

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS:**

**Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños  
atendidos en la micro red San José de Secce del  
distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.**

Para optar el título profesional de:

**BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA**

PRESENTADO POR:

**Bach. Marleni LAPA MIGUEL**

ASESOR:

**Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ**

CO-ASESOR:

**Dr. Emilio Germán RAMÍREZ ROCA**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2024**

A mi madre Estefa Miguel, por creer siempre en mí, por ser mi fuerza y alegría para enfrentar adversidades.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma mater, por otorgarme tantos saberes y cobijado en sus maravillosas aulas durante mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y a los docentes de Escuela Profesional de Biología, por haberme albergado e infundido los conocimientos científicos, sabiduría, experiencia y valores para lograr esta honorable profesión.

A los colaboradores Dr. William Luis Janampa Villavicencio, director de la micro red San José de Secce, Santillana y a la Blga. Nancy Lucia Rojas Paredes jefe del laboratorio, por su colaboración en la información, supervisión y toma de muestra.

Al Dr. Víctor Luis Cárdenas López como asesor principal, cuyo valioso respaldo y orientación fueron fundamentales en el desarrollo de este proyecto.

Al Dr. Emilio Germán Ramírez Roca como coasesor por el esfuerzo incondicional y consejos que fueron fundamentales en la elaboración y finalización de este proyecto académico.

## ÍNDICE GENERAL

|                                                | Pág. |
|------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA                                    | ii   |
| AGRADECIMIENTO                                 | iii  |
| ÍNDICE GENERAL                                 | iv   |
| ÍNDICE DE TABLAS                               | vi   |
| ÍNDICE DE ANEXOS                               | vii  |
| RESUMEN                                        | viii |
| I. INTRODUCCIÓN                                | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO                              | 3    |
| 2.1. Antecedentes                              | 3    |
| 2.1.1. Internacionales                         | 3    |
| 2.1.2. Nacionales                              | 5    |
| 2.1.3. Locales                                 | 6    |
| 2.2. Marco conceptual                          | 6    |
| 2.2.1. Anemia                                  | 6    |
| 2.2.2. Tipos de anemia                         | 7    |
| 2.2.3. Niveles de anemia según la gravedad     | 7    |
| 2.2.4. Diagnóstico                             | 8    |
| 2.2.5. Anemia ferropénica                      | 8    |
| 2.2.6. Hemoglobina                             | 8    |
| 2.2.7. Hierro sérico (HS)                      | 10   |
| 2.2.8. Transferrina (TFR)                      | 11   |
| 2.2.9. Receptor soluble de transferrina (RTfs) | 12   |
| 2.2.10. Hecpidina                              | 13   |
| 2.2.11. Eritropoyetina (Epo)                   | 15   |
| 2.3. Bases teóricas                            | 16   |
| 2.4. Marco legal                               | 17   |
| III. MATERIALES Y METODOS                      | 18   |
| 3.1. Ubicación política y geográfica           | 18   |
| 3.2. Población y muestra                       | 18   |
| 3.2.1. Población                               | 18   |
| 3.2.2. Muestra y selección de muestra          | 18   |
| 3.3. Técnica de muestreo                       | 18   |
| 3.4. Criterios de selección                    | 19   |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.1. Criterios de inclusión                                   | 19 |
| 3.4.2. Criterios de exclusión                                   | 19 |
| 3.5. Métodos y procedimientos para la recolección de datos      | 19 |
| 3.5.1. Actividades previas a la recolección de datos            | 19 |
| 3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos          | 19 |
| 3.5.3. Determinación de hemoglobina                             | 20 |
| 3.5.4. Determinación de hierro sérico                           | 21 |
| 3.5.5. Determinación de transferrina                            | 22 |
| 3.5.6. Determinación de los receptores solubles de transferrina | 23 |
| 3.5.7. Determinación de hepcidina                               | 25 |
| 3.5.8. Determinación de eritropoyetina                          | 26 |
| 3.6. Tipo de investigación                                      | 28 |
| 3.7. Diseño de investigación                                    | 28 |
| 3.8. Análisis de datos                                          | 28 |
| IV. RESULTADOS                                                  | 29 |
| V. DISCUSIÓN                                                    | 35 |
| VI. CONCLUSIONES                                                | 41 |
| VII. RECOMENDACIONES                                            | 42 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS                                | 43 |
| ANEXOS                                                          | 47 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                                                                                 | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del hierro sérico en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.                      | 30   |
| Tabla 2. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de transferrina en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.                        | 31   |
| Tabla 3. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de receptores solubles de transferrina en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023. | 32   |
| Tabla 4. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hepcidina en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.                           | 33   |
| Tabla 5. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de eritropoyetina en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.                      | 34   |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                                                                                                                                                                                      | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Anexo 1. Prueba de normalidad de las variables.                                                                                                                                                                                                      | 48   |
| Anexo 2. Consentimiento informado.                                                                                                                                                                                                                   | 49   |
| Anexo 3. Ficha de resultado de la valoración de los niveles de anemia en los niños de 6 a 60 meses atendidos en la micro red San José de Secce de Santillana entre los meses de febrero a abril. Ayacucho, 2023.                                     | 51   |
| Anexo 4. Ficha de resultado de los marcadores bioquímicos en los niños de 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce de Santillana entre los meses de febrero a abril. Ayacucho, 2023.                                         | 52   |
| Anexo 5. Base de datos de la investigación de los niveles de anemia y los niveles de marcadores bioquímicos en los niños de 6 a 60 meses de edad en la micro red San José de Secce de Santillana entre los meses de febrero a abril. Ayacucho, 2023. | 53   |
| Anexo 6. Solicitud de autorización para la ejecución del proyecto de tesis.                                                                                                                                                                          | 55   |
| Anexo 7. Autorización de ejecución del proyecto de tesis.                                                                                                                                                                                            | 56   |
| Anexo 8. Cuestionario sociodemográfico.                                                                                                                                                                                                              | 57   |
| Anexo 9. Base de datos demográficos de apoderado.                                                                                                                                                                                                    | 58   |
| Anexo 10. Evidencias fotográficas.                                                                                                                                                                                                                   | 60   |
| Anexo 11. Operacionalización de variables.                                                                                                                                                                                                           | 63   |
| Anexo 12. Matriz de consistencia.                                                                                                                                                                                                                    | 64   |

## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo de determinar la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos en niños del distrito de Santillana que recibieron asistencia en la micro red San José de Secce, Ayacucho, 2023. Se llevó a cabo un estudio correlacional con un diseño no experimental y de corte transversal, en el que se seleccionaron 58 niños de 6 a 60 meses de edad diagnosticados con anemia como parte de la muestra, mediante un muestreo no probabilístico. A los niños se les extrajeron muestras de sangre en tubos de tapa roja sin anticoagulante. La parte operativa del estudio se llevó a cabo en el laboratorio de la Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se midieron los niveles de anemia con el método de azidametahemoglobina utilizando el Equipo Hemo Control de EKF Diagnostic. Para los marcadores bioquímicos se emplearon los siguientes métodos: el hierro sérico por el método fotométrico (ferene), la transferrina por turbidimetría, y los receptores solubles de transferrina, la hepcidina y la eritropoyetina por el método ELISA. Los resultados fueron analizados utilizando la prueba Tau b de Kendall, la cual demostró que existe una correlación positiva, media y significativa ( $t= 0,302$ ,  $p =0,005$ ) entre los niveles de anemia y hierro sérico. Además, existe una correlación negativa y baja ( $t= - 0,251$ ,  $p =0,039$ ) entre los niveles de anemia y la transferrina. También existe una correlación negativa y media ( $t= -0,68$ ,  $p =0$ ) entre los niveles de anemia y los receptores solubles de transferrina. Por otro lado, existe una correlación negativa y baja ( $t= - 0,299$ ,  $p =0,021$ ) entre los niveles de anemia y eritropoyetina. Finalmente, no se encontró una correlación ( $p=1.839$ ) con los niveles de hepcidina. En conclusión, existe correlación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos excepto con los niveles de hepcidina.

**Palabras clave:** anemia, marcadores bioquímicos, hierro sérico, transferrina, receptores solubles de transferrina, hepcidina, eritropoyetina.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La anemia manifiesta un gran desafío de salud pública debido a varios factores tales como sociales, biológicas y económicas, esta enfermedad por falta de hierro tiene un efecto significativo en la población infantil, ya que los niños requieren altos contenidos de hierro, para asegurar un crecimiento y progreso adecuado durante sus etapas tempranas.

La anemia es la disminución en la cantidad de hemoglobina y el volumen de glóbulos rojos en el torrente sanguíneo, afectando principalmente en la potencialidad de transporte de oxígeno hacia los tejidos. El hierro es un elemento principal en los procesos metabólicos del organismo y la producción de hemoglobina, siendo responsable de captar el oxígeno. Así, una disminución de la hemoglobina, el hierro también disminuirá. Teniendo en cuenta que la población de pequeños por debajo de los 5 años, debido al acelerado crecimiento y sus altas necesidades para el hierro, les hacen susceptibles a padecer de anemia.

Los biomarcadores son importantes para predecir la salud y la función metabólica del hierro en la práctica clínica. Es fundamental entender la importancia nutricional del hierro, ya que este mineral es vital para la vida y está relacionada con variedad de trastornos. Los marcadores analizados en el informe incluyen la hemoglobina, hematocrito, hierro sérico, la transferrina (TFR), receptor de transferrina (RTfs), hepcidina y eritropoyetina. También se consideran otros marcadores como el volumen corpuscular medio (VCM), la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), la capacidad total de fijación de hierro y finalmente la ferritina sérica.

Según la información oficial proporcionada por el Ministerio de Salud (MINSA) y los datos recopilados anualmente a través de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDES), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (INEI), se ha reportado que la prevalencia de anemia infantil en niños entre 6 y 36 meses de

edad se mantiene de manera estable desde el año 2011 con 40,1 %, en otras palabras, nos referimos que aproximadamente 700 mil niños menores de 3 años sufren anemia, y según la misma fuente, se ha notado un aumento en la prevalencia de anemia en 18 regiones de las 25 que tiene el país resaltando este problema entre el grupo infantil de 6 a 18 meses de edad, esto en las regiones de la selva y Lima metropolitana, en donde se llegan a reportar prevalencias de anemia entre 54% y 65%; mientras que en la región Ayacucho 45% de prevalencia de anemia; las provincias con los más altos niveles de anemia en bebés que no superan los tres años incluyen Vilcashuamán, Huanta, Cangallo, Huamanga y Huanca Sancos donde más de un tercio de la mitad de los niños atendidos en los centros de salud presenta anemia.

### **Objetivo general**

Determinar la relación entre los niveles de anemia con los marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de hierro sérico en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.
2. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de transferrina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.
3. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de receptores solubles de transferrina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.
4. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de hepcidina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.
5. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles del marcador bioquímico de eritropoyetina en niños atendidos en la micro red San José de secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Internacionales**

Barón et al., (2014). Realizaron un estudio descriptivo y de corte transversal en la ciudad de Valencia, estado de Carabobo, Venezuela, con niños menores de 4 años con el fin de identificar la deficiencia subclínica de hierro en este grupo etario. Para ello se utilizaron como parámetros la ferritina, RTfs y el índice de receptores solubles de transferrina-ferritina, en la cual participaron 541 niños. Los resultados mostraron que un 72,1% de los infantes presentaban reservas de hierro casi vacíos, y un 25,5% mostraron una eritropoyesis limitada por falta de hierro y un 27% presentó anemia. En conclusión, quedó evidenciada una alta prevalencia de deficiencia subclínica de hierro, con un porcentaje significativo de niños que presentan depósitos agotados de hierro en su nutrición.

Büyükkaragöz et al., (2017). Realizaron un estudio para evaluar la efectividad del receptor soluble de transferrina en la detección de la anemia ferropénica y en la evaluación del hierro en lactantes con desnutrición aguda moderada. Para ello, se seleccionaron lactantes donde niveles de hemoglobina estaban por debajo de los umbrales de anemia correspondientes a su edad. Los resultados revelaron que, además de los índices hematológicos indicativos de la anemia ferropénica, las concentraciones de hierro y saturación de transferrina eran considerablemente más altos en los lactantes con desnutrición aguda moderada y anemia en comparación con los grupos de control; el RTfs se mantuvo en niveles similares entre ambos grupos de lactantes con anemia, sin importar la presencia de desnutrición aguda moderada. Se concluyó que, tras la terapia médica con hierro, el RTfs disminuye respecto a lactantes con desnutrición aguda moderada y anemia, alcanzando valores comparables a los observados en el grupo control. Esto indica que el RTfs es una herramienta efectiva con el fin de identificar la

anemia por falta de hierro y analizar la efectividad a la terapia con hierro en bebés con desnutrición aguda de nivel moderada, asimismo, observaron una correlación negativa entre los receptores solubles de transferrina y concentraciones de hemoglobina.

Echeverría (2015). Llevó a cabo un trabajo descriptivo transversal, de enfoque observacional, con el propósito de evaluar los niveles del hierro, la ferritina y la hemoglobina para el diagnóstico de la anemia ferropénica en niños de 0 a 5 años que visiten el laboratorio "Dra. Cecilia Valverde", Machala. En los hallazgos reflejaron una cifra de 51,25% de menores tenían niveles de hierro sérico por debajo del valor de referencia, indicando una posible deficiencia de hierro en esta población de estudio. Además, al evaluar los indicadores bioquímicos, se encontró una cifra de 81,82% de menores mostraron anemia por falta de hierro, evidenciando una elevada prevalencia de esta condición en los niños en estudio. Finalmente, el autor concluye que la medición de hierro sérico es útil para identificar a los niños con deficiencia de hierro, lo que permite una detección temprana de la anemia ferropénica y la implementación de medidas adecuadas para mejorar el estado nutricional y prevenir complicaciones asociadas.

Bazante (2020). Ejecutó un estudio epidemiológico transversal con el objetivo de medir la frecuencia de insuficiencia de hierro en infantes con menos de 5 años habitantes de la ciudad de Imbabura, utilizando el RTfs -ferritina y la asociación con la condición alimenticia. Se evaluaron 109 niños, de los cuales el 42,2% eran varones y el 57,8% eran niñas. En cuanto al estado nutricional, se encontró que el 6,4% de niños presentaba desnutrición y el 0,9% sobrepeso. En relación a la suplementación de hierro, el 93,6% de los niños formaban parte de los programas constituidos por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, aunque solo el 42,1% confirmó seguir la suplementación. En conclusión, la prevalencia por deficiencia de hierro en estos está asociada a factores como el estado nutricional, la suplementación, la lactancia materna y la ascendencia étnica; resaltando la importancia de implementar estrategias efectivas para desarrollar la nutrición y evitar la anemia ferropénica y sus efectos en el desarrollo infantil.

Brito-Perea et al., (2017). Ejecutaron una investigación en estudiantes universitarias de la Universidad Autónoma de Baja California tuvo como objetivo de investigar los niveles de hepcidina en relación con distintos tipos de anemia vinculados al metabolismo del hierro. En el estudio participaron voluntariamente 127 mujeres de manera voluntaria, a quienes se les realizaron análisis

hematológicos convencionales y de perfil férrico para poder establecer diagnósticos diferenciales de anemia ferropénica, sideroblástica y asociada a enfermedades crónicas. Los mostraron una diferencia significativa en los niveles de hepcidina entre las estudiantes que padecen anemia hipocrómica y las que no, además de una correlación entre los niveles de hepcidina en anemias ferropénicas (disminuidos) y sideroblásticas (elevados). Estos hallazgos respaldan la importancia de la hepcidina como un marcador clave en la diferenciación diagnóstica de anemias vinculadas a la homeostasis férrica, proporcionando información valiosa para la detección precoz y el tratamiento apropiado de estas afecciones. Como conclusión, se subraya el papel esencial de la hepcidina como un marcador potencialmente útil en el abordaje clínico de las anemias relacionadas al metabolismo del hierro, ofreciendo nuevas perspectivas para su comprensión y tratamiento.

#### **2.1.2. Nacionales**

Paredes (2021). Realizó un estudio descriptivo, correlacional y analítico en la localidad de Puno, entre infantes desde los 6 hasta los 59 meses, para lograr evaluar la asociación entre los marcadores de la homeostasis del hierro, como hepcidina, ferritina, RTfs, eritropoyetina, interleucina-6 e interleucina-8 y los niveles de hemoglobina en esta población infantil de puno. Participaron 981 niños de un total de 40,162. Los resultados manifestaron una prevalencia de anemia del 70.4% en los niños de esta edad, y se observó que los biomarcadores del metabolismo de hierro presentaban valores normales. En conclusión, no se encontró una correlación relevante entre los marcadores de la homeostasis del hierro y los valores de hemoglobina.

Juan de Dios & Erazo (2021). Realizaron una investigación de revisión sistemática con un análisis cualitativo y diseño descriptivo, analizando artículos y revistas en bases de datos como PubMed, Elsevier, Scielo y Dialnet, con publicaciones comprendidas entre enero de 2000 y diciembre de 2020. Los resultados revelaron que la hepcidina es una proteína sintetizada en el órgano hepático, que tienen una función esencial en la regulación del metabolismo del hierro en el cuerpo. También se determinó que esta molécula puede ser excretada por los riñones tanto en niños como adultos. Se observó que niveles incrementados de hepcidina pueden provocar una sobrecarga de hierro, lo que puede llevar a toxicidad, mientras que niveles reducidos están asociados con trastornos sanguíneos como la anemia por ausencia de hierro e hipoxia. En conclusión, el estudio resalta la importancia de la

hepcidina en el control del hierro y la con la anemia infantil, y destaca su valor como un indicador clave en el monitoreo y control de la anemia.

