la hemoglobina en mujeres en edad fértil que viven en las áreas de influencia de los centros mineros de Huancavelica, 2022	Nivel de plomo en mujeres en edad fértil Hemoglobina de mujeres en edad fértil	- Edad de la mujer - Distancia entre el área de residencia y el contaminante - Tipo de vivienda - Medidas antropométricas de la mujer en edad fértil - Nivel de plomo en sangre periférica. - Hemoglobina de mujeres en edad fértil expuestas al plomo. - % de mujeres con anemia. - Meses transcurridos desde el diagnostico de anemia	**Tipo de investigación.** Observacional, prospectivo, transversal y descriptivo **Nivel de investigación:** relacional. **Población**. Mujeres en edad fértil que viven en las áreas de influencia de las mineras de Huancavelica, total: **Muestra:** 132 mujeres en edad fértil **Técnicas e instrumentos de recolección de datos.** Ficha de observación **Análisis de datos.** Estadística descriptiva e inferencial a través del aplicativo **Microsoft** Excel 2010 y spss V22.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Propósito del Estudio:
Lo estamos invitando a participar en un estudio llamado: "UQEWARMI: Plataforma integral asincrónica conectada a Smartphone para el diagnóstico, seguimiento y control de mujeres en edad reproductiva y gestantes con altos niveles de plomo en sangre en Lima – Huancavelica". Este es un estudio desarrollado por investigadores del Laboratorio de investigación en tratamiento de imágenes INTILAB de la Universidad de Ciencias y Humanidades y la Universidad Nacional de Huancavelica.

Como parte de él, se desarrolla el proyecto de tesis: **NIVEL DE PLOMO Y HEMOGLOBINA EN MUJERES EN EDAD FÉRTIL EN ÁREAS DE INFLUENCIA DE CENTROS MINEROS DE HUANCAVELICA – 2022.**

La contaminación de plomo en el Perú es un problema muy serio en el país, especialmente esto afecta a los niños menores de 5 años que experimentan problemas con los riñones, hígado, sistema neurológico, no estén atentos en el colegio, se demoren y tengan problemas en aprender y repercusiones a lo largo de su vida. Generalmente en los niños pequeños la contaminación proviene de la madre. Para prevenir estos daños en los infantes es necesario centrarse en las mujeres. Este proyecto busca diagnosticar la concentración de plomo en mujeres en edad reproductiva con el fin de que sus hijos y/o futuros hijos no se vean afectados por es grave problema.

El propósito del estudio es desarrollar un método a bajo costo para saber la concentración de plomo en mujeres en edad reproductiva.

Para lograr ello, necesitamos su apoyo con su participación. Necesitamos saber algunos datos personales como la edad, sexo, estado de salud, tiempo que vive en la comunidad y algunos aspectos de posibles lugares de altas concentraciones de plomo.

Luego de los datos procedeos a evaluar la contaminación de plomo mediante unos 6 ml de sangre, es decir tomaremos una pequeña cantidad de sangre. Esta muestra se enviará a un laboratorio para evaluar la concentración de plomo y también probar nuestro equipo con solo una gota de sangre. El resultado estará en el centro de salud al cabo de una semana, como máximo.

De tener una elevada concentración de plomo se coordinará con el centro de salud para que se adhiera a algún programa para disminuir su concentración y pueda iniciar un tratamiento lo más pronto posible.

Procedimientos:
Si usted acepta participar en este estudio, se llevarán a cabo los siguientes procedimientos:

1. Le preguntaremos algunos datos personales básicos (edad, sexo, estado de salud general, algunos datos referentes a posibles fuentes de contaminación, tiempo que lleva viviendo en la comunidad y cercanía a diferentes industrias).
2. A cada persona se le realizará una medición de la concentración de plomo en sangre por un laboratorio. El resultado del examen será entregado a la semana al centro de salud para ser incluido en su historia clínica. La muestra de sangre será tomada por una enfermera capacitada. Esta muestra será de 6cc y será obtenida de la vena del brazo.
3. El tiempo aproximado de la sesión es de 15 minutos. En caso de detectarse anormalidades será comunicado a las autoridades y al coordinador del centro de salud para su referencia en caso de necesitar algún tratamiento especial.
4. Si acepta se le enviaran mensajes de texto con información de la contaminación de plomo validada, para su interés personal.