Cabana (2020). Efectuó un estudio correlacional y explicativa en las zonas de Puno y San Román, en la localidad de Puno, centrado entre infantes de 6 a 59 meses de vida, con el objetivo de determinar la relación entre el consumo de hierro y los niveles de hemoglobina, así como analizar la condición alimentaria del hierro mediante marcadores del suero, incluyendo ferritina, RTfs, eritropoyetina, hepcidina, interleucina-6 e interleucina-8. Los resultados indicaron que el consumo de hierro en niños de estas provincias presentaba deficiencias, con un 25,5% de deficiencia de hierro y un 30,2% de deficiencia en vitamina C. No obstante, el 73,6% respecto a los infantes no presentaba un suministro insuficiente de hierro. Sin embargo, un 78% de los infantes mostraba valores de hemoglobina inferiores a 11 g/dL. Aunque se identificó una correlación entre el consumo del hierro y algunos marcadores séricos, esta fue baja. El estudio concluye señalando la alta prevalencia de deficiencia de hierro y vitamina C en niños de estas provincias, y la falta de una correlación muy relevante entre el suministro de hierro y marcadores séricos.

### **2.1.3. Locales**

Canales (2024). Realizó un estudio no experimental, relacional, transversal en menores anémicos entre 6 a 60 meses de vida, asistidos en el Centro de Salud de Quinua; Ayacucho, en 2023. Aplicó un muestreo no probabilístico y se midieron los niveles de anemia utilizando un hemoglobinómetro portátil, mientras que los indicadores bioquímicos (hierro sérico, transferrina, hepcidina, RTfs y eritropoyetina) fueron evaluados con métodos fotométricos y ELISA. Hallazgos finales obtenidos mediante las pruebas estadísticas Tau b y c de Kendall, mostraron una asociación tenue pero relevante entre valores de anemia y valores de hierro, transferrina, RTfs y eritropoyetina. No se halló correlación significativa con la hepcidina.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Anemia**

Se caracteriza por una reducción en el número total de eritrocitos en circulación o por una situación donde la cantidad no es suficiente para atender las necesidades fisiológicas de cuerpo. Si bien el diagnóstico más habitual se realiza mediante la medición de una baja concentración de hemoglobina o hematocrito inferior a lo normal, la anemia también se puede diagnosticarse a través del conteo

eritrocitario, el volumen corpuscular medio, el recuento de reticulocitos, el examen de frotis de sangre o la electroforesis de hemoglobina. En la práctica clínica, el método más común para evaluar la anemia es la concentración de hemoglobina, que se considera el principal indicador para su diagnóstico (Chaparro & Suchdev, 2019).

### 2.2.2. Tipos de anemia

Se puede clasificar en diferentes tipos, cada uno relacionado con distintos problemas que afectan a los glóbulos rojos. Esta condición puede surgir por varios motivos:

- **Anemia aplásica:** Se produce cuando hay fallos en la formación eritrocitaria.
- **Anemia megaloblástica:** Es el resultado de errores en el proceso de maduración de estas células.
- **Anemia ferropénica:** Ocurre a raíz de dificultades en la producción de hemoglobina, generalmente por falta de hierro.
- **Talasemia:** Se origina a partir de defectos genéticos que interfieren la maduración de la hemoglobina.
- Existen también **hemoglobinopatías**, como la anemia falciforme, donde la hemoglobina se sintetiza de forma anormal.

Por último, las anemias hemolíticas se producen por la destrucción excesiva de eritrocitos, lo que lleva a una pérdida significativa de estas células en el organismo. Cada tipo de anemia presenta características particulares que ayudan en su diagnóstico y tratamiento (Soundarya & Suganthi, 2016).

### 2.2.3. Niveles de anemia según la gravedad

- **Anemia leve:** No presentan síntomas evidentes, suelen estar asintomáticos. Sin embargo, una de las señales notables de esta condición es la reducción del apetito, lo que puede afectar de manera adversa la nutrición infantil. Por ello, se aconseja proporcionar suplementos de hierro. Se clasifica como anemia leve cuando el nivel de hemoglobina se sitúa entre de 10,0 – 10,9 g/dL a nivel del mar (Ministerio de salud, 2016a).
- **Anemia moderada:** Se evidencia una disminución tanto en las reservas como en los niveles de hierro en plasma. Los afectados presentan intolerancia a esfuerzos físicos intensos, acompañada de palpitaciones, pérdida de apetito y palidez. Los valores de hemoglobina en este estado se sitúan entre 7,0 – 9,9 g/dL (Ministerio de salud, 2016a).
- **Anemia severa:** La deficiencia de hierro afecta múltiples sistemas del cuerpo. Los síntomas incluyen mareos, dolores de cabeza, síncope, vértigo,

irritabilidad, problemas para dormir y dificultad para concentrarse. Además, puede haber crecimiento del corazón y aparición de soplos cardiacos. En esta etapa, los niveles de hemoglobina descienden menos de 7 g/dL a nivel del mar (Ministerio de salud, 2016).

#### **2.2.4. Diagnóstico**

En ámbito clínico, la identificación de la anemia es un proceso de cuatro pasos- Primero, se sospecha la clínica de la anemia y se confirma con un análisis de sangre que muestra una disminución en los niveles de hemoglobina, en segundo lugar, la anemia se puede clasificar en una etiología subyacente basándose en análisis de laboratorio adicionales, el tercer paso es hacer que coincida la etiología de la anemia con la presentación clínica, los síntomas y las comorbilidades del paciente, el paso final es confirmar la afección subyacente que provoca la anemia y tratarla para evitar su recurrencia o una disminución clínica (Schop et al., 2020).

#### **2.2.5. Anemia ferropénica**

Es causada por reducción en la cantidad total de hierro en el cuerpo que afecta la formación de glóbulos rojos, lo que provoca síntomas de anemia. Esto sucede cuando la ingesta, el almacenamiento y la pérdida de hierro en el organismo no son suficientes para mantener una adecuada producción de eritrocitos (Widiada, 2020).

Esta anemia representa la fase más avanzada de la deficiencia de hierro. Entre las pruebas de laboratorio más comunes para su diagnóstico se encuentran el hemograma, el conteo de reticulocitos, concentración de hierro sérico, la transferrina, los receptores solubles de transferrina, el índice de receptores solubles de transferrina /log de ferritina y la tinción de hierro de la médula ósea mediante la técnica de Pearl (Alvarado et al., 2022).

#### **2.2.6. Hemoglobina**

- **Concepto**

Se trata de una proteína de estructura esférica presente en los hematíes. Está compuesta por un grupo hemo que incluye hierro, el cual otorga el color rojo a los eritrocitos, y por una parte proteica denominada globina. (Ministerio de Salud (MINSA), 2017a; Ríos et al., s.f.) Por esta razón, la OMS sugiere medir los niveles de hemoglobina como método para evaluar la anemia causada por insuficiencia de hierro (Gonzales et al., 2018a)

- **Síntesis**

La producción de hemoglobina comienza en los eritroblastos y sigue cuando los glóbulos inmaduros salen a la médula ósea y entran al torrente sanguíneo. Este

proceso de formación de hemoglobina se prolonga durante varios días, por lo que su síntesis no está ligada a una estructura específica, sino a la capacidad inherente de los propios glóbulos rojos jóvenes (QuimiNet, 2012a).

- **Fisiología**

La hemoglobina desempeña un papel crucial en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono a través de la sangre. El oxígeno es captado en los pulmones, donde se une al grupo hemo de la hemoglobina, permitiendo su transporte a los tejidos del cuerpo. A su vez, la hemoglobina agrupa el dióxido de carbono y regresa nuevamente hacia tejidos pulmonares, creando así un ciclo que facilita el intercambio de transporte de oxígeno y dióxido de carbono. (Hemoglobin, 2020).

- **Importancia**

Es fundamental para el transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre, y su función depende del hierro, que es esencial para su producción. Si los niveles de hemoglobina son demasiados bajos, puede haber una carencia de oxígeno en las células del cuerpo, lo que puede provocar síntomas como disnea en los pacientes anémicos. Esto ocurre porque la insuficiente cantidad de hemoglobina impide que el oxígeno se fije adecuadamente en los glóbulos rojos y se transporte a los tejidos (QuimiNet, 2012b; Stanford Children's Health, 2021).

- **Métodos para la determinación de hemoglobina y hematocrito**

La evaluación de los niveles de hemoglobina es el examen clave para detectar la anemia. Los métodos directos utilizados incluyen la cianometahemoglobina mediante espectrofotometría y la azidametahemoglobina con un hemoglobinómetro. Además, se emplean diversos métodos en contadores hematológicos, como analizadores automatizados y semiautomatizados, para procesar hemogramas. En este caso, se aplicó el método de azidametahemoglobina (hemoglobinómetro) para el despistaje de anemia en los infantes (Ministerio de salud, 2016a)

- **Método de la azidametahemoglobina**

Consiste en una cuantificación óptica realizada en una microcubeta de pequeño volumen (10 µL) y con una corta trayectoria de luz. En esta microcubeta se depositan reactivos en las paredes de su cavidad, donde la muestra de sangre ingresa por capilaridad y se combina de manera espontánea. Dentro de esta cavidad, la membrana de los glóbulos rojos se desintegra gracias al desoxicolato de sodio, lo que permite la liberación de la hemoglobina (Brustein et al., 2013a).

### 2.2.7. Hierro sérico (HS)

- **Concepto**

El hierro sérico (HS), es un mineral fundamental que se sitúa ligado a la transferrina (Tf), que es su proteína transportadora. Este hierro está a disposición para ser integrado a la hemoglobina en los eritroblastos de la médula ósea. El HS va depender de la eficiente reutilización del mineral por los macrófagos desde los glóbulos rojos envejecidos y del hierro absorbido de los alimentos. Por lo tanto, un nivel de HS reducido no es un indicador diagnóstico definitivo de Deficiencia de Hierro (DH) por sí solo, lo que implica que se necesitan realizar otras pruebas (Forrellat, 2017a).

- **Síntesis**

Absorción del hierro: La concentración de hierro que el cuerpo puede asimilar esta influenciada por la proporción consumida, el contenido alimentario y el control en la asimilación a nivel de la mucosa intestinal. La biodisponibilidad varía según su forma química, ya sea hemo (hierro orgánico) o no-hemo (hierro inorgánico), y la interacción junto a diferentes elementos dietéticos. El hierro orgánico que proviene desde fuentes orgánicas o hemínicas, tiene la mejor disponibilidad, ya que se absorbe sin modificaciones y sin interacciones con otros nutrientes. Los productos de origen animal son las fuentes esenciales de hierro, aunque los productos lácteos contienen hierro, solo representan entre el 10 y el 20 % del hierro total de la dieta, a pesar de que su absorción es más eficiente. (Forrellat, 2017a).

El hierro no hemínico o inorgánico, es la más abundante en la alimentación, representando entre el 80 y el 90% del total del hierro. Sin embargo, su biodisponibilidad es menor, ya que su absorción puede verse afectada por otros elementos dietéticos, que incluyen los folatos, el calcio o la mucina.

La ingesta del hierro ocurre especialmente en la primera porción del intestino delgado, e ingresa al enterocito está mediado en gran parte por el conductor de metales divalentes 1 (DMT1) para el hierro hemínico y por la proteína transportadora de hemo 1 (HCP1) para el hierro hemo (Sermini et al., 2017).

Transporte del hierro: La proteína esencial encargada del transporte de hierro es la transferrina (Tf), que recoge el hierro necesario del lumen intestinal y de los lugares de descomposición de los glóbulos senescentes (sistema monocito-macrófago). (Sermini et al., 2017).

- **Fisiología**

Las funciones biológicas más importantes del hierro incluyen el traslado de  $O_2$  y  $CO_2$  a la sangre y a los conjuntos celulares, por ser un componente de la

hemoglobina. Además, el hierro almacena oxígeno en el músculo a través de la mioglobina y participa en la formación de enzimas que son esenciales para la respiración celular, como los citocromos (Sermini et al., 2017).

- **Importancia**

La nutrición y el hierro obtenidos del reciclaje de los eritrocitos deben ser suficientes para cubrir las necesidades del desarrollo de los glóbulos rojos. Si este equilibrio se rompe debido a una pérdida continua de hierro, los eritrocitos recién generados tendrán menos hemoglobina, lo que afectará su capacidad para realizar adecuadamente la oxigenación del organismo (Widiada, 2020).

- **Determinación de hierro sérico**

Existen diferentes técnicas para medir el hierro sérico, como el método colorimétrico y el fotométrico.

- **Método fotométrico (ferene)**

El ácido ascórbico separa completamente el hierro de la transferrina y lo convierte en  $\text{Fe}^{2+}$  (hierro ferroso). Este  $\text{Fe}^{2+}$  se combina con Ferene, formando un complejo cuya absorción a 595 nm crece en relación directa con la cantidad de hierro (Diasys, 2021).

### **2.2.8. Transferrina (TFR)**

- **Concepto**

Es la proteína específica responsable de transportar hierro en el suero de muchos organismos. Su rol principal es captar el hierro en los lugares de absorción como el duodeno, y llevarlo a las áreas del cuerpo donde se necesita (SaludOnNet, 2019).

- **Síntesis**

La transferrina se encarga de transportar el hierro que se ha absorbido en la alimentación hacia los sitios de reserva en el cuerpo. Esta proteína se produce principalmente en el hígado, aunque también se sintetiza en cantidades menores en el cerebro y otros tejidos. La gran parte del hierro transportado se destina a la médula ósea para formar parte de los glóbulos rojos, mientras el resto se conserva en los tejidos en forma de ferritina (SaludOnNet, 2019; Vivo labs, 2021a) .

- **Fisiología**

Desempeña un papel regulador ajustando el volumen de hierro circulante de acuerdo a las demandas del organismo. Su cantidad varían dependiendo de la función hepática y la dieta de cada persona. En condiciones normales, la transferrina tiene una saturación se encuentre al 30%, mientras que el 70% restante se mantiene en reserva. La prueba de transferrina evalúa la capacidad

del cuerpo para fijar y transportar el hierro, además de revelar el nivel de reservas de hierro. Se consideran niveles levemente cuando la saturación es menor al 15% y excesivamente bajos por debajo del 9% (SaludOnNet, 2019; Vivo labs, 2021a)

- **Importancia**

La transferrina se emplea en diversas pruebas para medir la concentración de hierro en la sangre y otros parámetros relacionados con este mineral. Se registran dos valores clave: el total de transferrina activa y disponible, y saturación de transferrina. Cuando los niveles de HS en el organismo son más altos de lo normal, la concentración de hierro en la sangre aumenta, mientras que la capacidad total de transporte de hierro (TIBC) disminuye. Además, la saturación de transferrina se eleva en casos de sobrecarga de hierro. Sin embargo, algunos pacientes pueden tener una saturación de transferrina alta sin presentar síntomas (SaludOnNet, 2019; Vivo labs, 2021a).

- **Determinación de transferrina**

Existen diversos métodos para la determinación de transferrina, tales como el método colorimétrico, inmunoturbidimetría y turbidimetría.

- **Método turbidimetría**

Los anticuerpos anti-TRF reaccionan con TRF que se encuentra en la muestra, formando compuestos insolubles. Esto provoca un cambio en la absorbancia que es proporcional a la concentración de TRF en la muestra, permitiendo su cuantificación a través de la comparación con un calibrador de TRF de concentración conocida (Spinreact, 2019).

### **2.2.9. Receptor soluble de transferrina (RTfs)**

- **Concepto**

Son glicoproteínas, constituida por dos subunidades idénticas unidas por un puente disulfuro. Se originan a partir de la proteólisis de la transferrina en un lugar particular de su dominio extracelular, dando lugar a dos monómeros cuya concentración se evalúa en suero o plasma. Su nivel puede aumentar en situaciones de baja disponibilidad de hierro, lo que nos convierte en una herramienta útil para la detección, evaluación y diagnóstico de anemia por falta de hierro (Labtestonline, 2021).

- **Síntesis**

Se origina de la proteólisis del RTf en un lugar particular del dominio extracelular. Hay una relación directa entre el número total de RTf y la concentración de RTfs circulante, lo que significa que la concentración de RTfs sirve como un indicador indirecto de la cantidad total de RTf (Almirón et al., 2018).

La transferrina se une al hierro, creando un complejo que se une a los receptores en la membrana celular, permitiendo el transporte de hierro al interior de las células. Luego, estos receptores se separan, entran al torrente sanguíneo y se convierten en receptores solubles de transferrina (sTfR) (Labtestonline, 2021).

- **Fisiología**

Regular la absorción de hierro (Fe) en circulación para la producción de Hemoglobina (Hb) según las necesidades intracelulares (Díaz de Domingo et al., 2021a). La cantidad de receptores de transferrina en la superficie celular está relacionada con el nivel de hierro interno. Cuando el hierro disminuye, las células generan más receptores, que luego se escinden y entran al torrente sanguíneo, aumentando los receptores solubles de transferrina (sTfR). Así, medir las cantidades de sTfR es un método para evaluar la disponibilidad de hierro en el organismo. En la deficiencia de hierro, el número de receptores de transferrina aumenta, actuando como un marcador temprano que ayuda a distinguir entre anemia ferropénica y anemia asociada a enfermedades crónicas. Además, el sTfR no se ve afectado en enfermedades agudas o crónicas al evaluar el estado del hierro celular (Labtestonline, 2021; Quintana & Salas, 2018)

- **Importancia**

Por ser un indicador del estado de hierro en los tejidos y puede ser útil para detectar una leve depleción de hierro y un incremento en la exigencia de hierro a nivel tisular, incluso en ausencia de deficiencia de hierro sistémica o anemia (Ramos et al., 2023).

- **Determinación de receptores solubles de transferrina: Método (ELISA)**

Los reactivos fundamentales para un ensayo inmunoenzimométrico contienen anticuerpos específicos y de elevada afinidad (enzimáticos e inmovilizados) que reconocen diferentes epítomos en cantidades excesivas, así como el antígeno nativo. En este protocolo, la inmovilización ocurre en la superficie de un pocillo de microplaca a través del intercambio entre la estreptavidina recubierta en el pocillo y el anticuerpo monoclonal anti-sTfR biotinilado que se añade externamente (Accubind, 2020).

#### **2.2.10. Hpcidina**

- **Concepto**

Hormona peptídica producida a nivel hepático que controla los procesos metabólicos férricos. Su nivel actúa a modo de indicador de la disponibilidad de hierro en el organismo (Concepción et al., 2014a; Gonzales et al., 2018b).

- **Síntesis**

La síntesis de hepcidina en los hepatocitos comienza tras la liberación de citoquinas en las sinusoides hepáticas, lo que puede ser activado por microorganismos y/o un alto nivel de transferrina. La hepcidina en la sangre hace que se reduzca la absorción de hierro en el duodeno y su desprendimiento por parte de los macrófagos. Además, su excreción urinaria aumenta en pacientes con sobrecarga de hierro, infecciones y enfermedades inflamatorias, correlacionándose con los niveles séricos de ferritina, que responden a los mismos estímulos patológicos: inflamación y la sobrecarga de hierro (Del Castillo & De Portugal, 2013).

- **Fisiología**

Cuando el organismo necesita más hierro, como el crecimiento y desarrollo, tiende a disminuirse la producción de hepcidina, lo que facilita el transporte de hierro a través de la ferroportina desde células del duodeno y los depósitos. Así, niveles bajos de hierro disminuyen la hepcidina, mientras que niveles altos la aumentan para prevenir el exceso de hierro, el cual puede resultar dañina para la salud (Gonzales et al., 2018b).

- **Importancia**

La hepcidina actúa como el regulador central del hierro en el sistema, y su producción disminuye con la deficiencia de hierro y el aumento de la actividad eritropoyética. En pacientes con Anemia por deficiencia de hierro (ADH) o anemias con alta actividad eritropoyética, se observan niveles muy bajos de hepcidina. A diferencia de la ferritina sérica (FS), las variaciones en los niveles de hepcidina son el motivo del desorden en el metabolismo del hierro. Cuando hay suficiente hierro en el organismo, los niveles de hepcidina facilitan la absorción de 1 mg de hierro diario, y el exceso no absorbido se elimina por las heces (Forrellat, 2017a).

- **Determinación de la hepcidina**

Hay varios métodos disponibles para medir la hepcidina, entre ellos la cromatografía líquida combinada con espectrometría de masas y el ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA).

- **Método de Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas (ELISA)**

El kit DRG Hepcidin 25 (bioactivo), se trata de una prueba en fase sólida basada en el principio de unión competitiva. Los pocillos están cubiertos con un anticuerpo monoclonal de ratón dirigido a un sitio antigénico de la hepcidina-25. La hepcidina-25 presente en la muestra del paciente compete con un conjugado de hepcidina-25-biotina por la unión al anticuerpo recubierto. Tras la incubación, se detiene la

reacción competitiva lavando la placa. Luego, la biotina unida se detecta mediante estreptavidina peroxidasa. Después de otro lavado, se añade un sustrato que genera color, cuya intensidad disminuye a medida que aumenta la concentración de hepcidina-25 en la muestra (DRG Instrumentos GmbH, 2021).

#### **2.2.11. Eritropoyetina (Epo)**

- **Concepto**

Hormona glicoproteica de 35 kD, determinada por un gen en el cromosoma 7 y producida por células peritubulares renales. Su secreción es estimulada principalmente por la hipoxia tisular. El uso de Epo como factor de crecimiento es altamente eficaz en el tratamiento de diversas formas de anemia, ya que actúa en varios niveles de la eritropoyesis y potencia la diferenciación de las células eritroides (Contreras & Pujol, 2017a).

- **Síntesis**

Se desconoce la verdadera síntesis de la Epo, sin embargo, se producen en varios lugares, 90 % en los riñones en las células intersticiales peritubulares y 10 % a nivel hepático y glándulas salivales. La síntesis de eritropoyetina (Epo) se ajusta según la disponibilidad del oxígeno: cuando hay más oxígeno, se produce menos Epo, y cuando hay menos, aumenta su producción. La Epo acopla a los receptores de las células madre que generan células sanguíneas CD34+, activando genes donde impulsan su proliferación y maduración en eritrocitos (De los Ríos et al., 2020).

- **Fisiología**

La eritropoyetina impulsa la eritropoyesis, promoviendo la supervivencia, multiplicación y especialización de las células precursoras eritroides, lo que optimiza la habilidad de la sangre para transportar oxígeno. Su producción está controlada por señales fisiológicas, del desarrollo y específicas de los tejidos (Brito C, 2016).

- **Importancia**

La determinación de la eritropoyetina en suero es valiosa para el diagnóstico de la eritrocitosis y su causa, así como para estudiar la anemia asociada a enfermedades crónicas. Además, es un complemento en la detección de anemias y policitemias. Utilizando eritropoyetina recombinante como tratamiento, el análisis de Epo facilita predecir y monitorear la respuesta al tratamiento en personas con anemia. Anemias como la aplásica, hemolítica y ferropénica elevan los niveles de Epo en respuesta a la disminución de oxígeno, para aumentar la producción de glóbulos rojos (De los Ríos et al., 2020). En conclusión, un aumento en la

hemoglobina reduce la producción de Epo, provocando niveles anormales en suero (Contreras & Pujol, 2017a).

- **Determinación de la eritropoyetina (ELISA)**

La inmunoanálisis para detectar eritropoyetina (EPO) es un método ELISA de dos sitios que mide la cadena activa de 165 aminoácidos de la EPO. Emplea dos anticuerpos monoclonales específicos para la EPO humana, uno biotinilado y otro marcado con peroxidasa de rábano [HRP]. En el ensayo, las muestras obtenidas de los pacientes, junto con calibradores y controles, se incuban con ambos anticuerpos en un pocillo de microplaca envuelto de estreptavidina. Tras la incubación y lavado, la enzima unida se incuba con tetrametilbencidina (TMB), y luego se detiene la reacción con una solución ácida, generando un color amarillo cuya intensidad es proporcional a la concentración de EPO. La cantidad de EPO en las muestras se establece a partir de una curva de dosis – respuesta creada con los calibradores (TECAN, 2021).

### **2.3. Bases teóricas**

#### **Anemia**

Disminución de la concentración de hemoglobina, el recuento de eritrocitos o del hematocrito en sangre periférica, por debajo del límite según el tiempo de vida, sexo y raza de la persona (Rosich & Mozo, 2021).

#### **Hemoglobina**

Proteína compleja compuesta por grupos hemo, contenido de hierro, y una porción proteica denominada globina (Rosich & Mozo, 2021).

#### **Hematocrito**

Proporción del volumen de la masa de eritrocitos con respecto al volumen total de sangre, expresada como un porcentaje (Rosich & Mozo, 2021).

#### **Eritropoyesis**

Proceso de producción de glóbulos rojos destinado a mantener una cantidad estable de eritrocitos en circulación, garantizando el suministro adecuado de oxígeno a los tejidos (Moraleta, 2017).

#### **Ferropenia**

Alteración en el metabolismo del hierro, independientemente de su causa, que provoca una deficiencia de este mineral e influye en todos los procesos metabólicos en los que está involucrado (Moraleta, 2017).

**Marcadores bioquímicos:** Son indicadores serológicos que ofrecen valores de referencia sobre las concentraciones de hierro en el plasma y en sus reservas, lo que permite determinar si hay una deficiencia absoluta o funcional de hierro. Estos

indicadores pueden emplearse como herramientas de detección y diagnóstico, evitando métodos invasivos (Sanchez, 2021a).

**Método de la azidametahemoglobina:** Se trata de una medición óptica realizada en una microcubeta de pequeño volumen (10 µL) con una trayectoria de luz corta. Se coloca una mezcla de reactivos en las paredes de microcubeta, donde la muestra hemática entra por capilaridad y se combina de forma espontánea. Dentro de esta cavidad, En esta cavidad, el desoxicolato de sodio desintegra la superficie de los eritrocitos, desprendiendo a la hemoglobina (Brustein et al., 2013a).

**Concentración de Hemoglobina:** Indica la cantidad de hemoglobina en un determinado volumen de sangre, y generalmente se expresa en gramos por decilitro (g/dl) o gramos por litro (g/l) (Ministerio de salud, 2016).

**Hierro sérico:** Mineral esencial que está a disposición para ser integrado en la hemoglobina de los eritroblastos en la médula ósea (Forrellat, 2017b).

**Transferrina:** Proteína que se ocupa de transportar hierro en el plasma de numerosos organismos, ya que recoge este mineral en los sitios de absorción del duodeno y lo transporta a los lugares de necesarios (Vivo labs, 2021b).

**Receptores solubles de transferrina:** Glicoproteína de transmembrana que presenta un solo puente disulfuro y se encuentra principalmente en la superficie de células eritroides, sin embargo, también está disponible en menores cantidades en otros tejidos (Díaz de Domingo et al., 2021b).

**Hepcidina:** Hormona unida a la ferroportina, una proteína responsable de la exportación de hierro y que se expresa en gran medida en los enterocitos y macrófagos, provocando su degradación. Por lo tanto, funciona como un marcador de la disponibilidad de hierro en el organismo (Concepción et al., 2014; “Rol de La Hepcidina: El Regulador Maestro Del Hierro,” s.f.)

**Eritropoyetina:** Hormona glicoproteica producida por las células peritubulares del riñón. La eritropoyetina es sumamente eficaz en el tratamiento de diversas formas de anemia (Contreras & Pujol, 2017b).

## **2.4. Marco legal**

La Norma técnica de salud N°134-MINSA/2017/DGIESP “Norma técnica de salud para el manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas”, fue aprobada mediante la Resolución Ministerial N°250-2017/MINSA. En el subnumeral 5.3, apartado 5.3.1, se establece que el tamizaje de hemoglobina o hematocrito para descartar anemia en niños se realiza a los 4 meses de edad (Ministerio de Salud, 2017b).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación política y geográfica**

La investigación se ejecutó en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, dicha micro red queda ubicada en la capital del distrito de Santillana, provincia de Huanta, en la región de Ayacucho entre las coordenadas 12°40'21"S 74°14'28"W, con una superficie de 902,1 km<sup>2</sup> aproximadamente y a una altitud de 3896 m.s.n.m. (Google earth, s/f).

#### **3.2. Población y muestra**

##### **3.2.1. Población**

Constituido por 58 niños con edades de 6 a 60 meses, con diagnóstico de anemia asistidos en la micro red San José de Secce, del distrito de Santillana, provincia de Huanta de la región Ayacucho; este dato fue adquirido a partir de los registros del padrón que maneja la micro red San José de Secce.

##### **3.2.2. Muestra y selección de muestra**

Al tener una población pequeña se optó por trabajar con la totalidad de los niños que forman la población de estudio con un total de 58 infantes en la muestra, que tienen entre 6 y 60 meses de edad. Esta decisión se toma a partir de las recomendaciones de Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, en cuanto a la determinación del número de muestras cuando se encuentran con poblaciones pequeñas.

#### **3.3. Técnica de muestreo**

El método de muestreo se llevó a cabo mediante un muestro no probabilístico por conveniencia, también conocido como muestreo intencionado. Este enfoque conlleva una selección fundamentada en las particularidades específicas del estudio, en lugar de seguir un criterio estadístico de generalización (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

### **3.4. Criterios de selección**

#### **3.4.1. Criterios de inclusión**

- Menores de edad entre 6 a 60 meses, atendidos en la micro red San José de Secce.
- Menores de edad anémicos entre de 6 a 60 meses, con valores inferiores a 11 g/dL.
- Menores de edad, entre 6 a 60 meses, que no recibieron ninguna intervención con sulfato ferroso, durante los últimos siete días.
- Menores con la aprobación de la autorización informada del padre/mamá o apoderados.

#### **3.4.2. Criterios de exclusión**

- Menores de edad entre 6 a 60 meses, que se encuentren con manejo de anemia.
- Menores de edad entre 6 a 60 meses, que se encuentren con otras enfermedades ajenas a la anemia.
- Menores sin la aprobación de la autorización informada.

### **3.5. Métodos y procedimientos para la recolección de datos**

#### **3.5.1. Actividades previas a la recolección de datos**

##### **Autorización**

Se gestionó permiso al director de la micro red San José de Secce para proceder con el desarrollo del estudio (ver anexo 6)

##### **Sensibilización**

Para la presente investigación se llevó a cabo una charla de concientización para padres de familia y apoderados, juntamente con el personal de la micro red San José de Secce dando a conocer la importancia y el objetivo del estudio y que la información obtenida seria manejada de manera confidencial.

#### **3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **Identificación del paciente**

- Se procedió a la identificación correcta del paciente a través del Documento Nacional de Identidad.
- Se tomaron en cuenta el nombre y apellidos completos, así como la talla, edad del paciente, finalmente el momento y fecha de la recolección de la muestra.

##### **Preparación del paciente**

- Antes de recolectar las muestras se consideró, que el menor acuda al establecimiento o se encuentre en su domicilio en ayunas.

- Además, se aseguró que el padre o apoderado del menor, firme el consentimiento informado.

#### **Extracción de sangre**

- Se rotularon los tubos de extracción de acuerdo a la identificación del niño.
- Se esterilizó el área de punción utilizando una torunda de algodón empapada en alcohol al 70%.
- Se aplicó la ligadura alrededor del brazo, aproximadamente a 4 dedos de distancia del sitio de punción.
- Se insertó la aguja con la punta inclinada hacia arriba entre 1 - 1,5 cm aproximado a lo largo de la vena.
- Una vez obtenida la cantidad suficiente de sangre se quitó la ligadura.
- Seguidamente se retiró la aguja de forma veloz y se depositó al contenedor de bioseguridad.
- Inmediatamente después se puso una bola de algodón seca en el área punzada, sujetándola con una tira de esparadrapo.
- Finalmente se homogenizó suavemente los tubos con sangre.

#### **Centrifugación y separación de suero**

- Las muestras fueron centrifugadas a 2500 rpm en el laboratorio del Centro de Salud para poder separar el suero de la sangre total.
- Seguidamente se procedió a rotular los crioviales con plumón indeleble según el nombre y código del niño.
- Se aspiraron 1,5 mL del suero para poder transferirlas en los crioviales correspondientes.

#### **Transporte de muestras**

- Los crioviales se dispusieron en un cooler con hielo para poder mantener la cadena de frío y así asegurar la calidad de las muestras.
- Finalmente, las muestras fueron trasladados hacia el laboratorio de Bioquímica de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

### **3.5.3. Determinación de hemoglobina**

**Técnica:** Método de la azidametahemoglobina

#### **Procedimiento**

En el desarrollo de esta técnica se toma en cuenta lo descrito en la guía técnica que fue desarrollado por el Instituto Nacional de Salud (INS, 2013), en los siguientes pasos:

- Se sujetó la mano del niño y se localizó la yema del dedo anular.
- Se procedió a desinfectar el sitio del pinchazo, con una torunda embebida con solución alcohólica al 70%.
- Se llevó a cabo la punción sobre el pulpejo del dedo con un piquete de retracción.
- Se aguardó a que el primer chorro de fluido sanguíneo se formara de manera espontánea.
- Se eliminó la primera gota de sangre utilizando una torunda limpia y seca.
- Se colectó con la microcubeta una gota de sangre.
- Después de retirar la microcubeta, se aplicó una bola de algodón libre de impurezas para detener el sangrado.
- Se puso la microcubeta en la portacubeta del Equipo Hemo Control de EKF Diagnostics para su respectiva lectura.
- Se cerró la portacubeta suavemente.
- Se esperó la lectura un aproximado de 15 a 60 segundos.
- Se anotó el resultado en la hoja de datos.
- Se llevaron a cabo los cálculos para ajustar los niveles de hemoglobina de acuerdo con la altitud correspondiente.

### **Ajuste de hemoglobina**

La hemoglobina medida fue la hemoglobina observada que fue disminuido por el factor de ajuste y se realizaron los siguientes cálculos:

$$\text{Ajuste por altura} = (-0,032) \times (\text{Alt}) + 0,022 \times (\text{Alt})^2$$

Saber que:

$$\text{Alt} = \left( \frac{\text{altitud en m. s. n. m.}}{1000} \right) \times 3,3$$

$$\text{Hb ajustada} = \text{Hb observada} - \text{ajuste por altura}$$

### **Rangos de referencia**

- Anemia leve: 10,0 – 10,9 g/dL
- Anemia moderada: 7,0 – 9,9 g/dL
- Anemia severa: < 7,0 g/dL

### **3.5.4. Determinación de hierro sérico**

**Técnica:** Método fotométrico

#### **Procedimiento**

El procedimiento de determinación de hierro sérico se realizó de acuerdo con lo descrito en el inserto del reactivo de la marca DiaSys Diagnostic Systems, (2023):

- Se vertió 100 µl de muestra sobre una celda.

- Se incorporó 1000 µl del Reactivo 1 (R<sub>1</sub>) y se mezclaron en el mezclador vortex durante 10 segundos.
- Se permitió que permaneciera a temperatura ambiente por cinco minutos.
- Se midió la absorbancia (A<sub>1</sub>) en el espectrofotómetro de marca Evolution™ 201 y 220 a longitud de onda de 595 nm.
- Por último, se incorporaron 250 µl del reactivo 2 (R<sub>2</sub>) y se volvió a mezclar en el mezclador vortex a lo largo de 5 segundos.
- Se permitió que la mezcla permaneciera a temperatura ambiente por 10 minutos, y luego se midió la absorbancia (A<sub>2</sub>) en el espectrofotómetro.
- Se anotó los datos en una ficha y se realizó los cálculos correspondientes.

#### **Cálculo de resultados**

- $\Delta A = (A_2 - 0,82 \times A_1) \text{ Muestra/Calibrador}$
- El factor 0,82 contrarresta la disminución de la extinción añadiendo el reactivo 2.
- El factor se determina de la siguiente manera:

$$\frac{\text{muestra} + R_1}{\text{volumen total}}$$

- La compensación es vital debido al mayor volumen del suero.
- Con el instrumento de calibración

$$\text{Hierro} = \Delta A \frac{\text{muestra}}{\Delta A \text{ cal.}} \times \text{conc. cal.}$$

#### **Rangos de referencia**

- Concentración de hierro alto: >150 µg /dL
- Concentración de hierro normal: 28 – 150 µg/dL
- Concentración de hierro bajo: < 28 µg /dL

#### **3.5.5. Determinación de transferrina**

**Técnica:** Método de turbidimetría

#### **Procedimiento**

El procedimiento de determinación de transferrina se realizó de acuerdo con lo descrito en el inserto del reactivo de la marca Spinreact, (2019):

- Se calentaron los materiales y el fotómetro a 37°C.
- Se acondicionó la prueba del espectrofotómetro Evolution™ 201 y 220 a una longitud de 340 nm, temperatura: 37°C y el paso de luz de la cubeta: 1 cm.
- Se calibró el espectrofotómetro a cero con agua destilada.
- Se transfirió con una pipeta 10 µl de muestra en una celda y en seguida 800 µl del reactivo 1 (R<sub>1</sub>).