Riesgos:

La toma de las muestras de sangre se realizará por una enfermera entrenada y presenta un riesgo mínimo para la salud de la participante. Todo el procedimiento se realizará en condiciones de seguridad y de limpieza cuidadosa. En caso de incomodidad ante cualquier situación el profesional responsable de las pruebas siempre decidirá la mejor opción terapéutica para el participante. En caso de cualquier eventualidad comunicarse inmediatamente con el responsable el Dr. Hernan Matta Solis al teléfono 999751065 o a Alicia Alva Mantari al teléfono 981382067, o en su defecto al 715-1533 al anexo 1296.

Riesgos frecuentes: En el caso de la toma de muestra sanguínea, puede producirse un mínimo hematoma en la zona del pinchazo, por lo que será conveniente que después se realice presión sobre la zona puncionada.

Beneficios:

Usted recibirá los resultados del análisis de sangre para la medición de la concentración de plomo por 2 medios: De manera inmediata recibirá el resultado de la prueba por un SMS, y los resultados del laboratorio clínico serán entregados al personal de salud del centro de referencia de su comunidad en el lapso de una semana luego de realizada la toma de la muestra. Estos resultados beneficiarán al participante, pues en caso de tener una concentración de plomo elevada, será referido y recibirá atención inmediata. Dichas coordinaciones estarán a cargo del coordinador de Personal del centro de salud de su comunidad.

Costo de la participación:
El costo de la participación y las realizaciones de las pruebas es totalmente gratuito. No existe incentivo económico ni de otra índole.

Confidencialidad:
Tanto la ficha de datos personales básicos como las fotografías y la informacion solicitada, serán analizadas y estudiadas por profesionales miembros del equipo de investigación que quedarán obligados a respetar y proteger la privacidad y anonimato del participante. Nosotros guardaremos su información con códigos sin revelar nombres. La información obtenida durante este estudio será mantenida en forma confidencial y serán manejadas únicamente por el investigador principal y su equipo, sin mencionar en ningún momento la identidad de los participantes. Si los resultados de este estudio son publicados, no se mostrará ninguna información que permita la identificación de las personas que participan en este estudio.

Derechos del participante:
Si usted decide no participar en el estudio, puede retirar su información de la base de datos en cualquier momento, o no participar en una parte del estudio sin perjuicio alguno. Si usted decide no participar seguirá teniendo la misma atención que recibe en sin perjuicio alguno. Si tiene alguna duda adicional, por favor pregunte al personal del estudio, o llamar al Investigador al teléfono 996010660, si usted tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, o cree que ha sido tratado injustamente puede contactar al Dr. Segundo Millones Gómez, presidente del Comité Institucional de Ética de la Universidad de Ciencias y Humanidades, al teléfono 01- 7151533 anexo 1235. O al comité de ética de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Declaración del Participante:
Este estudio me ha sido explicado. He tenido la oportunidad de hacer preguntas. Acepto voluntariamente participar en el estudio. Entiendo que puedo negarme a participar o retirarnos del estudio en cualquier momento, sin tener que dar explicaciones y sin que por ello se me sancione. Si luego tengo más preguntas acerca del estudio, puedo comunicarme con el investigador, al teléfono arriba indicado.
Si tengo preguntas acerca de mis derechos como participante en esta investigación, o me parece que he sido tratado injustamente, puedo comunicarme con el presidente del Comité de Ética de la Universidad de Ciencias y Humanidades, al teléfono arriba mencionado.