- Se combinó en el mezclador vortex y la lectura de la absorbancia ( $A_1$ ) en el espectrofotómetro.
- En seguida, se pipeteó 200  $\mu$ l del reactivo 2 ( $R_2$ ) en la celda.
- Se combinó nuevamente en el mezclador vortex y, tras 2 minutos, se llevó al espectrofotómetro y la lectura de la absorbancia  $A_2$ .
- Se anotó los datos en una ficha y se realizó los cálculos correspondientes.

#### **Cálculo de los resultados**

- Se determinó la diferencia de absorbancias ( $A_2 - A_1$ ) obtenidas para los diversos calibradores.
- Se elaboró la curva de calibración usando los valores relacionados con las concentraciones de TRF en cada dilución del Calibrador.
- La cantidad de TRF en la muestra se calcula interpolando la diferencia ( $A_2 - A_1$ ) en la curva de calibración.

#### **Rangos de referencia**

- Concentración de TRF alto: > 360 mg/dL.
- Concentración de TRF normal: 200 - 360 mg/dL.
- Concentración de TRF bajo: < 200 mg/dL.

### **3.5.6. Determinación de los receptores solubles de transferrina**

**Técnica:** Método de enzimoanálisis de adsorción (ELISA)

#### **Procedimiento**

El procedimiento de determinación de receptores solubles de transferrina se realizó de acuerdo con lo descrito en el inserto del reactivo de la marca Monobind Inc, (2019):

- Se atemperaron los reactivos de marca Monobind.
- Primeramente, se elaboró el líquido de lavado diluyéndolo en 1000 ml de agua purificada en un envase para almacenar.
- Se rotularon los pocillos de las microplacas recubiertas de estreptavidina para cada muestra, así como para el calibrador y control.
- Se pipeteó 10  $\mu$ l del suero, calibrador y control en el pocillo asignado.
- Se incorporaron 100  $\mu$ l del reactivo biotina sTfR en todos los pocillos.
- Se mezcló con cuidado la microplaca en el equipo de marca: Awareness Technology Chromate 4300 Elisa Lector de Microplaca de 8 Canales, durante 20-30 segundos para que se mezclen los componentes.
- Se tapó la microplaca con papel aluminio y se dejó incubar a lo largo de 45 minutos a grado natural.

- Se vació la sustancia de la microplaca mediante sedimentación y luego secar con papel secante, solo con toques.
- Se añadió 350 µl del líquido de lavado, se sedimentó de inmediato y se golpeó sobre una superficie y se secó.
- Se realizó otra vez el procedimiento dos veces más, alcanzando hasta tres lavados.
- Se incorporó 100 µl de reactivo enzimático anti-sTfR en cada uno de los pocillos.
- Se tapó con papel aluminio e incubó a lo largo de 30 minutos a temperatura ambiente.
- Luego se eliminó la sustancia de la microplaca por sedimentación, y luego secar con papel secante, solo con toques.
- Se agregó 350 µl del líquido de lavado, se sedimentó, enseguida se golpeó sobre una superficie y se secó.
- Se repitió el procedimiento dos veces más, alcanzando hasta tres lavados.
- Se agregó 100 µl de solución de sustrato sobre los pocillos.
- Se dejó a incubación a un grado natural, por 15 minutos.
- Se agregó 50 µl del líquido de parada sobre los pocillos y se mezcló despacio en el equipo ELISA, durante 15 a 20 segundos.
- Para terminar, se leyó todas las absorbancias de cada pocillo en el equipo de ELISA a 450 nm.

#### **Cálculo de resultados**

- Se utilizó una curva dosis-respuesta para establecer la concentración de sTfR en las muestras.
- Se registró la absorbancia medida por lector de microplacas.
- Se trazó la absorbancia del suero de referencia frente a la concentración de sTfR correspondiente en nmol/L.
- Se unieron los puntos con una curva de ajuste óptimo.
- Se colocaron los promedios de absorbancia en el eje vertical del gráfico, se identificó el punto de intersección en la curva y se leyó la concentración (en nmol/L) en el eje horizontal.
- La absorbancia promedio de 0,978 en el paciente corresponde a una concentración de sTfR de 18,0 nmol/L en la curva dosis - respuesta.

#### **Rangos de referencia**

- Concentración de sTfR alto: > 28.10 nmol/L.

- Concentración de sTfR normal: 8.70 - 28.10 nmol/L.
- Concentración de sTfR bajo: < 8.70 nmol/L.

### **3.5.7. Determinación de hepcidina**

**Técnica:** ELISA

#### **Procedimiento**

El procedimiento de determinación de hepcidina se realizó de acuerdo con lo descrito en el inserto del reactivo de la marca (DRG Instrumentos GmbH, 2021).

- Se dejó que tanto los reactivos como las tiras necesarias hasta que lleguen a temperatura ambiente antes de ser utilizados.
- Para los estándares, se reconstituyeron los viales liofilizados con 0,5 ml de agua destilada, dejándolos reposar durante 10 minutos y mezclándolos varias veces antes de su uso.
- El contenido liofilizado del control se reconstituyó con 0,5 mL de agua destilada y se dejó reposando por 10 minutos y se mezcló muchas veces antes de utilizarlo.
- Para el líquido de lavado, se preparó mezclando 30 ml de la solución concentrada con 1170 ml de agua desionizada, logrando un volumen total de 1200 ml.
- Para la muestra se usó suero.
- Se fijó el contenido necesario de pocillos en el soporte.
- Se añadió 20 µl de cada estándar, Control y muestra en los pocillos correspondientes utilizando puntas nuevas.
- Se agregó 50 µl de la enzima conjugada sobre los pocillos.
- Luego se mezcló completamente a lo largo de 10 segundos utilizando el lector ELISA modelo Awareness Technology Chromate 4300.
- Se permitió la incubación a lo largo de 60 minutos a un grado natural.
- Se agitó vigorosamente la sustancia de los pocillos.
- Se lavó los pocillos manualmente cuatro veces con 300 µl del tampón de lavado.
- Se dio un golpe firme a los pocillos contra el papel secante para limpiar los chorros sobrantes.
- Se agregó 100 µl del complejo enzimático a los pocillos.
- A continuación, se movió completamente durante 10 segundos en el lector ELISA.
- Se permitió la incubación a lo largo de 30 minutos a un grado natural.

- Se agitó vigorosamente la sustancia de los pocillos.
- Se lavó los pocillos manualmente cuatro veces con 300 µl del líquido de lavado.
- Se dio un golpe firme a los pocillos contra el papel secante limpiar los chorros sobrantes.
- Se añadió 100 µl de solución sustrato a los pocillos.
- Se dejó incubar a lo largo de 20 minutos a un grado natural.
- Se paró la reacción enzimática al agregar 100 µl de solución de parada a cada pocillo.
- Se midió la absorbancia a  $450 \pm 10$  nm utilizando un lector ELISA, dentro de los 10 minutos posteriores a la adición del líquido de parada.

#### **Cálculo de los resultados**

- Se calcularon los promedios de absorbancia para los grupos de estándares, controles y muestras de pacientes.
- Se creó una curva estándar graficando la absorbancia media de cada estándar según su concentración, con absorbancia en el eje vertical y la concentración en el eje horizontal.
- Se empleó la absorbancia promedio de cada muestra para determinar la concentración respectiva utilizando la curva estándar.

#### **Rangos de referencia**

- Concentración de Hepcidina alto:  $> 81$  ng/ml.
- Concentración de Hepcidina normal:  $0,153$  ng/ml -  $81$  ng/ml.
- Concentración de Hepcidina bajo:  $< 0,153$  ng/ml.

#### **3.5.8. Determinación de eritropoyetina**

##### **Técnica: ELISA**

##### **Procedimiento**

El procedimiento de determinación de la eritropoyetina se realizó de acuerdo con lo descrito en el inserto del reactivo de la marca (TECAN, 2022):

- Para los calibradores: Se reconstituyó el Calibrador cero (Calibrador A) en 4 ml de agua destilada y se agitando. Los calibradores B al F y los controles 1 y 2 del kit se reconstituyeron con 2 ml de agua destilada a cada vial y se agitó para mezclar.
- Se dejó que los crioviales reposaran a lo largo de 10 minutos y se agitaron de manera uniforme.
- Los calibradores y controles se utilizaron lo antes posible después de haber sido reconstituidos.

- Para preparar la solución de lavado ELISA Reactivo A, se combinó el contenido del concentrado y se disolvió colocándolo en un baño María o en un horno a 37°C mientras se agita. Posteriormente, se añadió el concentrado de lavado (30 ml) a 570 ml de agua destilada y se mezcló bien.
- Se colocaron suficientes tiras de pocillos cubiertas de estreptavidina sobre un soporte para realizar los seis calibradores de Epo, desde el Calibrador A hasta el F, según la concentración indicada en las etiquetas de los viales, además de incluir los controles y las muestras.
- Se designó dos pocillos para que funcionen como “pocillos de blanco”.
- Se pipeteó 200 µl de los calibradores, controles y muestras, y se añadió al pocillo correspondiente.
- Se añadió 25 µl del Reactivo 1 (Anticuerpo biotinilado) en los pocillos que ya poseen los calibradores, los controles y las muestras.
- Se incorporó 25 µl del Reactivo 2 (Anticuerpo marcado con enzimas) en los mismos pocillos. Luego, se dio un ligero golpe a la microplaca contra un objeto sólido, para asegurar una mezcla adecuada de la muestra con los reactivos.
- Se cubrió la microplaca con una lámina de aluminio para protegerla de la luz y se colocó en un mezclador durante 2 horas.
- Se desechó por completo la sustancia y se lavó cada pocillo hasta 5 veces con la solución de lavado activa, elaborada con el Reactivo A.
- Se añadió 150 µL de reactivo B, sustrato de TMB en todos los pocillos, a excepción de los pocillos del blanco. Luego, se golpeó la microplaca, tal como se hizo en el paso anterior.
- Se cubrió las microplacas con una lámina de aluminio y se colocó en un agitador por 30 minutos a temperatura ambiente.
- Se añadió 100 µL de solución de parada en todos los pocillos, excepto en los pocillos del blanco y se golpeó la microplaca.
- Para realizar la lectura, se verificó que los dos pocillos de blanco, estuvieran llenos con 250 µL de agua purificada.
- Se empleó los pocillos de blanco para calibrar el lector de placas, de acuerdo con las indicaciones.
- Se midió la absorbancia de la solución en los pocillos durante los 10 minutos, utilizando un lector de microplacas a 450 nm y a 405 nm, también con agua destilada.

- Con los valores finales de absorbancia, se generaron dos curvas de calibración a 405 nm y 595 nm, empleando spline cúbica, logística de 4 parámetros o interpolación punto a punto para cuantificar la Epo.

#### **Cálculo de resultados**

- Se dibujó una línea recta entre puntos consecutivos, utilizando el método matemático conocido como "punto a punto".
- La concentración de la muestra se calculó ubicando la absorbancia en el eje Y y encontrando el valor correspondiente en el eje X.

#### **Rangos de referencia**

- Concentración de EPO alto: > 31,9 mIU/ml
- Concentración de EPO normal: 3,22 - 31,9 mIU/ml
- Concentración de EPO bajo: < 3,22 mIU/ml

#### **3.6. Tipo de investigación**

Básica – Correlacional: Se clasifica básica porque la investigación no aborda un problema de manera inmediata; más bien, proporciona una base teórica para otros tipos de estudios. Además, es correlacional, ya que su objetivo fue entender la relación o el grado de asociación entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico. Cada una de las variables se mide, se cuantifica y se analizan para establecer conexiones; estas correlaciones se fundamentan en hipótesis que se ponen a prueba (Arias & Covinos, 2021).

#### **3.7. Diseño de investigación**

No experimental - Transversal: Este estudio se caracterizó por haber analizado, evaluado y determinado el nivel o modalidad de una o varias variables en un contexto, evento, fenómeno o situación natural, sin haber alterado ninguna de estas condiciones. No hubo manipulación de las variables estudiadas, y todo esto se llevó a cabo en un momento específico o en un punto determinado en el tiempo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

#### **3.8. Análisis de datos**

Los resultados logrados se ingresaron en el programa estadístico IBM SPSS Statistics 27, donde se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se tomó en cuenta una distribución no paramétrica para una variable con un valor de  $p < 0.05$  y se diseñaron tablas. Finalmente, se utilizó Tau-b de Kendall con un nivel de significancia del 5%.

#### **IV. RESULTADOS**

**Tabla 1.** Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del hierro sérico en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.

|                          |        | Niveles de anemia |       |          |      |        |     |       | Tau-b de Kendall | P (valor) |
|--------------------------|--------|-------------------|-------|----------|------|--------|-----|-------|------------------|-----------|
|                          |        | Leve              |       | Moderada |      | Severa |     | Total |                  |           |
|                          |        | N                 | %     | N        | %    | N      | %   |       |                  |           |
| Niveles de hierro sérico | Alto   | 1                 | 100,0 | 0        | 0,0  | 0      | 0,0 | 1     | 0,302            | 0,005     |
|                          | Normal | 13                | 86,7  | 2        | 13,3 | 0      | 0,0 | 15    |                  |           |
|                          | Bajo   | 23                | 54,8  | 17       | 40,5 | 2      | 4,8 | 42    |                  |           |
| Total                    |        | 37                |       | 19       |      | 2      |     | 58    |                  |           |

**Tabla 2.** Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de transferrina en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.

|                         |        | Niveles de anemia |       |          |      |        |     |       |                  |           |
|-------------------------|--------|-------------------|-------|----------|------|--------|-----|-------|------------------|-----------|
|                         |        | Leve              |       | Moderada |      | Severa |     |       |                  |           |
|                         |        | N                 | %     | N        | %    | N      | %   | Total | Tau-b de Kendall | P (valor) |
| Niveles de transferrina | Alto   | 6                 | 46,2  | 6        | 46,2 | 1      | 7,7 | 13    | -0,251           | 0,039     |
|                         | Normal | 27                | 65,9  | 13       | 31,7 | 1      | 2,4 | 41    |                  |           |
|                         | Bajo   | 4                 | 100,0 | 0        | 0,0  | 0      | 0,0 | 4     |                  |           |
|                         | Total  | 37                |       | 19       |      | 2      |     | 58    |                  |           |

**Tabla 3.** Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de receptores solubles de transferrina en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.

|                                                |        | Niveles de anemia |       |          |       |        |     |       | Tau-b de Kendall | P (valor) |
|------------------------------------------------|--------|-------------------|-------|----------|-------|--------|-----|-------|------------------|-----------|
|                                                |        | Leve              |       | Moderada |       | Severa |     | Total |                  |           |
|                                                |        | N                 | %     | N        | %     | N      | %   |       |                  |           |
| Niveles de receptores solubles de transferrina | Alto   | 32                | 88,9  | 2        | 5,6   | 2      | 5,6 | 36    | -0,68            | 0,000     |
|                                                | Normal | 0                 | 0,0   | 17       | 100,0 | 0      | 0,0 | 17    |                  |           |
|                                                | Bajo   | 5                 | 100,0 | 0        | 0,0   | 0      | 0,0 | 5     |                  |           |
| Total                                          |        | 37                |       | 19       |       | 2      |     | 58    |                  |           |

**Tabla 4.** Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hepcidina en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.

|                      |        | Niveles de anemia |      |          |      |        |      | Tau-b de Kendall | P (valor) |       |
|----------------------|--------|-------------------|------|----------|------|--------|------|------------------|-----------|-------|
|                      |        | Leve              |      | Moderada |      | Severa |      |                  |           |       |
|                      |        | N                 | %    | N        | %    | N      | %    |                  |           | Total |
| Niveles de hepcidina | Alto   | 1                 | 25,0 | 2        | 50,0 | 1      | 25,0 | 4                | 0,286     | 1,839 |
|                      | Normal | 35                | 68,6 | 15       | 29,4 | 1      | 2,0  | 51               |           |       |
|                      | Bajo   | 1                 | 33,3 | 2        | 66,7 | 0      | 0,0  | 3                |           |       |
| Total                |        | 37                |      | 19       |      | 2      |      | 58               |           |       |

**Tabla 5.** Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de eritropoyetina en niños entre 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.

|                           |        | Niveles de anemia |      |          |      |        |     |       |        | Tau-b de Kendall | P (valor) |
|---------------------------|--------|-------------------|------|----------|------|--------|-----|-------|--------|------------------|-----------|
|                           |        | Leve              |      | Moderada |      | Severa |     | Total |        |                  |           |
|                           |        | N                 | %    | N        | %    | N      | %   |       |        |                  |           |
| Niveles de eritropoyetina | Alto   | 30                | 75,0 | 8        | 20,0 | 2      | 5,0 | 40    |        |                  |           |
|                           | Normal | 6                 | 37,5 | 10       | 62,5 | 0      | 0,0 | 16    | -0,299 | 0,021            |           |
|                           | Bajo   | 1                 | 50,0 | 1        | 50,0 | 0      | 0,0 | 2     |        |                  |           |
| Total                     |        | 37                |      | 19       |      | 2      |     | 58    |        |                  |           |

## V. DISCUSIÓN

En la tabla 1, se presenta la correlación entre los niveles de anemia y la concentración del hierro sérico en niños de 6 a 6 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce, ubicada en el distrito de Santillana, Ayacucho, 2023. Al aplicar la prueba Tau – b de Kendall para evaluar la hipótesis, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala una relación positiva (directa) media y significativa entre los niveles de anemia y la concentración de hierro sérico ( $t=0,302$   $p= 0,005$ ). Esto significa que cuando se observan niveles bajos de hemoglobina también se ven disminuidos los niveles de hierro sérico. Por ende, se logró demostrar la primera hipótesis específica. A la vez de los 58 niños estudiados, 37 presentaron anemia leve: 1 niño (100 %) con hierro sérico alto, 13 niños (86,7 %) con niveles normales de hierro sérico y 23 niños (54,8 %) con niveles bajos. En cuanto a los 19 niños con anemia moderada, ninguno (0 %) presentó hierro sérico alto, 2 niños (13,3 %) mostraron niveles normales y 17 niños (40,5 %) tuvieron niveles bajos. Finalmente, de los 2 niños con anemia severa, ninguno mostró hierro sérico alto o normal, pero los dos niños (4,8) presentaron niveles bajos de hierro sérico. Esta tabla muestra una clara correlación entre los niveles de anemia y la concentración de hierro sérico. Los infantes con anemia leve o moderada presentan niveles de hierro sérico normales o bajos, mientras que los niños con anemia severa presentan niveles de hierro sérico bajos. Estos hallazgos sugieren que la insuficiencia férrica es un factor importante de anemia en este grupo.

El hierro es un nutriente fundamental que casi todos los seres vivos necesitan. Sin embargo, cuando hay deficiencia de hierro, esto puede manifestarse como anemia, siendo los grupos más susceptibles, principalmente los niños. Esta vulnerabilidad se debe a diversas condiciones fisiológicas y patológicas, como cuando la absorción de hierro a través de la dieta es inferior a las pérdidas y

requerimientos básicos durante periodos de rápido crecimiento, como en el caso de infantes menores a cinco años. También influye el entorno social, económico, cultural, así como los estilos de vida, la organización y funcionamiento de los servicios de salud. La deficiencia de hierro reduce la inmunidad celular, lo que aumenta la vulnerabilidad a infecciones, especialmente en las vías respiratorias, y también afecta negativamente el rendimiento cognitivo de los niños pequeños (Martínez-Villegas & Baptista-González, 2019), también es crucial distinguir entre la anemia por deficiencia de hierro y la deficiencia de hierro sin anemia. La deficiencia de hierro sin anemia se caracteriza por falta de depósitos de hierro y de sideroblastos debido al agotamiento de los depósitos medulares. Sin embargo, la ferritina es el primer indicador que se ve afectado durante la ferropenia. Las consecuencias de la deficiencia de hierro incluyen retraso en la maduración, disfunción en el sistema inmune, desordenes en la termorregulación, metabolismo energético, desempeño físico y mental, entre otros (Accinelli et al., 2018). En algunos se llegan a determinar en el paciente presenta un déficit de hierro sin que este muestre algún cuadro de anemia concluyendo de que no existe una relación significativa entre la calidad nutricional del niño con la anemia por deficiencia de hierro (Aguirre et al., 2022)

En un estudio realizado en Venezuela por Barón et al., (2014), demostró que existe una elevada prevalencia de deficiencia subclínica de hierro por la presencia de anemia, y otro estudio similar por Echeverría, (2015), presentaban niveles de hierro sérico por debajo del valor de referencia; entonces cabe indicar la relevancia de la deficiencia de hierro.

En la tabla 2, se presenta la correlación entre los niveles de anemia y la concentración de transferrina en niños de 6 a 6 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce, ubicada en el distrito de Santillana, Ayacucho, 2023. Al aplicar la prueba Tau – b de Kendall para evaluar la hipótesis, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala una relación negativa (indirecta) baja y significativa entre los niveles de anemia y la concentración de transferrina ( $t = -0,251$   $p = 0,039$ ). Esto significa que cuando se observan niveles bajos de hemoglobina, los niveles de transferrina tienden a incrementarse. Por ende, se logró demostrar la segunda hipótesis específica. Del total de 58 niños estudiados, 37 tienen anemia leve: de estos 6 niños (46,2%) tienen niveles altos de transferrina, 27 niños (65,9 %) presentaron niveles normales, y 4 niños (100 %) tienen niveles bajos de transferrina. Además, hay 19

niños con anemia moderada; 6 de ellos (46,2 %) tienen transferrina alta, 13 niños (31,7 %) presentan niveles normales y ninguno (0 %) tiene niveles bajos. Finalmente, entre los 2 niños con anemia severa, 1 niño (7,7 %) muestra transferrina alta y otro (2,4 %) con un nivel normal, sin casos de transferrina baja. La transferrina es proteína primordial con capacidad de unión y transporte por toda la sangre y la concentración de esta depende de la función hepática del individuo, así como de su estado nutricional, tanto que en un estado inflamatorio del paciente (González de Villambrosia et al., 2012). El valor de la transferrina se eleva en casos de anemia por falta de hierro y se reduce en situaciones de carga excesiva de hierro y en procesos de inflamación crónica (Pérez et al., 2019). Los valores reducidos de saturación de transferrina están significativamente asociados con niños que padecen anemia microcítica hipocrómica, lo que demuestra que es una herramienta muy eficaz para identificar el origen ferropénico de la anemia (López, 2020). También cabe mencionar que otros estudios como el que realizó Paredes, (2021), dan sustento que ciertos biomarcadores, como la transferrina, no reflejan una relación significativa con los niveles de hemoglobina.

En la tabla 3, se presenta la correlación entre los niveles de anemia y la concentración de receptores solubles de transferrina en niños de 6 a 6 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce ubicada en el distrito de Santillana, Ayacucho, 2023. Al aplicar la prueba Tau – b de Kendall para evaluar la hipótesis, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala una relación negativa (indirecta) media y significativa entre los niveles de anemia y la concentración de receptores solubles de transferrina ( $t = -0,68$   $p = 0,000$ ). Esto significa que cuando se observa niveles bajos de hemoglobina, los niveles de receptores solubles de transferrina tienden a incrementarse. Por ende, se identificaron 37 con anemia leve: de logró demostrar la tercera hipótesis específica. A la vez del total de 58 niños, existen 37 niños con anemia leve de las cuales 32 niños (88,9 %) poseen niveles altos de receptores solubles de transferrina, mientras que ninguno (0 %) presenta niveles normales y 5 niños (100 %) poseen niveles bajos. Además, hay 19 niños con una anemia moderada, de los cuales 2 (5,6 %) tienen niveles altos de receptores, 17 (100 %) presentan niveles normales y ninguno (0 %) tiene niveles bajos. Finalmente, entre los 2 niños con anemia severa, ambos (100 %) muestran niveles altos de receptores solubles de transferrina, sin casos de niveles normales o bajos.

El papel principal de los receptores solubles de transferrina radica en la captación del hierro por las células, su relación con la proteína transportadora y su función como indicador indirecto del hierro accesible para la producción de glóbulos rojos. Esto los convierte en herramientas indispensables debido a su notable sensibilidad y precisión para la detección de insuficiencia férrica. El RTfs se encuentra en los reticulocitos y se libera de la membrana cuando el reticulocito se desarrolla. Es importante destacar que la falta de hierro se manifiesta por un incremento en el número de RTfs, lo que actúa como un indicador temprano de deficiencia de hierro y que permite diferenciar la anemia ferropriva de la anemia asociada a enfermedades crónicas. Además, posee la ventaja de no modificar su estado durante una enfermedad aguda o crónica, lo que facilita la evaluación del estado de hierro celular (Quintana & Salas, 2020). Por otra parte, también algunos autores como es el caso de Cabana, (2020), manifiestan que la ingesta de hierro se correlaciona muy bajamente con los receptores solubles de transferrina y Büyükkaragöz et al., (2017) evidencia que el RTfs es un recurso útil para la detección de la anemia por deficiencia de hierro y para analizar el resultado al tratamiento con hierro.

En la tabla 4, no presenta una correlación entre los niveles de anemia y la concentración de hepcidina en niños de 6 a 6 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce ubicada en el distrito de Santillana, Ayacucho, 2023. Al aplicar la prueba Tau – b de Kendall para evaluar la hipótesis, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, entonces no se evidencia una relación entre los niveles de anemia y la concentración de hepcidina ( $t = 0,286$   $p = 1,839$ ). Por ende, se logró demostrar la cuarta hipótesis específica. Del total de 58 niños estudiados, se encontró que 37 poseen anemia leve: de estos, 1 niño (25 %) poseen niveles altos de hepcidina, 35 (68,6 %) poseen niveles normales y 1 niño (33,3 %) posee niveles bajos. Además, hay 19 niños con anemia moderada; de ellos, 2 (50 %) muestran niveles altos de hepcidina, 15 (29,4 %) presentan niveles normales y 2 (66,7 %) presentan niveles bajos.

Según los resultados obtenidos, no se halló una relación estadísticamente relevante, lo que refleja que no hay correlación entre la concentración de anemia y la concentración de hepcidina en los niños atendidos la micro red San José de Secce. Estos hallazgos son muy similares a los de la investigación de Canales (2024), que también mostró que no había una asociación estadísticamente

significativa ( $p > 0.05$ ) entre los valores de anemia y hepcidina en el distrito de Quinua, Ayacucho.

El sistema fisiológico regula la producción de hepcidina en el hígado para facilitar el transporte de hierro mediante la ferroportina hacia las células entéricas en el duodeno o desde las reservas en el hígado y células reticuloendoteliales. Cuando hay suficiente hierro en el cuerpo, la concentración de hepcidina sérica aumenta para limitar la absorción intestinal y evitar la saturación excesiva de hierro, que puede ser perjudicial. Se ha observado que los infantes nacidos a pretérmino corren un mayor riesgo de deficiencia de hierro. Para mitigar este riesgo, los niveles de hepcidina disminuye a lo largo de los primeros 4 meses de existencia, para favorecer la absorción de hierro, lo que indica que la regulación de la homeostasis mediante hepcidina comienza muy temprano en la vida posnatal (Nucifora, 2017). Cuando la producción de hepcidina se mantiene irregularmente alta o baja, se generan modificaciones en el metabolismo del hierro, lo que puede llevar a anemias refractarias o a acumulaciones patológicas de hierro (Páez et al., 2014).

Por otro lado, un resultado diferente por Brito-Perea et al., (2017), se pudo observar que existe una diferencia significativa en los niveles de hepcidina entre las estudiantes con y sin anemia hipocrómica, estas evidencias respaldan el significado importante de la hepcidina como un marcador crucial en la identificación diferencial de anemias asociadas con la homeostasis férrica.

En la tabla 5, se presenta la correlación entre los niveles de anemia y la concentración de eritropoyetina en niños de 6 a 6 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce ubicada en el distrito de Santillana, Ayacucho, 2023. Al aplicar la prueba Tau – b de Kendall para evaluar la hipótesis, se rechaza la hipótesis nula por cual se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala una relación negativa (indirecta) baja y significativa entre los niveles de anemia y la concentración de eritropoyetina (Epo) ( $t = - 0,299$   $p = 0,021$ ). Esto significa que cuando se observan niveles bajos de hemoglobina, los niveles de eritropoyetina tienden a incrementarse. Por ende, se logró demostrar la quinta hipótesis específica. De los 58 niños estudiados, 37 presentan anemia leve, de los cuales 30 (75 %) poseen niveles altos de eritropoyetina, 6 (37,5 %) poseen niveles normales y 1 (50 %) poseen niveles bajos. Además, hay 19 niños con anemia moderada; entre ellos, 8 (20 %) presentan niveles altos de eritropoyetina, 10 (62,5 %) tienen niveles normales y 1 (50 %) tienen niveles bajos. Por último, 2 niños

padecen anemia severa, ambos con niveles altos de eritropoyetina mientras que ninguno presenta niveles normales o bajos.

La cuantificación de eritropoyetina en una muestra es sumamente valiosa a fin de detectar la eritrocitosis y determinar su causa. Se ha observado su relevancia en el estudio de anemia asociada a enfermedades crónicas, como el hipotiroidismo, que al existir un declive del metabolismo y de la exigencia del oxígeno reduce la síntesis de la Epo. También es valiosa en la anemia relacionada con diabetes mellitus, infecciones crónicas, enfermedades autoinmunes como la artritis reumatoide, sarcoidosis, vasculitis o lupus eritematoso sistémico, y en casos de infección por VIH. En la anemia por enfermedad renal crónica (ERC), los niveles de Epo suelen estar disminuidos, por ello, se sugiere su medición rutinaria para diferenciarla de la anemia de otras causas. Además, se encuentran valores elevados de Epo en anemias de etiología no relacionadas con Epo, como las anemias aplásicas, por insuficiencia de hierro, talasemias y megaloblásticas (de los Ríos-Morales et al., 2020).

Los niveles de eritropoyetina pueden ser útiles en anemias con hemoglobina <10 g/dL (por encima de esos niveles permanecen en rango normal), sobre todo en algunos casos de anemia inflamatoria para valorar la posible respuesta al tratamiento con eritropoyetina recombinante (Cervera, 2012).

## VI. CONCLUSIONES

1. Los niveles de anemia en niños de 6 a 60 meses atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023, se asocian con los marcadores bioquímicos, según la prueba Tau b – Kendall; excepto con los niveles de hepcidina.
2. Se encontró relación entre los niveles de anemia y el hierro sérico ( $t=0,302$   $p=0,005$ ). Además, el 54,8 % de los niños con anemia leve, de 6 a 60 meses atendidos de la micro red San José de Secce, Santillana, 2023, presentan niveles bajos de hierro sérico.
3. Se encontró relación entre los niveles de anemia y transferrina ( $t= -0,251$   $p=0,039$ ). Además, el 46,2 % de los niños con anemia leve, de 6 a 60 meses atendidos de la micro red San José de Secce, Santillana, 2023, presentan niveles altos de transferrina.
4. Se encontró relación entre los niveles de anemia y los receptores solubles de transferrina ( $t= -0,68$   $p= 0,000$ ). Además, el 88.9 % de los niños con anemia leve, de 6 a 60 meses de edad atendidos de la micro red San José de Secce, Santillana, 2023, presentaron niveles altos de receptores solubles de transferrina.
5. No se encontró relación entre los niveles de anemia y la hepcidina ( $t= 0.286$   $p= 0,05$ ). Además, el 68,6 % de los niños con anemia leve, de 6 a 60 meses de edad atendidos de la micro red San José de Secce, Santillana, 2023, mostraron niveles normales de hepcidina.
6. Se encontró relación entre los niveles de anemia y los de eritropoyetina ( $t= -0,299$   $p= 0,021$ ). Además, el 75,0 % de niños con anemia leve, de 6 a 60 meses de edad atendidos de la micro red San José de Secce, Santillana, 2023, presentaron niveles elevados de eritropoyetina.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Ejecutar estudios con el fin de determinar otros marcadores bioquímicos, como la ceruplasmina, ferroportina y otros relacionados con infantes anémicos con menos de 5 años.
2. Organizar más sesiones de concientización para padres de familia y personal de salud sobre la relevancia de este tipo de estudios, dado que se encontraron dificultades en la recolección de muestras.
3. Implementar métodos automatizados para el diagnóstico de anemia y valorar otros parámetros, como las constantes corpusculares en relación con los marcadores bioquímicos.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accinelli, R. A., González, G., Ruiz, W., Ulloa, V., Villena, J., Lazo, O., Gálvez, J., Marull, M., Vásquez, C., Alarcón-Yaqueto, D. E., Macarlupú, J. L., Villafuerte, F., López, L. M., & González, C. (2018). Informe sobre la situación de la anemia en el Perú. *Diagnóstico*, 57(3), 157–159.
- Aguirre, M. J., Baque, G. S., Castro, J. E., & Castro, A. D. (2022). Hábitos alimentarios, calidad nutricional y concentraciones de hierro sérico en escolares con y sin anemia. *Revista de investigación en salud*, 5(13), 201–213.
- Almirón, M. N., Luna, N. E., Oyhamburu, J. M., & Barrera, L. H. (2018). Determinación del receptor soluble de transferrina: su utilidad en el diagnóstico de anemias. *Hematología*, 22(2), 211–213.
- Alvarado, C. S., Yanac-Ávila, R., Marrón-Veria, E., Málaga-Zenteno, J., & Adamkiewicz, T. V. (2022). Avances en el diagnóstico y tratamiento de deficiencia de hierro y anemia ferropénica. *Anales de la Facultad de Medicina*, 83(1), 65–69.
- Arias, J. L., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL.
- Barón, M. A., Solano, L., Sánchez, A., & Velásquez, E. (2014). Deficiencia subclínica de hierro en niños menores de cuatro años de edad, ciudad de Valencia, Venezuela. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 48(1), 63–70.
- Bazante, S. pameela. (2020). *Prevalencia de anemia ferropénica subclínica en niños menores de 5 años residentes en la provincia de Imbura a partir del índice receptor soluble de transferrina/log ferritina y su relación con el estado nutricional en el período 2018-2019* [Tesis de pregrado]. Universidad Central del Ecuador.
- Brito, C. (2016). Regulación de la eritropoyesis. *Universidad de Chile*.
- Brito-Perea, M. C., Medina-Camacho, J. A., Moreno-Lozano, P., Landeros-Sánchez, B., & Hurtado-Ayala, L. A. (2017). La hepcidina como marcador de diagnóstico diferencial de anemias asociadas al metabolismo del hierro. *Revista Cubana de hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 36, 1–7.
- Brustein, Z., Belleza, R., Cárdenas, D., Fuentes, F., Huamán, L., Salaverry, O., Vergara, D., & Vigil, L. (2013a). *Procedimiento para la determinación de hemoglobina mediante hemoglobímetro portátil*. Jordan, T.
- Büyükkaragöz, B., Akgun, N. A., Bulus, A. D., Durmus, S., & Bal, C. (2017). ¿Puede usarse el receptor soluble de transferrina para diagnosticar anemia ferropénica y evaluar la respuesta al hierro en lactantes con desnutrición aguda moderada? *Archivos Argentinos de pediatría*, 115(2), 125–132.
- Cabana, E. (2020). *Ingesta, biodisponibilidad de hierro y su relación con los niveles de hemoglobina y estado nutricional del hierro en niños de 6 a 59 meses. provincias de Puno y San Román. 2018* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17960>
- Canales, G. T. (2024). *Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, distrito de Quinua; Ayacucho 2023*