Acepto que se tome la muestra de sangre	SI ____	NO_____
Acepto que se envíen mensajes de texto con información	SI ____	NO_____
Acepto que se fotografías durante el proceso de registro	SI ____	NO_____

Me entregarán una copia de este consentimiento.

_____
Firma
Nombre:
_____
DNI: _____

Declaración del Investigador:

Yo declaro haber leído la descripción del proyecto, he aclarado sus dudas sobre el estudio, y usted ha decidido participar voluntariamente en él. Usted entiende que los datos que provea se mantendrán anónimos y que los resultados del estudio serán utilizados para fines de investigación.

_____
Firma del investigador
Nombre:
_____
DNI: _____

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
Escuela de Posgrado
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CUESTIONARIO

El presente CUESTIONARIO es para entrevistar a las mujeres en edad fértil, que participan en el estudio: **NIVEL DE PLOMO Y HEMOGLOBINA EN MUJERES EN EDAD FÉRTIL EN ÁREAS DE INFLUENCIA DE CENTROS MINEROS DE HUANCAVELICA – 2022,** a fin de recabar datos sociodemográficos y aplicación de medidas preventivas.

INSTRUCCIÓN: lea las preguntas con detenimiento de ser necesario traduzca al idioma quechua y repita las veces que sea necesario.

Número de DNI: …… Código: ……....

1. **¿Cuántos Años tiene? :_____**

1. Paridad:
   a) 0
   b) 1
   c) 2 a 3
   d) 4 a más
2. **¿Cuántos hijos tiene?: _____**

3. **¿A qué distancia de tu casa se encuentra el relave de la mina, un aproximado?**
   a) _____

4. **¿Qué tiempo llevas viviendo en el lugar?**
   a) 3 meses a menor de 1 año (1)
   b) 1 año a menos de 3 años (2)
   c) 3 a menos de 5 años (3)
   d) Más de 5 años (4)
5. **Tenencia de la vivienda**
   a) Alquilada (1)
   b) Propia (2)
6. **¿De qué material es la pared de la vivienda**

a) Adobe (1)
b) Madera (2)
c) Ladrillo (3)

7. ¿De qué material es el techo de la vivienda

a) Calami (1)
b) Eternit (2)
c) Concreto (3)
d) Madera (4)

8. ¿Qué tipo de piso tiene la vivienda?

a) Cemento (1)
b) Madera (2)
c) Tierra (3)

9. ¿En su domicilio cuenta con agua?

a) Si (1)
b) No (2)

10. ¿En su domicilio cuenta con desagüe?

a) Si (1)
b) No (2)

11. ¿Qué tipo de fuente de abastecimiento de agua tiene?

a) Servicio público a domicilio (1)
b) Pileta publica (2)
c) Manantial (3)

12. ¿en su domicilio cuenta con fluido eléctrico propio?

a) Si (1)
b) No (2)

13. ¿Cuántos viven en tu domicilio?

a) De 1 a 2 integrantes (1)
b) De 3 a 5 integrantes (2)
c) De 6 a 9 integrantes (3)
d) Mas de 10 integrantes (4)

14. ¿Cuántos niños menores de 5 años viven en tu domicilio?

a) Ninguno (1)
b) 1 niño (2)
c) 2 niños (3)
d) 3 niños a más (4)

15. ¿Cuántos niños de 5 a 12 años viven en tu domicilio?

a) Ninguno (1)
b) 1 niño (2)
c) 2 niños (3)
d) 3 niños (4)
e) 4 niños (5)

16. ¿Deseas informarte sobre la contaminación por metales pesados?

a) Si (1)
b) No (2)

17. ¿Aplicas medidas para el control de la contaminación por metales pesados?

a) Si (1)
b) No (2)

18. ¿Tuviste un tamizaje de plomo en la sangre previo a este estudio?

a) Si (1)
b) No (2)

19. ¿Aplicas medidas preventivas para la contaminación de plomo?

a) Si (1)
b) No (2)