- [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6306>
- Ceriani, F., Thumé, E., & Nedel, F. (2022). Determinación social en la ocurrencia de anemia ferropénica en niños: una revisión sistemática. *Revista Uruguaya de Enfermería*, 17(1), 1–20.
- Cervera Bravo, Á. (2012). Anemia de la inflamación/infección. *Anales de Pediatría Continuada*, 10(5), 273–281.
- Chaparro, C. M., & Suchdev, P. S. (2019). Anemia epidemiology, pathophysiology, and etiology in low- and middle-income countries. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1450(1), 15–31.
- Concepción, M., Cioccia, A., & Hevia, P. (2014a). Papel de la hepcidina y la ferroportina en la regulación hormonal de la homeostasis del hierro. (Revisión). *Academia Biomédica Digital*, 59, 1–21.
- Contreras, E., & Pujol, M. (2017a). *Uso de la eritropoyetina*.
- Cutiño-Mirabal, L., Valido-Valdes, D., & Valdes-Sojo, C. (2023). Factores de riesgo de la anemia por déficit de hierro en el paciente pediátrico. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 27(2023).
- De los Ríos-Morales, L. A., Guevara-Arismendy, N. M., Vizcaíno-Carruyo, J. C., & Toro-Montoya, A. I. (2020). Eritropoyetina (EPO). *ABC del laboratorio*, 24(4).
- Del Castillo, A., & De Portugal, J. (2013). Hepcidina, una nueva proteína en la homeostasis del hierro. *Anales de Medicina Interna*, 20(12), 605–606.  
<https://doi.org/10.4321/s0212-71992003001200001>
- Diasys. (2021b). *Hierro FS* (D. D. S. GmbH, Ed.).
- DiaSys Diagnostic Systems. (2023). *Hierro FS*.
- Díaz de Domingo, N. B., Lardo, M. M., Gasparini, S., Grinspon, D., Cantenys, N., Carbia, C. D., Merelli, A., & Sanchez, J. C. (2021a). Receptor soluble de transferrina y eritropoyetina en la anemia de los procesos crónicos con y sin deficiencia de hierro. *Medicina*, 61(51).
- DRG Instrumentos GmbH. (2021a). *Hepcidin 25 (bioactive) HS ELISA*. <https://drg-international.com/shop/hepcidin-25-bioactive-hs-elisa/>
- Echeverría, I. E. (2015). *Determinación de hierro, ferritina y hemoglobina para el diagnóstico de anemia ferropénica en niños de 0 a 5 años que acuden al laboratorio "Dra. Cecilia Valverde" Machala 2014* [Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil].  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11488>
- Empendium. (s/f). *Receptor soluble de transferrina*. Recuperado el 27 de abril de 2024, de  
<https://empendium.com/manualmibe/tratado/chapter/B76.VI.C.2.3.4>.
- Forrellat, M. (2017a). Diagnóstico de la deficiencia de hierro: aspectos esenciales. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 33(2).
- Gonzales, G., Olavegoya, P., Vásquez, C., & Alarcón, D. (2018a). Uso de hemoglobina (Hb) para definir anemia por deficiencia de Hierro (IDA). *Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal*, 7(1), 37–54.
- González de Villambrosia, S., Núñez, J., González Mesones, B., & Insunza, A. (2012). Trastornos del metabolismo del hierro y anemia ferropénica. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 11(20), 1202–1211.

- Google earth. (s/f-a). [Mapa de la capital del distrito de Santillana]. Recuperado el 8 de mayo de 2024, de <https://qrcd.org/5CfL>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill.
- INS. (2013). *Procedimiento para la determinación de la hemoglobina mediante hemoglobínómetro portátil*. Biblioteca Nacional del Perú.
- Juan de Dios, M. K., & Erazo, J. M. (2021). *Relación de la hepcidina y los niveles de hierro en niños con anemia: una revisión sistemática* [Tesis de título profesional, Universidad María Auxiliadora]. <https://hdl.handle.net/20.500.12970/527>
- Kumar, A., Sharma, E., Marley, A., Samaan, M. A., & Brookes, M. J. (2022). Iron deficiency anaemia: pathophysiology, assessment, practical management. *BMJ Open Gastroenterology*, 9(1), e000759.
- Labtestonline. (2021). *Receptor soluble de transferrina*. Sociedad Española de Medicina de Laboratorio. <https://www.labtestsonline.es/tests/receptor-soluble-de-transferrina>
- López, A. P. (2020). *Determinación de ferritina, transferrina y cianocobalamina en niños de seis meses a cinco años de edad den Centro de Salud Quero, provincia de Tungurahua, y su asociación con anemias de origen carencial* [Tesis de título profesional]. Universidad Técnica de Ambato.
- Martínez-Villegas, O., & Baptista-González, H. A. (2019). Anemia por deficiencia de hierro en niños: un problema de salud nacional. *Revista de Hematología México*, 20(2), 96–105.
- Ministerio de salud. (2016). *Guía Técnica: Guía de práctica para el diagnóstico y tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro en niñas, niños y adolescentes en establecimientos de salud del primer nivel de atención* (Ministerio de Salud Dirección General de Intervenciones Estratégicas en Salud Pública, Ed.). Kartegraf s.r.l.
- Ministerio de Salud. (2017). *Norma técnica de salud para el manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y púerperas*. Biblioteca Nacional el Perú.
- Monobind Inc. (2019). *Receptor de transferrina soluble (sTFR)*.
- Moraleda, J. M. (2017). *Pregrado de hematología* (5ª edición). Luzán 5 S.A.
- Nucifora, E. M. (2017). Hpcidina: la llave del metabolismo del hierro. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 51(3), 375–378.
- Observatorio: "Medicina, S. Y. S. del C. M. del P. (2023). *La anemia infantil en el Perú: situación y retos, una nueva perspectiva*. Impresión Arte Perú SAC.
- Páez, M. C., Cioccia, A. M., & Hevia, P. (2014). Papel de la hepcidina y la ferroportina en la regulación hormonal de la homeostasis del hierro. *Academia Biomédica Digital*, 59.
- Paredes, W. (2021). Biomarcadores del metabolismo del hierro y desarrollo psicomotor en niños de 6 a 59 meses de edad. *Revista de Investigaciones de la Escuela de Posgrado-UNA*, 10(1), 1–14.
- Pérez, D., Gella, A., Cruz, E., Hermoso, S., Urrechaga, E., Alcaide, M. J., & Merino, A. (2019). Estudio de la ferropenia en el laboratorio clínico. *Revista del Laboratorio Clínico*, 12(4), e34–e53.

- Quintana, E. M., & Salas, M. del pilar. (2020). Receptores solubles de transferrina como mejor indicador bioquímico para definir deficiencia de hierro. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 44(3), 311–316.
- Ramos, R., Jiménez, S., Ras, M. del M., José, N., Corbella, M., Calero, E., Alcoberro, L., Hidalgo, E., Enjuanes, C., Yun, S., Ruiz, M., Garay, A., Moliner, P., & Comín, J. (2023). Receptor soluble de transferrina como marcador de deficiencia de hierro tisular: impacto en biomarcadores cardíacos, sistémicos, hematínicos y neurohormonales en pacientes con insuficiencia cardíaca sin deficiencia de hierro sistémica. *Revista Española de Cardiología*, 76(83).
- Ríos, C., Izquierdo, J., Sánchez, M., & Zuñiga, C. (s/f). *Hemoglobina*. Recuperado el 2 de septiembre de 2022, de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icsa/n2/m2.html>
- Rol de la hepcidina: El regulador maestro del hierro. (s/f). *Seccion especial*.
- Rosich, B., & Mozo, Y. (2021). Anemias. Clasificación y diagnóstico. *Pediatría Integral*, 25(5), 214–221.
- Sala, M. C., & Díaz, L. A. (2017). Nuevos marcadores bioquímicos para el estudio de pacientes con anemia. *Hematología*, 21, 126–136.
- SaludOnNet. (2019). *Qué es la saturación de transferrina y qué significa tenerla alta o baja*. <https://www.saludonnet.com/blog/que-es-la-saturacion-de-transferrina-y-que-significa-tenerla-alta-o-baja/>
- Sanchez, J. (2021). *Marcadores bioquímicos asociados a ferremia gestacional en la ciudad del Cusco, 2019*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Schop, A., Stouten, K., Riedl, J. A., van Houten, R. J., Leening, M. J. G., van Rosmalen, J., Bindels, P. J. E., & Levin, M.-D. (2020). A new diagnostic work-up for defining anemia etiologies: a cohort study in patients  $\geq 50$  years in general practices. *BMC Family Practice*, 21(1), 167.
- Semini, C. G., Acevedo, M. J., & Arredondo, M. (2017). Biomarcadores del metabolismo y nutrición de hierro. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 34(4), 690–698.
- Soundarya, N., & Suganthi, P. (2016). A review on anaemia.Types, causes, Symrtoms and their treatments. *Journal of science and technology investigation*, 1(1), 10–17.
- Spinreact. (2019). *Quantitative determination of transferrin (TRF)*.
- TECAN. (2021). *Análisis cuantitativo específico para la determinación de eritropoyetina (EPO) en suero humano*. <https://docplayer.es/224382571-Erythropoietin-elisa-nm-instrucciones-de-uso-analisis-cuantitativo-especifico-para-la-determinacion-de-eritropoyetina-epo-en-suero-humano.html>
- Torres, K. (2015). *Utilidad de ferritina, hierro serico y hemoglobina como ayuda dignostica de anemia ferropénica en adolescentes mujeres*. [tesis de pregrado], Universidad Nacional de Loja.
- Vivo labs. (2021a). *Transferrina*. <https://vivolabs.es/transferrina/#:~:text=La saturación de la transferrina,total de la capacidad disponible.>
- Widiada, P. A. (2020). Iron-deficiency anemia: a review of diagnosis and management. *Intisari Sains Medis*, 11(1), 92–96.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Prueba de normalidad de las variables

|                                        | Prueba de normalidad            |      |       |              |      |       |
|----------------------------------------|---------------------------------|------|-------|--------------|------|-------|
|                                        | Kolmogórov-Smirnov <sup>a</sup> |      |       | Shapiro-Wilk |      |       |
|                                        | Estadístico                     | g.l. | Sig.  | Estadístico  | g.l. | Sig.  |
| Hemoglobina                            | 0,237                           | 58   | 0,000 | 0,820        | 58   | 0,000 |
| Hierro sérico                          | 0,284                           | 58   | 0,000 | 0,567        | 58   | 0,000 |
| Transferrina                           | 0,115                           | 58   | 0,054 | 0,973        | 58   | 0,233 |
| Receptores solubles<br>de transferrina | 0,129                           | 58   | 0,018 | 0,935        | 58   | 0,004 |
| Eritropoyetina                         | 0,118                           | 58   | 0,042 | 0,939        | 58   | 0,006 |
| Hepcidina                              | 0,228                           | 58   | 0,000 | 0,748        | 58   | 0,000 |

## **Anexo 2. Consentimiento informado**



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**

### **Documento de consentimiento informado**

#### **Título del proyecto**

“Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.”

#### **Responsable de investigación**

La investigación es llevada a cabo por el bachiller Marleni Lapa Miguel, de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con el objetivo de obtener el título profesional de Biología.

#### **Introducción**

El presente estudio tiene como finalidad determinar la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023. Con el objetivo de mejorar los métodos de prevención y tratamiento adecuados para reducir las altas tasas de anemia en niños en la región de Ayacucho.

#### **Participación**

Este documento de consentimiento informado está dirigido a los padres o tutores de los niños que participan en investigación, con edades entre 6 a 60 meses, atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana. Se les invita a participar en el estudio titulado “Niveles de anemia y marcadores bioquímicos”

#### **Procedimientos**

Se llevará a cabo la extracción de sangre mediante venopunción en tubo de tapa roja 5 ml; lo cual se tomará en un tiempo menor a 5 minutos. Se anotarán todos los datos del menor en un registro.

#### **Riesgos**

No existirá ningún riesgo.

#### **Beneficios**

La ventaja de participar en el estudio radica en obtener información actualizada y relevante sobre la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos, lo que contribuirá a mejorar su desarrollo físico y neurológico, así como su calidad de vida.

#### **Alternativas**

La colaboración en la investigación es completamente voluntaria, lo que significa que cada apoderado del niño tiene la libertad de decidir si desea participar o no. Si se opta por no autorizar la participación, esto no conllevará ningún problema legal ni afectará los beneficios a los que se tiene derecho.

**Compensación**

No se proporcionará ninguna compensación por participar, ni por parte de la investigadora ni del centro de salud. Durante el estudio y tras un periodo de tres meses, los interesados podrán solicitar información sobre los resultados en el centro de salud de la micro red San José de Secce, Santillana.

**Confidencialidad**

Los resultados obtenidos se mantendrán en estricta confidencial, respetando principios éticos como el respeto, la justicia, la responsabilidad, la honestidad y la libertad. Toda la información relacionada con los resultados se archivará de manera codificada y numérica, garantizando que no se compartirá con terceros, salvo con la micro red San José de Secce, Santillana.

**Problemas o preguntas**

Para cualquier consulta, escribir al correo electrónico: marlenilapamiguel @gmail.com o comunicarse al celular 987987181.

**Consentimiento/ participación voluntaria**

Consiento de manera voluntaria que mi hijo (a) participe en la investigación y reconozco que tengo el derecho de retirarlo en cualquier momento del estudio.

Nombre y firma del padre/madre o tutor legal

Nombre: .....

Firma: .....

DNI: .....

Fecha: ...../...../.....

**Anexo 3.** Ficha de resultado de la valoración de los niveles de anemia en los niños de 6 a 60 meses atendidos en la micro red San José de Secce de Santillana entre los meses de febrero a abril. Ayacucho, 2023.

| REGISTRO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y DOSAJE DE HEMOGLOBINA |      |      |       |             |      |                 | DISTRITO DE SANTILLANA |
|-------------------------------------------------------------|------|------|-------|-------------|------|-----------------|------------------------|
| Código                                                      | Sexo | Edad | Talla | Hemoglobina |      | Nivel de anemia | Centro poblado         |
|                                                             |      |      |       | Obs.        | Ajs. |                 |                        |
| 1                                                           |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 2                                                           |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 3                                                           |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 4                                                           |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 5                                                           |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 6                                                           |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 7                                                           |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 8                                                           |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 9                                                           |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 10                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 11                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 12                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 13                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 14                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 15                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 16                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 17                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 18                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 19                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 20                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 21                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 22                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 23                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 24                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 25                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 26                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 27                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 28                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 29                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |
| 30                                                          |      |      |       |             |      |                 |                        |

**Anexo 4.** Ficha de resultado de los marcadores bioquímicos en los niños de 6 a 60 meses de edad atendidos en la micro red San José de Secce de Santillana entre los meses de febrero a abril. Ayacucho, 2023.

| NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE LOS MARCADORES BIOQUÍMICOS |                       |                                              |                      |                    |                         | DISTRITO DE SANTILLANA |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| Código                                                 | Hierro sérico (µg/dL) | Receptores solubles de transferrina (nmol/L) | Transferrina (mg/dL) | Hepcidina (ng /mL) | Eritropoyetina (mIU/mL) | Centro Poblado         |
| 1                                                      |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 2                                                      |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 3                                                      |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 4                                                      |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 5                                                      |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 6                                                      |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 7                                                      |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 8                                                      |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 9                                                      |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 10                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 11                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 12                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 13                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 14                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 15                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 16                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 17                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 18                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 19                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 20                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 21                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 22                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 23                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 24                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 25                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 26                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 27                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 28                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 29                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |
| 30                                                     |                       |                                              |                      |                    |                         |                        |

**Anexo 5.** Base de datos de la investigación de los niveles de anemia y los niveles de marcadores bioquímicos en los niños de 6 a 60 meses de edad en la micro red San José de Secce de Santillana entre los meses de febrero a abril. Ayacucho, 2023.