Formato de observación

1. **Proceda a pesar y tallar:**

   a) Peso _____ kg

   b) Talla _____ cm

2. **Hemoglobina de la mujer en edad fértil: _____mg/dl**

3. **Nivel de plomo: _____ µg/dL**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por ley 25265)

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS DE LA SALUD

INFORME DE REVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Nº 02 DEL COMITÉ DE ÉTICA

PRESIDENTE:

Dra. MARISOL SUSANA TAPIA CAMARGO

MIEMBROS:
DRA. CHARO JACQUELINE JAUREGUI SUELDO
DRA. TULA GUERRA OLIVARES

TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
NIVEL DE PLOMO EN MUJERES EN EDAD FERTILY HEMOGLOBINA EN ÁREAS DE INFLUENCIA DE CENTROS MINEROS DE HUANCAVELICA - 2021

INTEGRANTES:
ASESORA: Dra. Lina Yubana Cárdenas Pineda

INVESTIGADORES:

BACHILLER EDITH TUNCAR QUISPE

HALLAZGOS:

- El diseño de investigación requiere precisión y esquematizarlo.
- El instrumento de investigación debe ser detallado, retirar lo concerniente a evaluación del recién nacido, por no ser objeto de su investigacion.
- Precisar en el consentimiento informado que la usuaria puede retirarse del estudio si presentará alguna incomodidad.
- Retirar de la caratula para optar el grado de maestro…….

RECOMENDACIONES:

- Titulo se sugiere Nivel de Plomo y Hemoglobina en mujeres.
- Planteamiento del PROBLEMA, incorporar referente a hemoglobina
- Retirar los problemas especificos y objetivos especificos c y e

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por ley 25265)

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS DE LA SALUD

- Exponer la evidencia cientifica de la relación entre niveles de plomo y hemoglobina en el planteamiento del problema.
- La justificación es muy pobre tratándose de un estudio de segunda especialización
- En la Operacionalización de variables retirar lo referente a recién nacido, e incorporar los niveles de hemoglobina.
- Incorporar mayores definiciones de términos
- Recoleccion de datos redactar en futuro.
- Matriz de consistencia retirar problemas y objetivos específicos c y e
- Instrumento : retirar lo referente a recién nacido
-

CONCLUSIONES
Se devuelve el proyecto al Instituto para el levantamiento de hallazgos por parte de la interesada.

LA INVESTIGACION GARANTIZA LA PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA, POR TANTO, SE DECLARA PROCEDENTE DESDE EL ASPECTO ÉTICO.

Siendo las 12: 13pm del día 4 de abril del año 2022, pasan a firmar los miembros del comité en señal de conformidad de lo plasmado.

Huancavelica, 4 abril de 2022.

Dra. Marisol Susana Tapia Camargo Dra. Charo Jacqueline Jauregui Sueldo

PANEL FOTOGRÁFICO

Firma de consentimiento informado

Tesista tomando datos de la parte del cuestionario

Tomando muestra.

turnitin

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación, titulado:

  "NIVEL DE PLOMO Y HEMOGLOBINA EN MUJERES EN EDAD FÉRTIL EN ÁREAS DE INFLUENCIA DE CENTROS MINEROS DE HUANCAVELICA- 2022"

- presentado por:
  TUNCAR QUISPE, Edith Magali

- Docente asesor (a):
  Dra. CARDENAS PINEDA, Lina Yubana

- Para obtener:
  El **Grado de Maestro** en Ciencias de la Salud en la mención: **SALUD REPRODUCTIVA**

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, certifica **que el presente trabajo de investigación**, se encuentra dentro del porcentaje permitido de coincidencia por la Universidad Nacional de Huancavelica.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN (realizado por el docente Asesor), se expide el presente.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
86.0 %	14.0 %

El Certificado se expide el 27 de noviembre del año 2023.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO

DR. ESPINOZA QUISPE CARLOS ENRIQUE
JEFE DE LA UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO

Nº 168-2023