Base de datos para la variable 1: niveles de anemia

| REGISTRO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y DOSAJE DE HEMOGLOBINA |      |            |            |             |       |                 | DISTRITO DE SANTILLANA |
|-------------------------------------------------------------|------|------------|------------|-------------|-------|-----------------|------------------------|
| Código                                                      | Sexo | Edad (Mes) | Talla (cm) | Hemoglobina |       | Nivel de anemia | Centro poblado         |
|                                                             |      |            |            | Obs.        | Ajs.  |                 |                        |
| 1                                                           | F    | 44         | 105,1      | 9           | 8,10  | MODERADO        | MARCCARI               |
| 2                                                           | F    | 7          | 103,9      | 9           | 8,10  | MODERADO        | MARCCARI               |
| 3                                                           | M    | 12         | 86,1       | 12,6        | 10,40 | LEVE            | LAUPAY                 |
| 4                                                           | M    | 12         | 110        | 8,6         | 6,20  | SEVERA          | KULLUPUQUIO            |
| 5                                                           | M    | 60         | 72         | 13          | 10,10 | LEVE            | MARCCARE               |
| 6                                                           | M    | 12         | 92,5       | 12,6        | 9,40  | MODERADO        | ARANHUAY               |
| 7                                                           | M    | 36         | 98         | 12,1        | 9,70  | MODERADO        | KULLUPUQUIO            |
| 8                                                           | M    | 12         | 72,4       | 11,5        | 9,10  | MODERADO        | KULLUPUQUIO            |
| 9                                                           | M    | 21         | 73,3       | 12,9        | 9,80  | MODERADO        | LAUPAY                 |
| 10                                                          | F    | 12         | 100,2      | 12,9        | 9,80  | MODERADO        | LAUPAY                 |
| 11                                                          | M    | 36         | 74,5       | 10,9        | 7,70  | MODERADO        | ARANHUAY               |
| 12                                                          | M    | 20         | 92,3       | 12,2        | 9,10  | MODERADO        | CCANOBAMBA             |
| 13                                                          | F    | 13         | 93,9       | 12,7        | 9,50  | MODERADO        | ARANHUAY               |
| 14                                                          | M    | 27         | 100,2      | 10,8        | 7,60  | MODERADO        | ARANHUAY               |
| 15                                                          | M    | 15         | 101,3      | 12,6        | 9,40  | MODERADO        | ARANHUAY               |
| 16                                                          | F    | 24         | 93,2       | 11,5        | 8,30  | MODERADO        | ARANHUAY               |
| 17                                                          | M    | 16         | 90,5       | 10,5        | 8,30  | MODERADO        | SAN JOSÉ               |
| 18                                                          | F    | 42         | 93,2       | 10,8        | 8,60  | MODERADO        | SAN JOSÉ               |
| 19                                                          | M    | 34         | 104,8      | 12,2        | 9,00  | MODERADO        | ARANHUAY               |
| 20                                                          | F    | 12         | 94,1       | 12,3        | 9,10  | MODERADO        | ARANHUAY               |
| 21                                                          | M    | 8          | 97,6       | 12,3        | 9,20  | MODERADO        | LAUPAY                 |
| 22                                                          | M    | 50         | 86,9       | 12,2        | 9,30  | MODERADO        | SAN LUIS               |
| 23                                                          | M    | 36         | 92,5       | 13,5        | 10,60 | LEVE            | SAN LUIS               |
| 24                                                          | M    | 24         | 105,4      | 14,6        | 10,50 | LEVE            | LAUPAY                 |
| 25                                                          | M    | 42         | 109,5      | 14,4        | 10,50 | LEVE            | SAN LUIS               |
| 26                                                          | F    | 11         | 76,5       | 13,5        | 10,60 | LEVE            | SAN LUIS               |
| 27                                                          | F    | 35         | 74,1       | 13,5        | 10,30 | LEVE            | SAN JOSÉ               |
| 28                                                          | F    | 40         | 106,3      | 12,6        | 10,50 | LEVE            | CCANOBAMBA             |
| 29                                                          | F    | 20         | 75,5       | 12,7        | 10,80 | LEVE            | MARCCARE               |
| 30                                                          | F    | 21         | 85,7       | 13,6        | 10,70 | LEVE            | SAN LUIS               |
| 31                                                          | M    | 54         | 91,2       | 13          | 10,10 | LEVE            | MARCCARE               |
| 32                                                          | M    | 36         | 66         | 12,8        | 10,60 | LEVE            | LAUPAY                 |
| 33                                                          | M    | 36         | 75,9       | 13,5        | 10,40 | LEVE            | CCANOBAMBA             |
| 34                                                          | M    | 44         | 74,3       | 13,6        | 10,70 | LEVE            | SAN LUIS               |
| 35                                                          | F    | 7          | 89,5       | 13,8        | 10,70 | LEVE            | LAUPAY                 |
| 36                                                          | F    | 60         | 78,7       | 13          | 10,80 | LEVE            | SAN JOSÉ               |
| 37                                                          | F    | 36         | 86,4       | 13          | 10,80 | LEVE            | SAN JOSÉ               |
| 38                                                          | F    | 24         | 93,1       | 12          | 10,90 | LEVE            | MARCCARI               |
| 39                                                          | F    | 14         | 77,2       | 13,7        | 10,30 | LEVE            | KULLUPUQUIO            |
| 40                                                          | F    | 48         | 75,1       | 12,6        | 10,50 | LEVE            | CCANOBAMBA             |
| 41                                                          | M    | 32         | 74,9       | 12,9        | 10,50 | LEVE            | KULLUPUQUIO            |
| 42                                                          | M    | 12         | 75,3       | 14,7        | 10,90 | LEVE            | LAUPAY                 |
| 43                                                          | F    | 48         | 89,1       | 11,7        | 10,80 | LEVE            | MARCCARE               |
| 44                                                          | F    | 19         | 94,9       | 12,9        | 10,80 | LEVE            | CCANOBAMBA             |
| 45                                                          | M    | 48         | 91,1       | 13          | 10,90 | LEVE            | CCANOBAMBA             |
| 46                                                          | M    | 60         | 78,2       | 13,7        | 10,30 | LEVE            | KULLUPUQUIO            |
| 47                                                          | F    | 36         | 77,2       | 13,2        | 10,30 | LEVE            | SAN LUIS               |
| 48                                                          | F    | 60         | 90,8       | 12,6        | 10,40 | LEVE            | LAUPAY                 |
| 49                                                          | M    | 60         | 85,9       | 13          | 10,90 | LEVE            | CCANOBAMBA             |
| 50                                                          | F    | 60         | 78,9       | 14,1        | 10,00 | LEVE            | LAUPAY                 |
| 51                                                          | F    | 15         | 74,5       | 13,5        | 10,30 | LEVE            | ARANHUAY               |
| 52                                                          | F    | 60         | 103,9      | 12,7        | 10,30 | LEVE            | KULLUPUQUIO            |
| 53                                                          | M    | 23         | 95,4       | 12,9        | 10,80 | LEVE            | CCANOBAMBA             |
| 54                                                          | F    | 60         | 94,2       | 12,9        | 10,50 | LEVE            | KULLUPUQUIO            |
| 55                                                          | F    | 24         | 78,4       | 12,9        | 10,50 | LEVE            | KULLUPUQUIO            |
| 56                                                          | M    | 18         | 76,5       | 11,6        | 10,70 | LEVE            | MARCCARI               |
| 57                                                          | M    | 36         | 73,4       | 13,2        | 10,80 | LEVE            | KULLUPUQUIO            |
| 58                                                          | F    | 12         | 75,6       | 10          | 6,80  | SEVERA          | ARANHUAY               |

Base de datos para la variable 2: marcadores bioquímicos

| NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE LOS MARCADORES BIOQUÍMICOS |                       |                                              |                      |                    |                         | DISTRITO DE SANTILLANA |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| Código                                                 | Hierro sérico (µg/dL) | Receptores solubles de transferrina (nmol/L) | Transferrina (mg/dL) | Hepcidina (ng /mL) | Eritropoyetina (mIU/mL) | Centro poblado         |
| 1                                                      | 15,19                 | 27,69                                        | 390,65               | 92,64              | 111,65                  | MARCCARI               |
| 2                                                      | 11,19                 | 22,17                                        | 289,45               | 89,37              | 65,04                   | MARCCARI               |
| 3                                                      | 26,46                 | 33,35                                        | 190,76               | 89,53              | 51,75                   | LAUPAY                 |
| 4                                                      | 8,46                  | 47,01                                        | 297,85               | 98,62              | 104,38                  | KULLUPUQUIO            |
| 5                                                      | 19,24                 | 30,53                                        | 400,13               | ,07                | 27,54                   | MARCCARE               |
| 6                                                      | 11,64                 | 33,54                                        | 260,75               | ,08                | 28,90                   | ARANHUAY               |
| 7                                                      | 26,04                 | 32,00                                        | 287,63               | ,09                | 22,23                   | KULLUPUQUIO            |
| 8                                                      | 4,54                  | 24,34                                        | 285,58               | 6,22               | 31,70                   | KULLUPUQUIO            |
| 9                                                      | 22,37                 | 23,94                                        | 209,67               | 3,68               | 58,52                   | LAUPAY                 |
| 10                                                     | 19,37                 | 26,94                                        | 284,06               | 3,67               | 58,62                   | LAUPAY                 |
| 11                                                     | 8,56                  | 20,21                                        | 370,19               | 18,63              | 105,38                  | ARANHUAY               |
| 12                                                     | 10,98                 | 19,43                                        | 360,01               | 46,23              | 19,00                   | CCANOBAMBA             |
| 13                                                     | 15,35                 | 25,41                                        | 378,35               | 25,65              | 10,00                   | ARANHUAY               |
| 14                                                     | 29,05                 | 26,18                                        | 520,46               | 21,31              | 150,54                  | ARANHUAY               |
| 15                                                     | 28,95                 | 27,65                                        | 400,52               | 19,53              | 27,00                   | ARANHUAY               |
| 16                                                     | 10,29                 | 25,01                                        | 309,89               | 20,27              | 66,01                   | ARANHUAY               |
| 17                                                     | 11,20                 | 18,62                                        | 309,82               | 19,46              | 65,12                   | SAN JOSÉ               |
| 18                                                     | 11,29                 | 25,37                                        | 214,52               | 20,37              | 30,00                   | SAN JOSÉ               |
| 19                                                     | 20,14                 | 27,87                                        | 260,89               | 1,92               | 22,99                   | ARANHUAY               |
| 20                                                     | 20,24                 | 26,25                                        | 298,21               | 1,85               | 22,91                   | ARANHUAY               |
| 21                                                     | 18,08                 | 27,06                                        | 259,60               | 32,09              | 3,00                    | LAUPAY                 |
| 22                                                     | 18,93                 | 26,86                                        | 203,80               | 4,31               | 20,19                   | SAN LUIS               |
| 23                                                     | 7,17                  | 6,83                                         | 194,35               | 8,34               | 31,40                   | SAN LUIS               |
| 24                                                     | 48,00                 | 35,92                                        | 310,67               | 23,77              | 45,72                   | LAUPAY                 |
| 25                                                     | 39,34                 | 34,20                                        | 305,90               | 21,35              | 36,03                   | SAN LUIS               |
| 26                                                     | 30,83                 | 29,37                                        | 343,40               | 12,31              | 89,25                   | SAN LUIS               |
| 27                                                     | 22,32                 | 34,12                                        | 180,23               | 45,62              | 103,01                  | SAN JOSÉ               |
| 28                                                     | 26,36                 | 37,19                                        | 399,05               | 23,79              | 33,27                   | CCANOBAMBA             |
| 29                                                     | 22,83                 | 32,19                                        | 378,15               | 35,99              | 45,33                   | MARCCARE               |
| 30                                                     | 30,83                 | 30,90                                        | 378,33               | 34,75              | 39,65                   | SAN LUIS               |
| 31                                                     | 156,00                | 39,67                                        | 256,82               | 10,65              | 2,00                    | MARCCARE               |
| 32                                                     | 24,18                 | 49,47                                        | 141,07               | 8,76               | 7,21                    | LAUPAY                 |
| 33                                                     | 21,12                 | 48,54                                        | 216,43               | 2,05               | 67,74                   | CCANOBAMBA             |
| 34                                                     | 26,46                 | 37,96                                        | 259,92               | 3,89               | 72,06                   | SAN LUIS               |
| 35                                                     | 27,91                 | 31,07                                        | 280,79               | 17,98              | 54,95                   | LAUPAY                 |
| 36                                                     | 26,64                 | 34,17                                        | 350,46               | 18,05              | 45,77                   | SAN JOSÉ               |
| 37                                                     | 27,14                 | 30,37                                        | 234,99               | 2,69               | 91,56                   | SAN JOSÉ               |
| 38                                                     | 22,83                 | 8,62                                         | 280,15               | 19,43              | 45,82                   | MARCCARI               |
| 39                                                     | 44,11                 | 5,63                                         | 280,68               | 43,77              | 67,05                   | KULLUPUQUIO            |
| 40                                                     | 29,86                 | 3,06                                         | 317,31               | 16,65              | 41,44                   | CCANOBAMBA             |
| 41                                                     | 56,34                 | 7,24                                         | 330,06               | 23,62              | 59,63                   | KULLUPUQUIO            |
| 42                                                     | 29,12                 | 29,65                                        | 360,89               | 34,98              | 57,17                   | LAUPAY                 |
| 43                                                     | 20,56                 | 35,49                                        | 308,13               | 11,99              | 101,12                  | MARCCARE               |
| 44                                                     | 27,19                 | 36,15                                        | 349,01               | 35,86              | 67,03                   | CCANOBAMBA             |
| 45                                                     | 25,21                 | 33,50                                        | 255,80               | 13,74              | 41,33                   | CCANOBAMBA             |
| 46                                                     | 32,60                 | 29,05                                        | 229,07               | 15,47              | 31,00                   | KULLUPUQUIO            |
| 47                                                     | 56,10                 | 34,42                                        | 303,58               | 7,49               | 32,36                   | SAN LUIS               |
| 48                                                     | 29,10                 | 29,28                                        | 289,98               | 2,00               | 51,10                   | LAUPAY                 |
| 49                                                     | 28,93                 | 37,43                                        | 256,98               | 16,03              | 60,43                   | CCANOBAMBA             |
| 50                                                     | 21,33                 | 44,90                                        | 282,40               | 1,60               | 30,00                   | LAUPAY                 |
| 51                                                     | 21,10                 | 30,45                                        | 221,32               | 23,90              | 41,03                   | ARANHUAY               |
| 52                                                     | 23,94                 | 51,16                                        | 238,16               | 11,74              | 79,04                   | KULLUPUQUIO            |
| 53                                                     | 30,77                 | 29,56                                        | 290,06               | 21,73              | 56,92                   | CCANOBAMBA             |
| 54                                                     | 25,75                 | 29,07                                        | 385,90               | 2,84               | 8,70                    | KULLUPUQUIO            |
| 55                                                     | 25,21                 | 36,00                                        | 299,98               | 4,30               | 150,00                  | KULLUPUQUIO            |
| 56                                                     | 17,57                 | 29,03                                        | 282,60               | 9,46               | 60,82                   | MARCCARI               |
| 57                                                     | 22,18                 | 33,40                                        | 303,94               | 3,45               | 87,02                   | KULLUPUQUIO            |
| 58                                                     | 7,46                  | 48,40                                        | 389,07               | 18,85              | 104,57                  | ARANHUAY               |

**Anexo 6.** Solicitud de autorización para la ejecución del proyecto de tesis



**"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"**

Ayacucho, 04 de agosto de 2022

**CARTA N° 002-2022-UNSCH-FCSA-D**

**Clínico Dental:**

**William Luis Janampa Villavicencio**  
**Centro de Salud Santillana**

**SANTILLANA.-**

**ASUNTO:** Autorización para desarrollo de trabajo de investigación.

Es grato dirigirme a usted a nombre de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el motivo de la presente tiene por finalidad presentarle en mi condición de Decana al Docente Investigador RENACYT Emilio German Ramírez Roca, quien conjuntamente con su equipo está ejecutando el Proyecto FOCAM "Marcadores bioquímicos en el transporte y absorción del hierro para el diagnóstico de la anemia en niños y adolescentes escolares de la provincia de Huamanga y Huanta", que se viene desarrollando a través del Vicerrectorado de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Por lo cual solicito a usted tenga a bien autorizar y brindar facilidades para la recolección de la información necesaria para concluir con el trabajo de investigación mencionado.

Dedo precisar que durante el proceso de ejecución de la presente investigación se guardará en todo momento la reserva y privacidad que exige el código de ética en la investigación.

Seguro de contar con su valioso apoyo, aprovecho la circunstancia para manifestarle mi consideración y estima personal.

Atentamente,

cc.

- Archivo

**Anexo 7. Autorización de ejecución del proyecto de tesis**

**MEMORANDO N° 002**

**A** : C.D. WILLIAM LUIS JANAMPA VILLAVICENCIO  
JEFE MICRO RED SAN JOSE DE SECCE

**ASUNTO** : BRINDAR FACILIDADES

**REFERENCIA** : informe N° 001

**Fecha** : Santillana, 20 de febrero del 2023.

---

Por medio del presente comunico a usted que en atención al documento señalado deberá brindar todas las facilidades del caso a la señorita Marleni Lapa Miguel, bachiller de la carrera profesional de Biología de la UNSCH, para que pueda realizar el trabajo de investigación titulado **"Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023"**.

Es cuando comunico a usted, para su conocimiento y cumplimiento.

Atentamente,

 **MINISTERIO DE SALUD**  
RED DE SALUD HUAYTA  
MICRO RED SAN JOSE DE SECCE  
*William Janampa Villavicencio*  
JEFATURA

## Anexo 8. Cuestionario sociodemográfico



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**

Para cada pregunta formulada, marque con una X la respuesta que considere correcta o complete los espacios punteados según sea necesario.

1. **Sexo:** masculino ( )                      femenino ( )
2. **Edad:** .....
3. **Procedencia (anexo):** .....
4. **¿Cuál es su estado civil?**
  - a. Soltero ( )
  - b. Casado ( )
  - c. Divorciado ( )
  - d. Separado ( )
  - e. Viudo ( )
5. **¿Cuántos hijos tienes actualmente?**
  - a. 1 hijo ( )
  - b. 2 hijos ( )
  - c. 3 y mas hijos ( )
6. **¿Tipo de servicio higiénico?**
  - a. Letrina ( )
  - b. Fosa ( )
  - c. Sanitario ( )
7. **¿Qué ocupación tiene usted?**
  - a. Ama de casa ( )
  - b. Trabajo independiente ( )
  - c. Trabajo dependiente ( )
  - d. Estudia ( )
8. **¿Cuál es su grado de instrucción?**
  - a. Sin instrucción ( )
  - b. Primaria incompleta ( )
  - c. Primaria completa ( )
  - d. Secundaria incompleta ( )
  - e. Secundaria completa ( )
  - f. Superior ( )
9. **¿Cuál es su ingreso económico de su familia?**
  - a. Menos de 400 soles ( )
  - b. De 400 a 850 soles ( )
  - c. Mas de 850 soles ( )

**Gracias por su colaboración**

### Anexo 9. Base de datos demográficos de apoderado

| <b>Código</b> | <b>Estado civil</b> | <b>N° de hijos</b> | <b>Tipo de servicio</b> | <b>Ocupación</b>       | <b>Grado de instrucción</b> | <b>Ingreso económico (soles)</b> | <b>Centro Poblado</b> |
|---------------|---------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| <b>1</b>      | Soltero             | 1                  | Letrina                 | Ama de casa            | Sin instrucción             | < 400                            | MARCCARI              |
| <b>2</b>      | Separado            | 2                  | Letrina                 | Trabajo independiente  | Secundaria incompleta       | 400 – 850                        | MARCCARI              |
| <b>3</b>      | Divorciado          | ≥ 3                | Letrina                 | Agricultura/ ganadería | primaria completa           | > 850                            | LAUPAY                |
| <b>4</b>      | Viudo               | ≥ 3                | Letrina                 | Agricultura/ ganadería | Secundaria incompleta       | < 400                            | KULLUPUQUIO           |
| <b>5</b>      | Soltero             | ≥ 3                | Sanitario               | Agricultura/ ganadería | Secundaria completa         | 400 - 850                        | MARCCARE              |
| <b>6</b>      | Soltero             | 1                  | Sanitario               | Ama de casa            | Secundaria completa         | 400 – 850                        | ARANHUAY              |
| <b>7</b>      | Soltero             | 2                  | Letrina                 | Agricultura/ ganadería | Sin instrucción             | 400 – 850                        | KULLUPUQUIO           |
| <b>8</b>      | Soltero             | ≥ 3                | Sanitario               | Agricultura/ ganadería | Secundaria incompleta       | 400 – 850                        | KULLUPUQUIO           |
| <b>9</b>      | Soltero             | ≥ 3                | Fosa                    | Estudia                | Secundaria incompleta       | 400 – 850                        | LAUPAY                |
| <b>10</b>     | Soltero             | 2                  | Letrina                 | Agricultura/ ganadería | Secundaria completa         | < 400                            | LAUPAY                |
| <b>11</b>     | Soltero             | ≥ 3                | Letrina                 | Ama de casa            | Secundaria completa         | < 400                            | ARANHUAY              |
| <b>12</b>     | Separado            | ≥ 3                | Letrina                 | Ama de casa            | Superior                    | > 850                            | CCANOBAMBA            |
| <b>13</b>     | Separado            | ≥ 3                | Fosa                    | Trabajo dependiente    | Sin instrucción             | < 400                            | ARANHUAY              |
| <b>14</b>     | Separado            | ≥ 3                | Sanitario               | Agricultura/ ganadería | Secundaria completa         | < 400                            | ARANHUAY              |
| <b>15</b>     | Separado            | ≥ 3                | Sanitario               | Agricultura/ ganadería | primaria completa           | > 850                            | ARANHUAY              |
| <b>16</b>     | Separado            | 2                  | Sanitario               | Ama de casa            | Secundaria incompleta       | < 400                            | ARANHUAY              |
| <b>17</b>     | Separado            | ≥ 3                | Sanitario               | Ama de casa            | Secundaria completa         | 400 – 850                        | SAN JOSÉ              |
| <b>18</b>     | Separado            | ≥ 3                | Fosa                    | Trabajo independiente  | Secundaria incompleta       | 400 – 850                        | SAN JOSÉ              |
| <b>19</b>     | Separado            | ≥ 3                | Letrina                 | Ama de casa            | Sin instrucción             | < 400                            | ARANHUAY              |
| <b>20</b>     | Casado              | ≥ 3                | Sanitario               | Agricultura/ ganadería | Secundaria completa         | 400 – 850                        | ARANHUAY              |
| <b>21</b>     | Casado              | ≥ 3                | Letrina                 | Agricultura/ ganadería | primaria completa           | > 850                            | LAUPAY                |
| <b>22</b>     | Casado              | ≥ 3                | Sanitario               | Ama de casa            | Secundaria completa         | < 400                            | SAN LUIS              |
| <b>23</b>     | Casado              | ≥ 3                | Letrina                 | Trabajo independiente  | Secundaria completa         | 400 – 850                        | SAN LUIS              |
| <b>24</b>     | Casado              | ≥ 3                | Fosa                    | Ama de casa            | Superior                    | > 850                            | LAUPAY                |
| <b>25</b>     | Soltero             | ≥ 3                | Letrina                 | Agricultura/ ganadería | Sin instrucción             | < 400                            | SAN LUIS              |
| <b>26</b>     | Soltero             | ≥ 3                | Sanitario               | Agricultura/ ganadería | Secundaria completa         | 400 – 850                        | SAN LUIS              |
| <b>27</b>     | Separado            | ≥ 3                | Letrina                 | Ama de casa            | primaria completa           | > 850                            | SAN JOSÉ              |
| <b>28</b>     | Separado            | ≥ 3                | Letrina                 | Trabajo independiente  | Secundaria incompleta       | < 400                            | CCANOBAMBA            |

|    |            |     |           |                        |                       |           |             |
|----|------------|-----|-----------|------------------------|-----------------------|-----------|-------------|
| 29 | Separado   | ≥ 3 | Sanitario | Trabajo dependiente    | Secundaria completa   | 400 – 850 | MARCCARE    |
| 30 | Separado   | ≥ 3 | Sanitario | Agricultura/ ganadería | Sin instrucción       | > 850     | SAN LUIS    |
| 31 | Separado   | 2   | Letrina   | Agricultura/ ganadería | Sin instrucción       | < 400     | MARCCARE    |
| 32 | Separado   | ≥ 3 | Letrina   | Ama de casa            | Secundaria completa   | 400 – 850 | LAUPAY      |
| 33 | Separado   | ≥ 3 | Letrina   | Ama de casa            | primaria completa     | > 850     | CCANOBAMBA  |
| 34 | Divorciado | ≥ 3 | Letrina   | Ama de casa            | Secundaria incompleta | < 400     | SAN LUIS    |
| 35 | Separado   | ≥ 3 | Sanitario | Trabajo dependiente    | Secundaria completa   | 400 – 850 | LAUPAY      |
| 36 | Casado     | 2   | Sanitario | Agricultura/ ganadería | Sin instrucción       | 400 – 850 | SAN JOSÉ    |
| 37 | Separado   | ≥ 3 | Letrina   | Agricultura/ ganadería | Sin instrucción       | < 400     | SAN JOSÉ    |
| 38 | Soltero    | ≥ 3 | Sanitario | Ama de casa            | Secundaria incompleta | 400 – 850 | MARCCARI    |
| 39 | Casado     | ≥ 3 | Fosa      | Trabajo independiente  | primaria completa     | 400 – 850 | KULLUPUQUIO |
| 40 | Viudo      | ≥ 3 | Letrina   | Trabajo dependiente    | Secundaria incompleta | < 400     | CCANOBAMBA  |
| 41 | Separado   | ≥ 3 | Sanitario | Agricultura/ ganadería | Secundaria completa   | 400 – 850 | KULLUPUQUIO |
| 42 | Separado   | ≥ 3 | Sanitario | Agricultura/ ganadería | Superior              | > 850     | LAUPAY      |
| 43 | Separado   | ≥ 3 | Letrina   | Ama de casa            | Sin instrucción       | < 400     | MARCCARE    |
| 44 | Separado   | ≥ 3 | Sanitario | Trabajo independiente  | Primaria incompleta   | 400 – 850 | CCANOBAMBA  |
| 45 | Divorciado | 2   | Letrina   | Trabajo dependiente    | primaria completa     | > 850     | CCANOBAMBA  |
| 46 | Casado     | ≥ 3 | Letrina   | Agricultura/ ganadería | Secundaria incompleta | < 400     | KULLUPUQUIO |
| 47 | Casado     | ≥ 3 | Sanitario | Agricultura/ ganadería | Secundaria completa   | 400 – 850 | SAN LUIS    |
| 48 | Casado     | ≥ 3 | Sanitario | Ama de casa            | Superior              | > 850     | LAUPAY      |
| 49 | Casado     | ≥ 3 | Letrina   | Ama de casa            | Sin instrucción       | < 400     | CCANOBAMBA  |
| 50 | Soltero    | ≥ 3 | Sanitario | Trabajo independiente  | Primaria incompleta   | 400 – 850 | LAUPAY      |
| 51 | Separado   | ≥ 3 | Sanitario | Ama de casa            | primaria completa     | 400 – 850 | ARANHUAY    |
| 52 | Divorciado | 2   | Letrina   | Agricultura/ ganadería | Secundaria incompleta | < 400     | KULLUPUQUIO |
| 53 | Viudo      | ≥ 3 | Sanitario | Agricultura/ ganadería | Secundaria completa   | 400 – 850 | CCANOBAMBA  |
| 54 | Divorciado | ≥ 3 | Letrina   | Ama de casa            | Secundaria incompleta | 400 – 850 | KULLUPUQUIO |
| 55 | Divorciado | ≥ 3 | Letrina   | Trabajo independiente  | Sin instrucción       | < 400     | KULLUPUQUIO |
| 56 | Divorciado | ≥ 3 | Sanitario | Ama de casa            | Secundaria completa   | 400 – 850 | MARCCARI    |
| 57 | Divorciado | 2   | Sanitario | Agricultura/ ganadería | primaria completa     | > 850     | KULLUPUQUIO |
| 58 | Divorciado | ≥ 3 | Letrina   | Agricultura/ ganadería | Secundaria incompleta | < 400     | ARANHUAY    |

## Anexo 10. Evidencias fotográficas



Fotografía 1. Coordinación previa en el Centro de Salud San José de Secce



Fotografía 2. Concientización sobre la importancia de la anemia



Fotografía 3. Charla de concientización a los padres de familia



Fotografía 4. Toma de muestra y dosaje de hemoglobina



Fotografía 5. Muestras de suero sanguíneo colocadas en cadena de frío



Fotografía 6. Procesamiento de muestras en el laboratorio de Farmacia y Bioquímica

### Anexo 11. Operacionalización de variables

| Variab.                              | Definición operacional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Indicador                                                                                                                                                        | Valores de medición                 | Tipo de variable                                                           | Escala de medición      |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Variable 1<br>Niveles de anemia      | Es la baja concentración de hemoglobina o hematocrito, lo que resulta del fallo en la función hematopoyética de la médula ósea debido a la insuficiencia de hierro para la síntesis de hemoglobina (Torres, 2015).                                                                                                                                                                 | La cuantificación de la concentración de hemoglobina se realizó con el hemoglobínómetro, mediante el método de la azidametahemoglobina (Brustein et al., 2013b). | Anemia leve 10.0 - 10.9 gr/dl       | Cuantitativo                                                               | Nominal                 |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  | Anemia moderada 7 – 9.9 gr/dl       |                                                                            |                         |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  | Anemia severa < 7.0 gr/dl           |                                                                            |                         |
| Variable 2<br>Marcadores bioquímicos | Son indicadores serológicos que ofrecen valores de referencia sobre las concentraciones de hierro, tanto en el plasma sanguíneo como en sus depósitos. Esto permite si una persona presenta deficiencia absoluta o funcional de hierro, y pueden ser utilizados como pruebas de tamizaje y diagnóstico, evitando procedimientos invasivos. (Sanchez, 2021b; Sermini et al., 2017). | Se midió en suero, en equipo fotométrico mediante el método forene (Diasys, 2021b).                                                                              | Hierro sérico                       | Alto: > 155 ug/dL<br>Normal: 28 a 155 ug/dL<br>Bajo: < 28 ug/dL            | Cuantitativo<br>Nominal |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Se midió en suero, mediante el método de turbidimetría (Spinreact, 2019c).                                                                                       | Transferrina                        | Alto: >360 mg/dL<br>Normal: 200 – 360 mg/dL<br>Bajo: < 200 mg/dL.          | Cuantitativo<br>Nominal |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Se midió en suero, mediante el método ELISA (Monobind Inc., 2020)                                                                                                | Receptores solubles de transferrina | Alto: > 28.10 nmol/L<br>Normal: 8.70 - 28.10 nmol/L<br>Bajo: < 8.70 nmol/L | Cuantitativo<br>Nominal |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Se midió en suero, mediante el método ELISA (DRG Instrumentos GmbH, 2021b).                                                                                      | Hepcidina                           | Alto: > 81 ng/mL<br>Normal: 0,153 ng/mL - 81 ng/mL.<br>Bajo: < 0,153 ng/mL | Cuantitativo<br>Nominal |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Se midió en suero, mediante el método ELISA (TECAN, 2021b).                                                                                                      | Eritropoyetina                      | Alto: > 31,9 mIU/mL<br>Normal: 3,22-31,9 mIU/mL<br>Bajo: < 3,22 mIU/mL     | Cuantitativo<br>Nominal |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |                                     |                                                                            |                         |

## Anexo 12. Matriz de consistencia

**Título:** Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.

**Tesista:** Marleni Lapa Miguel

| PROBLEMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | HIPÓTESIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | MARCO TEÓRICO                                                                                                                                                                       | VARIABLES                                                                                           | METODOLOGÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GENERAL</b><br>¿Cuál es la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023?<br><b>ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del hierro sérico en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023?</li> <li>• ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de transferrina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023?</li> <li>• ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de receptores solubles de transferrina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023?</li> <li>• ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hepcidina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023?</li> <li>• ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de eritropoyetina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023?</li> </ul> | <b>GENERAL</b><br>Determinar la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.<br><b>ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico del hierro sérico en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> <li>• Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de transferrina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> <li>• Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de receptores solubles de transferrina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> <li>• Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de hepcidina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> <li>• Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de eritropoyetina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> </ul> | <b>GENERAL</b><br>Existe relación significativa entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.<br><b>ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe relación significativa entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del hierro sérico en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> <li>• Existe relación significativa entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de transferrina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> <li>• Existe relación significativa entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de receptores solubles de transferrina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> <li>• No existe relación significativa entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hepcidina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> <li>• Existe relación significativa entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de eritropoyetina en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.</li> </ul> | Antecedentes<br>Base teórica<br>Anemia<br>Marcadores bioquímicos<br>Hemoglobina<br>Hierro sérico<br>Transferrina Receptores solubles de transferrina<br>Hepcidina<br>Eritropoyetina | <b>Variable 1:</b><br>Nivel de anemia<br><br><b>Variable 2:</b><br>Marcadores bioquímicos de anemia | Diseño metodológico:<br>Tipo de investigación:<br>Población: 58 niños de 6 a 60 meses de edad.<br>Muestra: Se trabajó con el total de la población.<br>Muestreo: No probabilístico- Por conveniencia.<br>Recolección de datos<br>Variable 1: Niveles de anemia<br>Procedimiento: Se determinó la hemoglobina mediante hemoglobímetro portátil.<br>Variable 2: Marcadores bioquímicos de anemia<br>Procedimiento: Se determinó los marcadores bioquímicos con diferentes métodos: hierro sérico: Método fotométrico (ferene), para transferrina: método de turbidimetría y para receptores solubles de transferrina, hepcidina y eritropoyetina el método de ELISA.<br>Análisis estadístico<br>Los resultados logrados se ingresaron en el programa estadístico IBM SPSS Statistics 27, se presentaron en tablas. |

**UNSCH**FACULTAD DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. Marleni LAPA MIGUEL**  
**RESOLUCIÓN DECANAL N° 327-2024-UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cinco de la tarde del día viernes veintitrés de agosto del año dos mil veinticuatro; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente encargado con memorando N°260-2024-UNSCH-FCB con fecha veintiuno de agosto del dos mil veinticuatro, Dr. Pedro AYALA GÓMEZ, Dr. Aurelio CARRASCO VENEGAS (Miembro – Jurado), Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA (Miembro – Jurado), Dra. Kusi YARANGA PALOMINO (Miembro – Jurado), Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ (Miembro – Asesor); actuando como Secretario Docente el Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.** presentado por la **Bach. Marleni LAPA MIGUEL**; el presidente encargado luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

| Miembros del Jurado Evaluador    | Exposición | Respuesta/preguntas | Promedio  |
|----------------------------------|------------|---------------------|-----------|
| Dr. Aurelio CARRASCO VENEGAS     | 16         | 14                  | 15        |
| Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA | 16         | 15                  | 16        |
| Dra. Kusi YARANGA PALOMINO       | 16         | 14                  | 15        |
|                                  |            | <b>PROMEDIO</b>     | <b>15</b> |

La sustentante alcanzó el promedio de 15 aprobatorio. Acto seguido, el presidente encargado autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las siete de la tarde con cinco minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

Dr. Pedro AYALA GÓMEZ  
Presidente (e)

Dr. Aurelio CARRASCO VENEGAS  
Miembro – Jurado

Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA  
Miembro – Jurado

Dra. Kusi YARANGA PALOMINO  
Miembro – Jurado

Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ  
Miembro – Asesor

Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA  
Secretario – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 68-2024-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director Encargado de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.** por **MARLENI LAPA MIGUEL**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 15%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 11 de octubre de 2024.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA  
  
Dr. Víctor Luis Cárdenas López  
DIRECTOR(e)

# Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023. *por MARLENI LAPA MIGUEL*

---

**Fecha de entrega:** 11-oct-2024 03:33p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2482506224

**Nombre del archivo:** 1D\_LAPA\_MIGUEL\_MARLENI\_PREGRADO\_2024\_TURNITIN\_en\_pdf.pdf (536.48K)

**Total de palabras:** 12779

**Total de caracteres:** 66234

# Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en la micro red San José de Secce del distrito de Santillana, Ayacucho, 2023.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

|                     |                     |               |                         |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 15%                 | 15%                 | 3%            | 11%                     |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

## FUENTES PRIMARIAS

|   |                                                                |     |
|---|----------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga | 5%  |
|   | Trabajo del estudiante                                         |     |
| 2 | repositorio.unsch.edu.pe                                       | 2%  |
|   | Fuente de Internet                                             |     |
| 3 | hdl.handle.net                                                 | 1%  |
|   | Fuente de Internet                                             |     |
| 4 | www.ibl-international.com                                      | 1%  |
|   | Fuente de Internet                                             |     |
| 5 | repositorio.unap.edu.pe                                        | 1%  |
|   | Fuente de Internet                                             |     |
| 6 | repositorio.unsa.edu.pe                                        | 1%  |
|   | Fuente de Internet                                             |     |
| 7 | www.medigraphic.com                                            | <1% |
|   | Fuente de Internet                                             |     |
| 8 | repositorio.ucv.edu.pe                                         | <1% |
|   | Fuente de Internet                                             |     |

|    |                                                                          |      |
|----|--------------------------------------------------------------------------|------|
| 9  | doczz.es<br>Fuente de Internet                                           | <1 % |
| 10 | www.diasource-diagnostics.com<br>Fuente de Internet                      | <1 % |
| 11 | tesis.unap.edu.pe<br>Fuente de Internet                                  | <1 % |
| 12 | idoc.pub<br>Fuente de Internet                                           | <1 % |
| 13 | www.researchgate.net<br>Fuente de Internet                               | <1 % |
| 14 | Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola<br>Trabajo del estudiante | <1 % |

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo