

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias de la Salud**

**Escuela Profesional de Medicina Humana**

**VARIACIONES DEL ERITROGRAMA EN NIÑOS DE 6 A  
59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES  
ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA  
DURANTE EL AÑO 2023**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. Arian Fabrizzio Gutierrez Rueda**

**Para optar el Título Profesional de:**

**MÉDICO CIRUJANO**

**TACNA – PERÚ**


**2025**



## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo JULIO AGUILAR VILCA en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 13559-2025-FACS-UNJBG de la tesis de investigación titulado: **VARIACIONES DEL ERITROGRAMA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**. Presentado por el Bachiller Arian Fabrizio Gutierrez Rueda para optar el Título profesional de MÉDICO CIRUJANO. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del **software de similitud textual TURNITIN** cuenta con el **nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 9%**. Por lo que, **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciado líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para la obtención de TÍTULO PROFESIONAL, según corresponda consiguientemente la publicación en el repositorio institucional.

FIRMA ASESOR

  
Dr. Julio Aguilar Vilca  
DNI: 00423383  
Médico Pediatra C.M.P.: 25208



FIRMA TESISTA

  
Bach. Arian Fabrizio Gutierrez Rueda  
DNI: 71239054



## **DEDICATORIA**

*A mis amados padres, por ser un pilar fundamental en mi vida, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sabios consejos que me guiaron a lo largo de este camino. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y el compromiso. Sin ustedes, este sueño no habría sido posible.*

*A mi hermano, por estar siempre a mi lado, brindándome ánimo y compañía en los momentos difíciles. Tu apoyo y confianza en mis capacidades han sido un motor invaluable para alcanzar esta meta.*

*A ustedes, mi familia, les dedico este logro como un reflejo de su amor incondicional y su apoyo incansable, los cuales fueron, son y serán siempre una fuente de fortaleza y determinación para cumplir mis objetivos.*

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, deseo expresar mi más profunda gratitud al Dr. Aguilar, cuya guía no solo fue clave para el desarrollo de este trabajo, sino también un ejemplo de liderazgo y compromiso.*

*A la Dra. Sandra Yucra Sevillano, por su constante apoyo y disposición, siempre brindando su tiempo y conocimientos con una generosidad inigualable.*

*A Zarely, por ser un pilar fundamental en este proceso. Su amor, paciencia y fe en mis habilidades me dieron la fuerza necesaria para superar cada desafío.*

*A todos ustedes, gracias por acompañarme en este camino. Este trabajo no habría sido posible sin su valiosa contribución.*

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	6
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
1.4. OBJETIVOS.....	7
1.4.1. Objetivo General .....	7
1.4.2. Objetivos específicos .....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
2.1.1. A nivel internacional .....	8
2.1.2. A nivel nacional .....	11
2.1.3. A nivel local .....	16
2.2. BASES TEÓRICAS .....	17
2.2.1. Eritrograma .....	17
2.2.2. Altitud .....	28
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	41
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>45</b>

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	45
3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	45
3.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	46
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	46
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	48
3.6. ACCIONES Y ACTIVIDADES .....	49
3.7. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	49
3.8. ASPECTOS ÉTICOS .....	50
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
4.1. RESULTADOS.....	51
4.2. DISCUSIÓN .....	96
CONCLUSIONES .....	117
RECOMENDACIONES .....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS.....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Distribución de las características sociodemográficas y la altitud de residencia de los niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	52
Tabla N° 02. Proporción de anemia según las características sociodemográficas y la altitud de residencia de los niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	62
Tabla N° 03. Diferencias de los parámetros del eritrograma según la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	71
Tabla N° 04. Relación entre los parámetros del eritrograma y la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	81
Tabla N° 05. Proporción de anemia y su asociación con la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, según los lineamientos de la NTS del 2017 .....	92
Tabla N° 06. Proporción de anemia y su asociación con la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses que residen a diferentes	

altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, según los lineamientos de la NTS del 2024.....	94
--	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. Distribución de la edad de los niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	55
Gráfico N° 02. Distribución del sexo de los niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	56
Gráfico N° 03. Distribución de la provincia de residencia de los niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	57
Gráfico N° 04. Distribución del distrito de residencia de los niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	58
Gráfico N° 05. Distribución del quintil de riqueza de los niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	59
Gráfico N° 06. Distribución de los establecimientos de salud, en función a su categorización, que brindaron atención a los niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	60

Gráfico N° 07. Distribución de la altitud de residencia de los niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	61
Gráfico N° 08. Proporción de anemia según la edad en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	64
Gráfico N° 09. Proporción de anemia según el sexo en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	65
Gráfico N° 10. Proporción de anemia según la provincia de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	66
Gráfico N° 11. Proporción de anemia según el distrito de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	67
Gráfico N° 12. Proporción de anemia según el quintil de riqueza en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	68
Gráfico N° 13. Proporción de anemia según el establecimiento de salud en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	69

Gráfico N° 14. Proporción de anemia según la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	70
Gráfico N° 15. Histograma apilado de la hemoglobina según la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	74
Gráfico N° 16. Histograma apilado de la hemoglobina ajustada según altitud según la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	75
Gráfico N° 17. Histograma apilado del hematocrito según la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	76
Gráfico N° 18. Histograma apilado del recuento eritrocitario según la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	77
Gráfico N° 19. Histograma apilado del volumen corpuscular medio según la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	78
Gráfico N° 20. Histograma apilado de la hemoglobina corpuscular media según la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad	

que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	79
Gráfico N° 21. Histograma apilado de la concentración de hemoglobina corpuscular media según la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	80
Gráfico N° 22. Porcentaje de la relación entre la hemoglobina y la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	85
Gráfico N° 23. Porcentaje de la relación entre la hemoglobina ajustada según altitud y la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	86
Gráfico N° 24. Porcentaje de la relación entre el hematocrito y la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.....	87
Gráfico N° 25. Porcentaje de la relación entre el recuento eritrocitario y la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	88
Gráfico N° 26. Porcentaje de la relación entre el volumen corpuscular medio y la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de	

edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	89
Gráfico N° 27. Porcentaje de la relación entre la hemoglobina corpuscular media y la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	90
Gráfico N° 28. Porcentaje de la relación entre la concentración de hemoglobina corpuscular media y la altitud de residencia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023 .....	91
Gráfico N° 29. Proporción de anemia según la hemoglobina ajustada en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, de acuerdo a los lineamientos de la NTS del 2017 .....	93
Gráfico N° 30. Proporción de anemia según la hemoglobina sin ajustar en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, de acuerdo a los lineamientos de la NTS del 2024 .....	95

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la asociación entre la altitud de residencia y los parámetros del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, de corte transversal. La muestra fue de 126 niños de 6 a 59 meses de la región de Tacna. El instrumento utilizado fue una ficha de recolección de datos con constó de 3 apartados: características sociodemográficas, altitud de residencia y eritrograma. **Resultados:** Residir a grandes altitudes se asoció con promedios más elevados de hemoglobina no ajustada, hematocrito, recuento eritrocitario e índices corpusculares, así como con una mayor tendencia de que estos parámetros se encuentren dentro de la normalidad, con excepción del recuento eritrocitario y la CHCM. Según los lineamientos de la NTS del 2017, la proporción de anemia fue del 10.3% para los niños que residían a baja altitud, 52.1% para los que residían a gran altitud y 26.2% para la muestra total. Al aplicar los lineamientos del 2024, la proporción aumentó al 15.4% para los niños que residían a baja altitud, pero disminuyó al 14.6% para los que residían a gran altitud, y al 15.1% para la muestra total. En cuanto a la asociación entre la altitud de residencia y la anemia, esta se demostró solo cuando se utilizaban los lineamientos del 2017. **Conclusiones:** La altitud de residencia influye en los parámetros hematológicos y en la proporción de anemia, especialmente bajo los lineamientos de 2017. Sin embargo, esta asociación desaparece cuando se emplean los lineamientos actuales del 2024. **Palabras clave:** Altitud, eritrograma, niños, anemia.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the association between altitude of residence and erythrogram parameters in children aged 6 to 59 months residing at different altitudes in the Tacna region during the year 2023. **Materials and methods:** An observational, descriptive, cross-sectional study was conducted. The sample consisted of 126 children aged 6 to 59 months from the Tacna region. The instrument used was a data collection form consisting of three sections: sociodemographic characteristics, altitude of residence, and erythrogram. **Results:** Residing at high altitudes was associated with higher mean unadjusted hemoglobin, hematocrit, red blood cell count, and corpuscular indices, as well as a greater tendency for these parameters to be within the normal range, with the exception of the red blood cell count and MCHC. According to the 2017 NTS guidelines, the proportion of anemia was 10.3% for children residing at low altitudes, 52.1% for those residing at high altitudes, and 26.2% for the total sample. When applying the 2024 guidelines, the proportion increased to 15.4% for children residing at low altitudes, but decreased to 14.6% for those residing at high altitudes, and to 15.1% for the total sample. The association between altitude and anemia was demonstrated only when using the 2017 guidelines. **Conclusions:** The altitude of residence influences hematological parameters and the prevalence of anemia, especially under the 2017 guidelines. However, this association disappears when the current 2024 guidelines are used.

**Keywords:** Altitude, erythrogram, children, anemia.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la asociación de la altitud de residencia con los parámetros del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023. Además, se analizan las variaciones en la proporción de anemia infantil en la región, al emplear los lineamientos de la antigua y la actual norma técnica de salud (NTS) para el diagnóstico de anemia. Asimismo, se examina la influencia de distintas características sociodemográficas en los parámetros del eritrograma. La finalidad del estudio es contribuir al conocimiento científico sobre las alteraciones de los parámetros del eritrograma de niños que residen a diferentes altitudes, con un enfoque particular en la identificación y comprensión de la anemia.

El primer capítulo de esta investigación se dedicará al planteamiento del problema, donde se realizará una identificación y formulación clara del mismo, así como la justificación y relevancia de la investigación. Se definirán los objetivos generales y específicos del estudio.

En el segundo capítulo, se presentará el marco teórico, que incluirá un análisis de los antecedentes del problema a nivel internacional, nacional y local. Se revisará la literatura existente sobre el eritrograma y sus parámetros, haciendo énfasis en los puntos de corte según edad. Además, se explorará el impacto de la altitud de residencia sobre el organismo y las medidas de ajuste de hemoglobina según la altitud.

El tercer capítulo estará dedicado al marco metodológico, donde se detallará el diseño de investigación adoptado, la población y muestra de estudio, así como las variables consideradas en el análisis. Se describirán las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos, junto con las acciones y actividades realizadas durante el desarrollo de la investigación. También se abordarán los aspectos éticos relacionados con el estudio.

En el cuarto capítulo, se presentarán y analizarán los resultados obtenidos, destacando los hallazgos más relevantes sobre el impacto de la altitud de residencia en los parámetros del eritrograma. Se abrirá un espacio para la discusión, en el que se contextualizarán los resultados en relación con la literatura revisada y los objetivos planteados, proporcionando un análisis profundo de los mismo.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La altitud de residencia influye significativamente en diversos parámetros del eritrograma, como la hemoglobina, el hematocrito, el recuento de eritrocitos y los índices corpusculares. Esta relación ha sido ampliamente documentada en la literatura médica y en libros de referencia en fisiología como los de Guyton y Hall y Boron y Boulpaep, los cuales explican las adaptaciones hematológicas que ocurren en respuesta a la hipoxia hipobárica característica de zonas de mayor altitud (40, 41). Entre estos parámetros, la hemoglobina ha sido el más estudiado y el centro de un intenso debate en los últimos años.

La hemoglobina es la principal proteína de transporte de oxígeno en el organismo. Su concentración aumenta con la altitud como un mecanismo compensatorio ante la disminución de la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial, producto de la hipoxia hipobárica. (16)

La disminución de los niveles de hemoglobina por debajo de los valores normales establecidos para personas sanas se define como anemia. En términos de salud pública, este punto de corte se encuentra por debajo de menos 2 desviaciones estándar, ajustadas según género, edad y altitud sobre el nivel del mar. (18)

La anemia es un problema de salud pública a nivel mundial que afecta a millones de niños en todo el mundo especialmente en países de bajos y

medianos ingresos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2019 estimó que el 40% (269 millones) de los niños de 6 a 59 meses padecían de anemia.

(1)

Según datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar del año 2023, en Perú, la anemia afectó al 43.1% de los niños de 6 a 35 meses y al 33.4% de los niños de 6 a 59 meses, (2) mientras que, en Tacna, afectó al 33.7% y al 27.1% respectivamente. (3)

Durante muchos años, diversas instituciones sanitarias a nivel mundial, incluido el Ministerio de Salud (MINSA) de nuestra nación, se guiaron las directrices de la OMS del 2011 para definir los valores normales de hemoglobina y establecer un modelo de corrección según altitud. Sin embargo, desde su publicación, numerosos autores cuestionaron la validez de estas directrices, argumentando que no reflejaban adecuadamente los niveles de anemia en la población, especialmente en niños que viven a grandes altitudes.

Gonzales et al. (10) observaron que, al aplicar el modelo de corrección de hemoglobina según altitud de la OMS, la prevalencia de anemia se subestimaba a altitudes inferiores a 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm) y se sobreestimaba a altitudes superiores. Además, identificaron que no había retraso del crecimiento con en niños de 6 a 23 meses de edad con niveles de hemoglobina de 10-12 g/dL, dentro del rango de anemia leve, lo que sugiere que los valores de hemoglobina considerados como anemia leve por la OMS no afectan negativamente al crecimiento infantil, planteando así la necesidad de reconsiderar el umbral de 11 g/dL para definir la anemia en preescolares.

En un estudio similar, Ocas et al. (14) reportaron que, al aplicar los umbrales de la OMS para definir anemia y su modelo de corrección de hemoglobina, se sobreestimaban los casos de anemia y se subestimaban los de policitemia en niños peruanos que viven a grandes altitudes. En consecuencia, sugirieron la adopción de nuevos valores umbrales para anemia y policitemia, basados en desviaciones estándar.

Por otro lado, Aparco et al. (9) señalaron que, al aplicar el modelo de corrección de hemoglobina según altitud de la OMS, se subestimaba la prevalencia de anemia entre los 1400 y 2600 msnm y se sobreestimaba entre los 3000 y 4300 msnm.

En marzo del 2024, la OMS publicó sus nuevas directrices para el diagnóstico de anemia, como respuesta a las numerosas inconsistencias que se señalaban en sus recomendaciones anteriores. En abril, el MINSA adoptó estas directrices en su NTS de anemia y, en junio, presentó sus primeras modificaciones.

Entre las principales modificaciones incluyeron ajustes en los puntos de corte para definir anemia en menores de 5 años y un nuevo modelo de corrección de hemoglobina que se aplica a partir de los 500 msnm y que a partir de los 3000 msnm basa su corrección en datos derivados principalmente de poblaciones de américa central y del sur. (1)

El presente trabajo tiene como objetivo esclarecer la relación entre eritrograma y la altitud en niños de 6 a 59 meses de edad de la región de Tacna

durante el año 2023, basándose en las últimas directrices de la OMS, y en la NTS vigente de anemia del MINSA.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La altitud de residencia tiene asociación con los parámetros del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

En 2018, el gobierno del Perú declaró la lucha contra la anemia infantil como una prioridad nacional mediante el Plan Multisectorial de Lucha contra la Anemia, reconociendo su impacto negativo en el desarrollo infantil y la necesidad de reducir su prevalencia.

En 2023, la OMS reafirmó que la anemia es un problema de salud pública a nivel mundial, destacando que los niños de 6 a 59 meses de edad son una de las poblaciones más vulnerables. Además, en el mismo año, la OMS publicó la “Directriz sobre los valores de corte de hemoglobina para definir la anemia en individuos y poblaciones”, en la cual se modificaron los criterios diagnósticos, incluyendo nuevos puntos de corte de hemoglobina para la identificación de anemia en niños y un ajuste revisado según la altitud de residencia.

Estos cambios generan la posibilidad de que las tasas de anemia no sean tan elevadas como se han reportado previamente y que los parámetros del eritrograma, en especial la hemoglobina, no varíen significativamente con la altitud. En este contexto, se hace necesario un análisis detallado para evaluar

cómo estas actualizaciones impactan en la clasificación de la anemia en niños que residen a diferentes altitudes.

Por lo tanto, esta investigación cobra relevancia al proporcionar evidencia actualizada sobre las variaciones de los parámetros del eritrograma según la altitud, lo que podría contribuir a la optimización de las estrategias de diagnóstico y manejo de la anemia, así como a la formulación de políticas de salud pública más precisas y efectivas.

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la asociación entre la altitud de residencia y los parámetros del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar la proporción de anemia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, según los lineamientos de las NTS del 2017 y 2024.
- b. Determinar si existe asociación entre la altitud de residencia y el desarrollo de anemia en niños 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, cuando se emplean los lineamientos de las NTS del 2017 y 2024.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. A nivel internacional**

Chen et al. (5) realizaron un estudio transversal con el objetivo de determinar la prevalencia y los factores asociados a anemia en niños de 0 a 6 años de edad de la ciudad de Shannan, China durante los años 2020-2022. La población de estudio fue de 12 405 niños. Encontraron que la prevalencia de anemia antes de la corrección de hemoglobina según altitud fue del 15.5% y después de la corrección fue del 57.84%. Los factores de protección fueron el ser niña (OR: 0.89, IC95%: 0.83-0.96), pertenecer a un grupo étnico diferente al tibetano (OR: 0.72, IC95%: 0.58-0.89), tener una edad de entre 4 a menos de 6 meses (OR: 0.40, IC95%: 0.24-0.67) y de entre 6 meses a 6 años (OR: 0.59, IC95%: 0.43-0.82). Los factores de riesgo fueron residir en zonas agrícolas y pastorales (OR: 1.15, IC95%: 1.04-1.28) y residir a más de 4000 msnm (OR: 1.88, IC95%: 1.73-2.04). Concluyeron que la prevalencia de anemia en niños de 0 a 6 años de la ciudad de Shannan fue alta y que puede verse influida por factores como el sexo, etnia, edad, lugar de residencia y altitud.

Liu et al. (6) realizaron un análisis de datos del Proyecto de mejora de la nutrición infantil en zonas pobres de China del año 2018 con el objetivo de determinar los niveles de hemoglobina y la prevalencia de anemia en niños de 6

a 23 meses de edad a diferentes altitudes en zonas pobres de China. Se analizaron los datos de 42 938 niños. Encontraron que el 63.4% de los niños residían a una altitud por debajo de los 1000 msnm con una hemoglobina media del 11.8 g/dL y una prevalencia de anemia del 18.7%. La prevalencia de anemia, aumentó significativamente cuando la altitud de residencia superó los 2500 msnm, oscilando entre el 31.3% y el 83.6%. La prevalencia de anemia fue mayor en el grupo de 6 a 11 meses. Concluyeron que la prevalencia de anemia en niños de 6 a 23 meses que viven en zonas pobres de China es grave, siendo esta aun mayor a altitudes mayores a 2500 msnm.

Sayers et al. (7) realizaron un estudio transversal con el objetivo de determinar cuántos niños que asisten a clínicas de atención primaria en áreas de altitud moderada serían diagnosticados adicionalmente con anemia si se ajustan los niveles de hemoglobina según altitud durante los años 2011-2017. La población de estudio fue de 8578 niños estadounidenses de 11 a 19 meses de edad. Encontraron que la prevalencia de anemia fue del 16.8% para el grupo de altitud baja y del 4.4% para el grupo de altitud moderada. Después de aplicar el modelo de corrección de hemoglobina según altitud de la OMS, la prevalencia de anemia del grupo de altitud moderada ascendió al 14.7%. Además, la no aplicación del modelo de corrección de hemoglobina a altitudes moderadas resultó en una proporción de falsos negativos del 70% (IC del 95%: 0.63-0.76). Concluyeron que la falta de aplicación del modelo de corrección de hemoglobina según altitud de la OMS puede llevar a un subdiagnóstico de anemia en niños estadounidenses que viven en áreas de altitudes moderadas.

Cordero et al. (8) realizaron un análisis de datos de 4 encuestas demográficas y de salud de la población boliviana realizadas entre los años 1998-2016 con el objetivo de comprender la tendencia de anemia en niños de 6 a 59 meses de edad según sus características sociodemográficas y 3 categorías de altitud (baja, media y alta). Se analizaron los datos de 8197 niños. Encontraron que, durante un periodo de 18 años, la prevalencia de anemia fue de más del 50%, con un pico del 62% el año 2008, y un aumento significativo en los niños que vivían a grandes altitudes, pasando del 65.1% al 73.6%. Los factores de riesgo más consistentes para la anemia infantil, independientemente de la altitud, fueron haber presentado diarrea en las últimas 2 semanas, residir en un área rural y tener una madre anémica. Como factores de riesgo significativos adicionales, se encontró que a gran altitud el riesgo de anemia se asociaba con tener una madre sin educación o con educación básica, así como pertenecer al sexo masculino. A mediana altitud, el factor de riesgo significativo fue tener una madre de entre 15 y 19 años. En baja altitud, los factores identificados fueron el bajo peso al nacer, tener una madre sin educación o con educación básica, y una madre adolescente. Concluyeron que es necesario revisar las políticas y programas de anemia y priorizar a los niños con mayor riesgo de padecerla. Además, dado que la deficiencia de hierro solo explica una parte de los casos de anemia infantil, es importante profundizar en el conocimiento de sus otras causas y desarrollar las intervenciones adecuadas.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Aparco et al. (9) realizaron un estudio transversal con el objetivo de determinar el estado de hierro y proponer factores de ajuste de hemoglobina por altitud en niños de 6 a 8 meses de edad de las ciudades de Lima, Arequipa, Cusco y Puno durante los años 2017-2018. La población de estudio fue de 1744 niños. Encontraron que la proporción de deficiencia y reservas bajas de hierro fue mayor en ciudades de altura como Arequipa, Cusco y Puno y que la hemoglobina mostraba un incremento exponencial por cada aumento de 100 msnm. La ecuación de ajuste fue:  $10.34249 \times (1.00007^{Alt})$ . Concluyeron que los niños de ciudades de altura presentaban mayores proporciones de deficiencia y reservas bajas de hierro y que la hemoglobina muestra un incremento exponencial según aumenta la altitud, evidenciando así, la necesidad de aplicar un factor de ajuste.

Gonzales et al. (10) realizaron un estudio transversal. La población de estudio fue de 1 998 923 niños peruanos de entre 6-59 meses de edad. El objetivo fue determinar la altitud a la que aumentan los niveles de hemoglobina en comparación con el nivel del mar, los cambios de los niveles de hemoglobina en relación con la edad y la región del Perú, la prevalencia de anemia obtenida mediante tres modelos de ajuste de hemoglobina según altitud y la asociación de los niveles de hemoglobina con el retraso del crecimiento durante los años 2012-2017. Encontraron un aumento de los niveles de hemoglobina a partir de los 375 msnm, niveles de hemoglobina más bajos a los 6-11 meses, intermedios

a los 12-35 meses y más altos a los 36-59 meses, También se encontró un menor incremento de los niveles de hemoglobina en relación con la altitud en los niños que viven en el sur del Perú en comparación con los niños que viven en los andes centrales. La prevalencia de anemia fue mayor a altitudes  $\geq 2500$  msnm cuando se utilizó el modelo de corrección de hemoglobina según altitud de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) que cuando se utilizó el modelo de corrección de Sharma et al. o el ideado por el estudio. Por otro lado, la prevalencia de anemia a altitudes  $< 2500$  msnm fue menor cuando se utilizó el modelo de corrección de los CDC que cuando se utilizaron los otros 2 modelos. Además, se encontró una menor tasa de retraso del crecimiento para niños de 6-35 meses con niveles de hemoglobina de 10 g/dL y para niños 36-59 meses con niveles de hemoglobina de 11-12 g/dL. Concluyeron que el ajuste de los niveles de hemoglobina según altitud debería ocurrir antes de los 1000 msnm. Los rangos de referencia de hemoglobina deberían ajustarse en grupos más pequeños de edad en lugar del mismo rango de referencia para los 6-59 meses. Además, cuando se utilizó el modelo de corrección de los CDC, la prevalencia de anemia se vio subestimada a altitudes menores a 3000 msnm y sobreestimada a altitudes mayores a 3000 msnm. A edades tempranas, el diagnóstico de anemia leve no repercute en el crecimiento infantil, por lo que, el punto de corte de hemoglobina de 11 g/dl para el diagnóstico de anemia debería reevaluarse. Finalmente, los niveles de hemoglobina más bajos en el sur del Perú en comparación con los andes centrales probablemente se deban a una mayor antigüedad generacional de vida a gran altitud.

Muñoz del Carpio et al. (11) realizaron un estudio descriptivo y retrospectivo con el objetivo de identificar si existe relación entre el diagnóstico de anemia en niños menores de cinco años de edad y la altitud geográfica de procedencia en la región de Arequipa durante los años 2017-2019. La población de estudio fue de 106 499 niños. Encontraron una prevalencia de anemia del 30.5%, una frecuencia de anemia a diferentes altitudes del 18.7% para 0-999 msnm, 29.6% para 1000-1999 msnm, 31.6% para 2000-2999 msnm, 42.9% para 3000-3999 msnm y 54.4% para 4000-4999 msnm, y una similar prevalencia de anemia entre los niños beneficiarios y no beneficiarios de programas asistenciales que brinda el estado como el Sistema Integral de Salud (SIS), Control de Crecimiento y Desarrollo (CRED) y visitas domiciliarias. Concluyeron que existe una relación estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre la hemoglobina y la altitud a la que viven los niños, revelando que a mayor altitud, mayor prevalencia de anemia, y no se observó correspondencia entre la anemia y los programas asistenciales que brinda el estado.

Al-kassab et al. (12) realizaron un estudio transversal con el objetivo de identificar los factores sociodemográficos y nutricionales asociados a anemia en niños peruanos de 1 a 5 años de edad, utilizando datos de la Encuesta Nacional Demográfica y de Salud Familiar del año 2017. La población de estudio fue de 14 720 niños. Encontraron que la prevalencia de anemia fue del 38.5% y que las variables estadísticamente significativas fueron un quintil de riqueza pobre (RP(a): 1.23, IC95%: 1.0-1.4,  $p: 0.01$ ) y muy pobre (RP(a): 1.19, IC95%: 1.0-1.4,  $p: 0.03$ ), grado de instrucción materna nulo o solo educación primaria (RP(a):

1.25, IC95%: 1.0-1.5, p: 0.01), edad materna menor de 19 años (RP(a): 1.34, IC95%: 1.1-1.7, p: <0.01), lugar de nacimiento no institucionalizado (RP(a): 1.24, IC95%: 1.1-1.5, p: <0.01), no consumo de antiparasitarios los últimos 6 meses (RP(a): 1.13, IC95%: 1.0-1.3; p: 0.02) y una altitud geográfica de procedencia  $\geq 4000$  msnm (RP(a): 1.45, IC95%: 1.2-1.8, p: <0.01). Concluyeron que en 2017 la prevalencia de anemia en niños peruanos de 1 a 5 años fue moderada y que existen factores sociodemográficos y nutricionales asociados a esta condición.

Accinelli et al. (13) realizaron un análisis de datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar del año 2017 con el objetivo de determinar los factores que contribuyen al desarrollo de anemia y estimar su prevalencia en niños peruanos de 6 a 35 meses de edad. Se analizaron los datos de 11 364 niños. Encontraron que, cuando se utilizó el punto de corte empleado por el estudio (percentil 5) para definir anemia, la prevalencia se estimó en 7.3%. Sin embargo, cuando se utilizó el punto de corte sugerido por la OMS de 11g/dL y su modelo de corrección de hemoglobina según altitud, la prevalencia se estimó en 43.8%. Los niños que vivían a bajas altitudes presentaban una prevalencia de anemia mayor (8.5%) que los niños que vivían altas altitudes (1.2%). En la selva tropical, la prevalencia de anemia fue mayor (13.5%) que en la sierra (3.3%). Además, observaron que, si se aumenta el acceso al agua potable y se reducen las tasas de desnutrición crónica y de uso de combustibles sólidos en la selva tropical, la prevalencia de anemia podría disminuir hasta en un 45%, 33% y 25% respectivamente.

Ocas et al. (14) realizaron un análisis del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, correspondiente al periodo 2012-2017 con el objetivo de redefinir la magnitud normal de incremento de hemoglobina según altitud en niños de 6 a 59 meses de edad del Perú. Se analizaron los datos de 2 028 701 niños. Se propuso como rango normalidad de hemoglobina a la media  $\pm 2$  desviaciones estándar de poblaciones agrupadas a diferentes rangos de altitud: 0-999, 1000-1999, 2000-2999, 3000-3999 y  $\geq 4000$  msnm. Encontraron que la hemoglobina fue constante entre los 0-999 msnm, aumentando desde los 1000 msnm (11.32 g/dL) hasta altitudes superiores a 4000 msnm (14.54 g/dL). Cuando se utilizó el punto de corte de 11 g/dL sugerido por la OMS para definir anemia, se estimó una prevalencia del 35% para altitudes  $< 1000$  msnm y del 4.5% para altitudes  $> 4000$  msnm. Después de la corrección de la hemoglobina según altitud, la prevalencia de anemia fue del 36% para altitudes  $< 1000$  msnm y del 66% para altitudes  $> 4000$  msnm. Cuando se utilizó el umbral del estudio la prevalencia de anemia fue del 15% para altitudes  $< 1000$  msnm y del 5% para altitudes  $> 4000$  m s. n. La prevalencia de policitemia (hemoglobina  $> 14.5$  g/dL) fue del 1.2% para altitudes  $< 1000$  msnm y del 39.4% para altitudes  $> 4000$  msnm, después de la corrección de la hemoglobina según altitud, la prevalencia de policitemia disminuyó con la altitud. La prevalencia de eritrocitosis excesiva (hemoglobina  $> 19$  g/dL) muestra valores más altos a altitudes  $> 4000$  msnm, mientras que la policitemia definida como una hemoglobina mayor a  $+2$  DE se redujo a gran altitud. Concluyeron que el uso del umbral sugerido por la OMS para definir anemia, junto con su modelo de corrección de hemoglobina según altitud, probablemente sobreestima la

prevalencia de anemia y subestima la de policitemia en niños peruanos que viven a grandes altitudes. Por ello, se sugiere emplear el modelo utilizado en el estudio, ya que está adaptado para poblaciones que habitan en diferentes rangos de altitud.

### **2.1.3. A nivel local**

Román et al. (15) realizaron un estudio transversal con el objetivo de determinar la prevalencia de anemia y los factores sociodemográficos asociados, en niños de 6 a 59 meses de edad que asisten a establecimientos de primer nivel en el departamento de Tacna durante el año 2021. La población del estudio fue de 4553 niños. Encontraron una prevalencia de anemia del 19.96%. Además de, una asociación inversa con las variables edad y nivel de establecimiento de salud, así como, una asociación directa con las variables altitud de residencia y bajo Producto Bruto Interno (PBI) per cápita distrital. Concluyeron que, a pesar de los esfuerzos del estado para reducir las tasas de anemia, persisten las desigualdades debido a diversas características sociodemográficas. La pobreza y la altura están directamente relacionadas con la ruralidad y la exclusión social, que son factores independientes para el desarrollo de anemia en niños menores de 5 años. Se requieren más estudios, especialmente de intervención en la población rural y de bajos recursos.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Eritrograma**

#### **Definición:**

Sección del hemograma que analiza al eritrón, un órgano difuso que comprende entre 25 y 30 millones de eritrocitos circulantes y al tejido eritropoyético en la médula osea que les da su origen. Sus parámetros básicos incluyen a la hemoglobina, hematocrito, recuento eritrocitario y a los índices eritrocitarios. (21)

#### **Hemoglobina:**

La hemoglobina es una proteína especializada en el transporte de oxígeno desde los pulmones hacia los tejidos y de dióxido de carbono desde los tejidos hacia los pulmones. (21)

- **Anemia:**

La disminución de los niveles de hemoglobina por debajo de 10.5 g/dL en niños de 6 a 23 meses y por debajo de 11 g/dL en niños de 24 a 59 meses se define como anemia. (1)

- **Causas de anemia:**

Las principales causas de anemia incluyen las deficiencias nutricionales, los trastornos genéticos de la hemoglobina, las infecciones y diversas condiciones de salud (por ejemplo, problemas ginecológicos en mujeres, enfermedades gastrointestinales, donación frecuente de sangre y

enfermedades crónicas) que causan pérdida de sangre o destrucción de glóbulos rojos. Se estima que la anemia ferropénica constituye alrededor del 60% de todos los casos de anemia a nivel mundial y es la principal causa de discapacidad asociada con esta enfermedad. Las infecciones también son una causa común de anemia, representando entre el 10% y 15% de los casos totales, aunque esta cifra varía dependiendo del entorno y la carga de enfermedades. Se calcula que el 5% de la población mundial porta una variante genética de la hemoglobina que causa trastornos graves, como la anemia falciforme o una forma de talasemia, siendo más prevalente en las poblaciones de África (18%) y Asia (7%). Otra condición genética relevante es la deficiencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, un trastorno hereditario que provoca la destrucción prematura de los glóbulos rojos y puede resultar en anemia. Esta deficiencia es una de las anomalías enzimáticas hereditarias más comunes, y su distribución tiende a coincidir con las regiones donde la malaria es endémica. Es probable que la proporción de anemia causada por trastornos genéticos aumente en los países de ingresos bajos y medios a medida que se logren mejores controles sobre otras causas, como las deficiencias nutricionales y las infecciones. (1)

En el Perú, la principal causa de anemia es la deficiencia de hierro, que afecta principalmente a gestantes y niños pequeños, siendo este último grupo especialmente vulnerable debido a su elevada velocidad de crecimiento y la alta demanda de hierro. (20)

- **Consecuencias de anemia en niños:**

Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) Perú, (27) las consecuencias de anemia en niños menores de tres años se manifiestan a nivel cognitivo, emocional y social. Esta condición puede reducir en un 9% el coeficiente intelectual en comparación con niños que no la han padecido. Además, impacta negativamente en el desarrollo del lenguaje, la memoria, la capacidad de exploración y el aprendizaje. En términos emocionales y sociales, dependiendo de la gravedad de la anemia, los niños pueden presentar comportamientos más retraídos, menor sociabilidad o mayor irritabilidad.

De acuerdo al MINSA (28), la anemia afecta negativamente en el desarrollo cognitivo, motor, comportamiento y crecimiento de los niños especialmente en sus primeros años de vida. Estas limitaciones tienen un impacto directo en la capacidad de aprendizaje y en el futuro desempeño educativo, lo que puede llegar a repercutir en la calidad de vida y en la contribución al desarrollo del país.

Para Zavaleta et al. (20), las consecuencias de anemia por deficiencia de hierro en niños han sido ampliamente estudiadas; abarcando desde efectos inmediatos, como un retraso en el crecimiento, menor respuesta inmunológica, alteraciones en la regulación de la temperatura, y síntomas como fatiga, debilidad, palidez e irritabilidad, hasta efectos a largo plazo potencialmente irreversibles, como alteraciones en el desarrollo motor, cognitivo y conductual que pueden llegar a impactar negativamente en el

desempeño escolar y en la productividad de la vida adulta, afectando tanto a la calidad de vida como a la economía de las personas afectadas.

- **Signos y síntomas de anemia:**

Por lo general la anemia no produce síntomas, (16) sin embargo, los signos clínicos tienden a aparecer cuando la concentración de hemoglobina está por debajo de 7-8 g/dL. (18)

### Signos y síntomas de anemia

Órganos o sistemas afectados	Síntomas y signos
Síntomas generales	Sueño incrementado, astenia, inapetencia, anorexia, irritabilidad, rendimiento físico disminuido, fatiga, vértigos, mareos, cefaleas y alteraciones en el crecimiento. En prematuros y lactantes pequeños, baja ganancia corporal.
Alteraciones en piel y faneras	Piel y membranas mucosas pálidas (signo principal), piel seca, caída del cabello, pelo ralo y uñas quebradizas, aplanadas (platoniquia) o con la curvatura inversa (coiloniquia).
Alteraciones de conducta alimentaria	Pica. Tendencia a comer tierra (geofagia), uñas, cabello, pasta de dientes, entre otros.
Síntomas cardiopulmonares	Taquicardia, soplo y disnea del esfuerzo. Estas condiciones se pueden presentar cuando el valor de hemoglobina es muy bajo (<5 g/dL)
Alteraciones digestivas, infecciones bucodentales	Queilitis angular, estomatitis, glositis (lengua de superficie lisa, sensible, adolorida o inflamada, de color rojo pálido o brillante), entre otros.
Alteraciones inmunológicas	Defectos en la inmunidad celular y la capacidad bactericida de los neutrófilos.
Síntomas neurológicos	Alteración del desarrollo psicomotor del aprendizaje y/o la atención. Alteraciones de las funciones de memoria y pobre respuesta a estímulos sensoriales.

**Fuente:** MINSA, 2024 (29)

- **Diagnóstico y clasificación de anemia en niños:**

**Valor normal de concentración de hemoglobina y nivel de anemia en el niño y la niña de 6 a 59 meses de edad**

Población	Con anemia según niveles de hemoglobina (g/dL)			Sin anemia según niveles de hemoglobina (g/dL)
	Severa	Moderada	Leve	
Niños/as				
De 6 a 23 meses	< 7.0	7.0 – 9.4	9.5 – 10.4	≥ 10.5
De 24 a 59 meses	< 7.0	7.0 – 9.9	10.0 – 10.9	≥ 11.0

Fuente: OMS, 2024. (1) / MINSA, 2024 (18)

#### **Pruebas para el diagnóstico diferencial de anemia**

Prueba	Anemia ferropénica	Talasemia	Enfermedad crónica
Hemoglobina	Disminuido	Disminuido	Disminuido
Recuento eritrocitario	Disminuido	Normal/Elevado	Normal/Disminuido
Volumen corpuscular medio	Disminuido	Disminuido	Normal/Elevado
Hemoglobina corpuscular media	Disminuido	Disminuido	Normal/Elevado
Ferritina sérica	Disminuido	Normal	Elevado

Fuente: MINSA, 2024 (18)

#### **Hematocrito:**

El hematocrito representa la proporción del volumen sanguíneo ocupado por los eritrocitos, expresado como un porcentaje (%) o una fracción decimal, es fundamental para definir la poliglobulia, que se caracteriza por un aumento de la masa eritrocitaria en comparación con los valores de referencia establecidos según edad, sexo y altitud. Se considera poliglobulia cuando el hematocrito supera el 55 % en mujeres y el 60 % en hombres, acompañado de un recuento de eritrocitos mayor a 6 millones por  $\mu\text{L}$ . Este parámetro también guarda una

estrecha relación con el recuento eritrocitario y los niveles de hemoglobina, lo que lo convierte en una herramienta adicional valiosa para el diagnóstico de anemia. Además, resulta indispensable para el cálculo de índices eritrocitarios, como el volumen corpuscular medio en hemogramas manuales y la concentración de hemoglobina corpuscular media en todos los tipos de hemogramas. (21)

**Valores normales de hematocrito en niños y adolescentes en sangre periférica**

Edad		Hematocrito (%)	
		Media	-2 DE
Nacimiento		51	42
1-3 días		56	45
1 semana		54	42
2 semanas		51	39
1 mes		43	31
2 meses		35	28
3-6 meses		35	29
6-24 meses		36	33
2-6 años		40	35
6-12 años		40	35
12-18 años	Mujer	41	36
	Varón	43	37

**Fuente:** Hernández A, 2016. (19)

**Recuento eritrocitario:**

El recuento eritrocitario se refiere a la cantidad de glóbulos rojos presentes en la sangre periférica por unidad de volumen, generalmente expresada en microlitros ( $\mu\text{L}$ ).

Aunque el recuento eritrocitario está estrechamente vinculado con los niveles de hemoglobina y hematocrito, no se recomienda como único parámetro para evaluar la anemia debido a su limitada practicidad, especialmente cuando se obtiene mediante métodos manuales. Además, existen situaciones clínicas en las que puede haber anemia acompañada de eritrocitosis, como ocurre en pacientes con talasemia, o eritrocitopenia sin anemia, como en aquellos con policitemia rubra vera tratados con hidroxiurea, un fármaco que suele causar macrocitosis. Sin embargo, el recuento de eritrocitos es esencial para calcular la hemoglobina corpuscular media, la cual constituye la base de la clasificación morfológica de las anemias. (21)

**Valores normales de recuento eritrocitario en niños y adolescentes en sangre periférica**

		Hematies (millones/uL)	
		Media	-2 DE
Edad			
Nacimiento		4,7	3,9
1-3 días		5,3	4,0
1 semana		5,1	3,9
2 semanas		4,9	3,6
1 mes		4,2	3,0
2 meses		3,8	2,7
3-6 meses		3,8	3,1
6-24 meses		4,5	3,7
2-6 años		4,6	3,9
6-12 años		4,6	4,0
12-18 años	Mujer	4,6	4,1
	Varón	4,9	4,5

**Fuente:** Hernández A, 2016. (19)

## **Índices eritrocitarios:**

También llamados índices corpusculares o índices corpusculares de Wintrobe, fueron introducidos por este autor en 1932 y han sido utilizados durante décadas como base para la clasificación morfológica de las anemias. Independientemente del tipo de hemograma empleado, estos índices abarcan el volumen corpuscular medio (VCM), la hemoglobina corpuscular media (HCM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM). (21)

- **Volumen corpuscular medio:**

Representa el promedio de volumen de cada eritrocito, se calcula utilizando la fórmula: Hematocrito (%) x 10 / Recuento eritrocitario (millones/  $\mu\text{L}$ ), y se expresa en femtolitros (fL), unidad equivalente a  $10^{-15}$  litros. (31, 32)

En los hemogramas automatizados, el VCM se calcula mediante la medición directa de una cantidad significativa de eritrocitos, aproximadamente 70.000 células por duplicado, aunque esta cifra puede variar según el autoanalizador empleado. En términos prácticos, el VCM permite clasificar a los eritrocitos en normocitos (tamaño normal, entre 85 y 95 fL), microcitos (tamaño reducido, menos de 85 fL) y macrocitos (tamaño aumentado, más de 95 fL). Estas categorías están asociadas con distintos tipos de anemia y constituyen la base para las clasificaciones morfológicas de Wintrobe y Bessman. Por ello, garantizar la precisión y

exactitud de este parámetro es fundamental para un diagnóstico adecuado. (21)

**Valores normales de volumen corpuscular medio en niños y adolescentes en sangre periférica**

Edad		VCM (fL)	
		Media	-2 DE
Nacimiento		108	98
1-3 días		108	95
1 semana		107	88
2 semanas		105	86
1 mes		104	85
2 meses		96	77
3-6 meses		91	74
6-24 meses		78	70
2-6 años		81	75
6-12 años		86	77
12-18 años	Mujer	90	78
	Varón	88	78

**Fuente:** Hernández A, 2016. (19)

- **Hemoglobina corpuscular media:**

Representa la carga media de hemoglobina de cada eritrocito, se calcula utilizando la fórmula: Hemoglobina (g/dL) x 10 / Recuento eritrocitario (millones/  $\mu$ L), y se expresa en picogramos (pg), unidad equivalente a  $10^{-12}$  gramos. (31, 32)

La HCM es fundamental para definir los estados de hipocromía, normocromía e hiperchromía y, en combinación con el VCM, permite desarrollar la clasificación morfológica de las anemias según Wintrobe.

Además, este parámetro es altamente confiable y clínicamente aplicable cuando se obtiene a través de autoanalizadores hematológicos modernos. Por su estabilidad, también es una herramienta eficaz para el control de calidad del hemograma. (21)

**Valores normales de hemoglobina corpuscular media en niños y adolescentes en sangre periférica**

Edad		HCM (pg)	
		Media	-2 DE
Nacimiento		34	21
1-3 días		34	21
1 semana		34	28
2 semanas		34	28
1 mes		34	28
2 meses		30	26
3-6 meses		30	25
6-24 meses		27	23
2-6 años		27	24
6-12 años		29	25
12-18 años	Mujer	30	25
	Varón	30	25

**Fuente:** Hernández A, 2016. (19)

- **Concentración de hemoglobina corpuscular media:**

Representa la concentración media de hemoglobina de cada eritrocito, se calcula utilizando la fórmula:  $\text{Hemoglobina (g/dL)} \times 100 / \text{Hematocrito (\%)}$ , y se expresa en g/dL o %. (31, 32)

La CHCM es una herramienta clave para definir los estados de hipocromía, normocromía e hiperchromía. Sin embargo, la hiperchromía es

un concepto teórico más que práctico, con pocas excepciones específicas. Este parámetro también es indispensable para la clasificación morfológica de las anemias según el sistema de Wintrobe, y el grado de disminución de la CHCM se correlaciona directamente con la proporción de células hipocrómicas observadas en el extendido de sangre periférica. Además, gracias a su estabilidad, la CHCM es una herramienta valiosa para el control de calidad en los hemogramas, asegurando la precisión y consistencia en los resultados. (21)

**Valores normales de concentración hemoglobina corpuscular media (CHCM) en niños y adolescentes en sangre periférica**

Edad		CHCM (g/dL)	
		Media	-2 DE
Nacimiento		33	30
1-3 días		33	29
1 semana		33	28
2 semanas		33	28
1 mes		33	29
2 meses		33	29
3-6 meses		33	30
6-24 meses		33	30
2-6 años		34	31
6-12 años		34	31
12-18 años	Mujer	34	31
	Varón	34	31

**Fuente:** Hernández A, 2016. (19)

### **2.2.2. Altitud**

#### **Definición:**

La Real Academia Española define a la altitud como la elevación que existe sobre el nivel del mar. (22)

Según el MINSA, la altitud es la distancia vertical entre un punto de la superficie terrestre y el nivel del mar. (16)

Para el Instituto Geográfico Nacional, la altitud es la distancia vertical medida desde un origen específico hasta un punto en la superficie del terreno, tomando como nivel de referencia, generalmente, el nivel medio del mar. (23)

#### **Clasificación:**

Muñoz del Carpio et al. (11) clasifican a la altitud en 3: baja (0-999 msnm), mediana (1000-2999 msnm) y gran altitud (3000-4999 msnm).

De igual forma, Cordero et al. (8) clasifican a la altitud en 3: baja (<1999 msnm), mediana (2000-2999 msnm) y gran altitud (>3000 msnm).

Por otro lado, Accinelli et al. (13) clasifican a la altitud en 4: baja (0-1524 msnm), moderada (1524-2438 msnm), alta (2438-3657 msnm) y muy alta (3657-5486 msnm).

#### **Impacto de la altitud en el organismo:**

La exposición a grandes altitudes provoca una disminución de la presión barométrica y de la presión de oxígeno atmosférica, provocando así, una hipoxia

hipobárica que afecta al funcionamiento celular. Nuestro organismo en respuesta desarrolla una serie de cambios adaptativos con la finalidad de preservar la homeostasis del medio interno. (24)

- **Impacto de la altitud en el sistema respiratorio:**

El principal desafío al que se enfrenta el cuerpo humano al exponerse a grandes altitudes es la disminución de la presión parcial de oxígeno, lo que provoca hipoxia, responsable de los síntomas y cambios fisiológicos que ocurren para mantener la homeostasis. La aclimatación a la altitud se logra mediante varios mecanismos, como el aumento de la ventilación pulmonar (que produce alcalosis respiratoria), la elevación del número de eritrocitos, la mejora en la capacidad de difusión pulmonar y la eficiencia celular en el uso del oxígeno.

En una fase aguda, la hipoxia provoca vasoconstricción pulmonar, elevando la presión en el ventrículo derecho y en la arteria pulmonar, lo que mejora la relación ventilación/perfusión pulmonar, incrementa la capacidad de difusión pulmonar y reduce el gradiente alvéolo-arterial de oxígeno. Con la aclimatación, se observan cambios como el aumento del perímetro torácico, la mejora en los volúmenes y capacidades pulmonares, la mayor capacidad respiratoria máxima, así como un aumento de la hemoglobina y de la producción de eritropoyetina. También se registra un mayor volumen sanguíneo, con la reducción del volumen

plasmático, y un incremento del área de la membrana alveolar, lo que eleva el contenido arterial de oxígeno y el volumen sanguíneo torácico.

En aquellos individuos expuestos a hipoxia crónica, incluso los recién nacidos, pueden experimentar engrosamiento de la capa media de las células musculares lisas en las arterias pulmonares distales, lo que aumenta la resistencia vascular pulmonar y favorece el desarrollo de hipertensión pulmonar e hipertrofia ventricular derecha. Estos pacientes también presentan una menor ventilación por minuto, una respuesta disminuida de los quimiorreceptores periféricos a la presión arterial de oxígeno y dióxido de carbono, un aumento de la capacidad vital forzada y volumen residual, y una disminución de la capacidad residual funcional.

El mal de montaña agudo, una mala adaptación aguda a la altitud, se caracteriza por cefaleas, alteraciones del sueño, mareos, hipoxemia severa y un aumento de la presión pulmonar. Una complicación grave de esta adaptación es el edema pulmonar de altura, resultado de la vasoconstricción pulmonar e hipertensión pulmonar hipóxica severa, lo que aumenta la permeabilidad de la membrana alvéolo-capilar y puede ser potencialmente mortal. Por otro lado, la pérdida de adaptación crónica, conocida como mal de montaña crónica, se observa en personas que viven a gran altitud y se presenta con reducción de la ventilación alveolar (que empeora durante el sueño), hipoxemia, aumento de la eritropoyetina, policitemia excesiva, hipertensión pulmonar severa, hipertrofia ventricular derecha e incluso insuficiencia cardíaca congestiva. (25)

- **Impacto de la altitud en el sistema cardiovascular:**

De forma aguda, se observa un aumento en la frecuencia cardíaca, que es uno de los principales mecanismos compensatorios del cuerpo, causado por un incremento en la actividad simpática y de la liberación de catecolaminas, además de estar asociado a una mayor actividad de la endotelina. <sup>1</sup> debido a la hipoxia. La activación del sistema simpático aumenta el flujo sanguíneo pulmonar, provoca vasoconstricción pulmonar y reduce la excreción urinaria de sodio, lo que eleva los niveles de aldosterona, arginina-vasopresina y líquido extracelular, contribuyendo al desarrollo del edema pulmonar de altura.

Existe desacuerdo respecto a cómo la altitud afecta la presión arterial. Mientras que algunos estudios indican que el sistema renina-angiotensina-aldosterona se inactiva por encima de los 3400 metros sobre el nivel del mar (msnm), otros hallaron que a 5400 msnm se observa un aumento de la presión arterial, especialmente durante la noche. Este aumento nocturno de la presión podría ser causado por una menor oxigenación durante el sueño, lo que estimula los quimiorreceptores y aumenta la actividad simpática, junto con la apnea central característica del sueño a gran altitud, el mal de montaña agudo y el estrés psicológico. A su vez, la presión sistólica disminuye como resultado de la vasodilatación provocada por la hipoxia, que busca mantener los niveles normales de oxígeno en la sangre, mientras que los niveles de renina disminuyen y los de la enzima convertidora de angiotensina aumentan.

En cuanto a los efectos deletéreos, se sabe que la hipoxia crónica puede llevar a una hipertensión pulmonar, hipertrofia del ventrículo derecho e insuficiencia cardíaca derecha debido a la vasoconstricción pulmonar hipóxica. Sin embargo, se ha observado que las personas que viven a gran altitud, como en las zonas andinas, presentan una menor prevalencia de enfermedades coronarias, así como una menor tasa de mortalidad por cardiopatía isquémica y accidentes cerebrovasculares, en comparación con las que viven a menor altitud. (25)

- **Impacto de la altitud en el sistema hematológico:**

Los cambios en las variables hematológicas debido a los aumentos de la altitud son bien conocidos. De manera aguda, se produce una disminución en la presión parcial de oxígeno y en la saturación arterial de hemoglobina, concomitantemente se produce un aumento del contenido arterial de oxígeno por reducción del volumen plasmático. Como resultado, la hipoxia estimula la producción de eritrocitos y eleva el hematocrito para mantener niveles normales de concentración de oxígeno. Además, la escasa disponibilidad de hierro inactiva las prolin hidroxilasas en los túbulos renales, lo que activa la transcripción y síntesis de eritropoyetina. Esta hormona aumenta entre 6 a 24 horas después de ascender por encima de los 2000 msnm. También se observa un aumento de los reticulocitos y la transferrina, mientras que la ferritina disminuye. En los habitantes de altura, la hipoxia crónica provoca un incremento en el número de eritrocitos y en la concentración de hemoglobina. Sin embargo, en algunos

pueblos nativos de altura, como los tibetanos del Himalaya y los etíopes, no se presentan estos aumentos en los niveles de hemoglobina, lo cual podría ser resultado de un proceso adaptativo debido al largo tiempo de residencia en altitudes elevadas. Este menor nivel de hemoglobina se ha vinculado a un mayor éxito reproductivo y mejor capacidad funcional para el ejercicio. Por otro lado, los niveles de hierro se encuentran elevados para asegurar que las reservas se mantengan dentro de los rangos normales y estén disponibles para la eritropoyesis. También se observan diferencias en los niveles de hemoglobina y hematocrito entre sexos a la misma altitud, siendo más bajos en las mujeres, lo que podría estar relacionado con la progesterona y el estradiol, que estimulan la ventilación y reducen la saturación de oxígeno, con menor estimulación. (25)

- **Impacto de la altitud en el sistema renal:**

Durante la exposición aguda a gran altitud, se observa un aumento inicial del flujo sanguíneo renal, que luego disminuye, junto con un incremento de la excreción urinaria de bicarbonato (como respuesta a la alcalosis respiratoria), proteinuria y de la producción de eritropoyetina, que alcanza su pico entre las 24 y 48 horas. Además, también se observa una reducción la tasa de filtración glomerular (TFG). Cuando la adaptación renal a la altura no es adecuada, se presenta lo que se conoce como síndrome renal de gran altura, que se caracteriza por policitemia excesiva, hipertensión arterial, hiperuricemia y un aumento de la proteinuria.

El riñón es especialmente vulnerable a la hipoxia debido a su compleja red vascular y al elevado consumo de oxígeno en los túbulos renales, requerido para el intercambio de solutos. Alrededor del 80% del oxígeno total consumido por este órgano se destina a la reabsorción activa de sodio a lo largo de la nefrona. En este contexto, la exposición a la altitud, que conlleva una reducción de la presión parcial de oxígeno en el tejido renal, podría favorecer el desarrollo de enfermedad renal crónica. La hipoxia contribuye al desarrollo de esta patología al producir fibrosis renal por activación de miofibroblastos en el espacio intersticial y propiciar un estado de inflamación persistente.

En altitudes elevadas, también se observa un mayor riesgo de glomeruloesclerosis focal y segmentaria. En pacientes con enfermedad renal crónica que reciben diálisis y residen en zonas altas, se ha encontrado que la saturación de oxígeno disminuye a medida que aumenta la altitud, y esta variación también se refleja durante las sesiones de hemodiálisis. Además, la enfermedad renal crónica y la diálisis peritoneal pueden ser factores de riesgo para el desarrollo de edema agudo pulmonar de altura, debido a la sobrecarga de líquidos y la hipertensión pulmonar asociada a estos pacientes. Por último, el equilibrio ácido-base también se ve alterado por la altitud; el ascenso a gran altura provoca hipocapnia y alcalosis respiratoria, que es compensada por la eliminación renal de bicarbonato. (25)

- **Impacto de la altitud en el sistema nervioso:**

El sistema nervioso es especialmente susceptible a la hipoxia debido al alto consumo de oxígeno que requiere el cerebro. En condiciones normales, el sistema nervioso utiliza aproximadamente el 20% del oxígeno del cuerpo y recibe un flujo sanguíneo de 45-50 ml/100 gramos de tejido por minuto, el cual puede verse alterado por factores como la presión arterial, la presión parcial de oxígeno. ( $PaO_2$ ) y la presión parcial de dióxido de carbono ( $PaCO_2$ ). Estos cambios pueden resultar en una entrega insuficiente de oxígeno a las células neuronales, lo que puede causar disfunción o muerte celular. Para contrarrestar esto, el cerebro activa mecanismos de autorregulación, como la vasoconstricción o vasodilatación de los vasos sanguíneos, con el fin de mantener un flujo sanguíneo.

La hipoxemia aguda causada por la altitud reduce la  $PaO_2$ , lo que aumenta el flujo sanguíneo cerebral mediante la dilatación de los vasos sanguíneos, la activación de los quimiorreceptores centrales y periféricos, y la hiperventilación, todo con el fin de asegurar una adecuada perfusión cerebral. Esta hipoxia aguda puede afectar la función cerebral, y se ha demostrado que algunas pruebas neuropsicométricas, cognitivas y motoras se alteran tras una exposición repentina a gran altitud. En la exposición crónica, el flujo sanguíneo cerebral retorna a sus niveles normales, mientras que la policitemia, el aumento de la eritropoyesis, la angiogénesis y el remodelado capilar contribuyen a mantener la

oxigenación cerebral. La mala adaptación cerebral a la altura puede dar lugar a una condición grave conocida como edema cerebral de altura, que se desarrolla debido a una autorregulación cerebral alterada, con un aumento del flujo sanguíneo cerebral y de la presión capilar, provocado por la reducción de la excreción de sodio y el aumento de aldosterona y arginina-vasopresina. Esto culmina en la formación de edema vasogénico. Además, se han identificado otros factores como la liberación de radicales libres y citoquinas inflamatorias, que alteran la permeabilidad de la barrera hematoencefálica y bloquean la bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPasa}$ , favoreciendo el desarrollo del edema. (25)

- **Impacto de la altitud en el sistema endocrino:**

La exposición a la altura afecta el sistema neuroendocrino e inmunológico, generando respuestas de estrés mediadas por la hipoxia, como la liberación de catecolaminas y alteraciones hormonales. Los cambios en el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal varían según la duración de la exposición: algunos estudios reportan aumentos en cortisol tras ejercicio a gran altitud, mientras que los residentes crónicos muestran niveles más bajos que los excursionistas temporales. Además, la exposición crónica puede suprimir el eje gonadal, afectando la ovulación y el embarazo debido a un incremento de la hormona liberadora de corticotropina.

El eje tiroideo también sufre alteraciones. Durante la exposición aguda, se ha observado un aumento de TSH y T4 libre, con retorno a niveles basales tras la aclimatación, mientras que los residentes crónicos en mayor altitud

presentan niveles elevados de T4 libre, pero sin cambios significativos en TSH y T3 libre.

En cuanto a otras hormonas, se ha documentado una reducción de estradiol, progesterona, prolactina, dehidroepiandrosterona y androstenediona en la altura, mientras que la testosterona tiende a incrementarse, favoreciendo la eritropoyesis.

El ejercicio físico intenso a gran altitud afecta parámetros como la disminución de leptina y homocisteína, y el aumento de mioglobina, insulina y proteína C reactiva, sin cambios en creatina quinasa ni lactato deshidrogenasa, evidenciando un impacto en la función muscular y el metabolismo lipídico. También se han registrado niveles más bajos de glucosa basal y posprandial, así como una menor incidencia de diabetes en altura. (25)

- **Impacto de la altitud en el sistema digestivo:**

La altura tiene un impacto significativo en el sistema digestivo, aunque es un área poco estudiada. Durante la exposición aguda, a más de 2500 msnm, los síntomas más comunes son diarrea, náuseas y vómitos, atribuidos a la hipoperfusión esplácnica, la lesión de la barrera intestinal y el estrés hipóxico y oxidativo. La microbiota intestinal también varía según la altitud: a nivel del mar predomina el género *Campylobacter*, mientras que en los pobladores del Tíbet (3000-4000 msnm) *P. gingivalis*, asociada a enfermedades periodontales y sistémicas.

La hipoxia influye en las hormonas que regulan el apetito. En la altura crónica, se observan niveles reducidos de grelina y aumentos de leptina, glucagón y gastrina, vinculados con la pérdida de peso. Sin embargo, en la exposición aguda los niveles de grelina pueden aumentarse.

En cuanto a enfermedades digestivas, las personas que viven a gran altitud tienen mayor riesgo de sufrir pancreatitis aguda, litiasis vesicular y vólvulo de sigmoides. (25)

- **Impacto de la altitud en la fisiología reproductiva:**

La altura impacta en la fisiología reproductiva, tanto en hombres como en mujeres, principalmente debido a la hipoxia. En varones, la exposición aguda reduce la motilidad espermática sin alterar el volumen seminal ni la concentración de hormonas como FSH, testosterona o estradiol, aunque la LH puede aumentar. En exposiciones crónicas, disminuyen el recuento, motilidad y supervivencia de espermatozoides, junto con niveles de LH, prolactina y testosterona, aunque estos efectos son reversibles tras el retorno a nivel del mar.

En mujeres, la exposición crónica a gran altitud está asociada con menarquia tardía, menopausia temprana, ciclos menstruales más irregulares y un período reproductivo más corto, debido al deterioro ovárico causado por la hipoxia. Se han observado variaciones hormonales, como niveles elevados de FSH y estradiol en la fase folicular temprana, y mayor saturación de oxígeno durante la fase lútea.

En gestantes, la altura incrementa el riesgo de preeclampsia, especialmente en aquellas con hemoglobina elevada, como se ha reportado en nativos de Cerro de Pasco, Perú (4380 msnm). (25)

- **Impacto de la altitud en las diferentes etapas de la vida:**

La altura afecta significativamente la fisiología desde el nacimiento hasta la vejez. Los recién nacidos a elevadas alturas presentan menor peso al nacer, relacionado con restricción del crecimiento intrauterino por disminución del flujo útero-placentario, hiperviscosidad sanguínea y menor disponibilidad de glucosa. También tienen mayor incidencia de abortos espontáneos, malformaciones congénitas y mortalidad fetal. Su sistema circulatorio muestra hipertensión pulmonar, hipertrofia del ventrículo derecho y cambios vasculares persistentes hasta la adultez, además de policitemia, hipoxemia y acidosis respiratoria.

En niños que residen en altitudes elevadas, se observa menor saturación de oxígeno, menor crecimiento en peso y superficie corporal, y mayor presión arterial pulmonar, con hipertrofia de las cavidades derechas del corazón. También presentan glomerulomegalia en comparación con los que viven a nivel del mar.

En adultos mayores, la exposición a la altura genera mayor hipoxemia, hipertensión pulmonar y activación simpática. En pacientes con enfermedad coronaria, aumenta el riesgo de isquemia aguda si no se aclimatan. Además, hay mayor prevalencia de hipertensión arterial debido a factores como hipoxia crónica, disfunción renal y alteraciones del

sistema renina-angiotensina-aldosterona, agravados por el envejecimiento. (25)

### **Corrección de los niveles de hemoglobina según altitud:**

Se sugiere ajustar las concentraciones de hemoglobina al diagnosticar anemia en individuos y comunidades, considerando el impacto de la altitud del lugar de residencia en dichos valores, especialmente en altitudes inferiores a los 2500 msnm, donde habita más del 98% de la población mundial. (1)

El ajuste de los niveles de hemoglobina influye significativamente en la estimación de la prevalencia de anemia en países donde una proporción considerable de la población reside en zonas de gran altitud. Un ejemplo claro es Perú, donde el 30% de sus habitantes vive a más de 2000 msnm. Aunque se ha establecido una relación consistente entre los niveles de hemoglobina y la altitud en personas que habitan por debajo de los 3000 msnm, quienes residen a altitudes mayores durante varias generaciones presentan niveles de hemoglobina más bajos en comparación con aquellos con una exposición más corta. (17)

En Perú, la población de los Andes del Sur posee una mayor antigüedad generacional en altitudes elevadas en comparación con la de los Andes Centrales. De manera similar, en el Himalaya, la etnia tibetana cuenta con una mayor permanencia generacional en zonas de gran altitud en comparación con la población han. (10)

El ajuste del valor de hemoglobina se aplica para altitudes superiores a 500 msnm, considerando la residencia de los últimos 4 meses. (18)

**Ajustes a la concentración de hemoglobina (g/dL) según la altitud de residencia**

Rangos de elevación (msnm)	Ajustes en la concentración de hemoglobina (g/dL) Disminuir:
1- 499	0
500-999	0,4
1000-1499	0,8
1500-1999	1,1
2000-2499	1,4
2500-2999	1,8
3000-3499	2,1
3500-3999	2,5
4000-4499	2,9
4500-4999	3,3
5000-5500	4,0

**Fuente:** OMS, 2024. (1) / MINSA, 2024. (29)

**2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

- **Eritrograma:** Sección del hemograma que analiza al eritrón, un órgano difuso que comprende entre 25 y 30 millones de eritrocitos circulantes y al tejido eritropoyético en la médula osea que les da su origen. Sus parámetros básicos incluyen a la hemoglobina, hematocrito, recuento eritrocitario y a los índices eritrocitarios. (21)
- **Hemoglobina:** Proteína especializada en el transporte de oxígeno desde los pulmones hacia los tejidos y de dióxido de carbono desde los tejidos

hacia los pulmones. (21) En niños de 6 a 23 meses edad se considera normal cuando es  $\geq 10.5$  g/dL y en niños de 24 a 59 meses de edad cuando es  $\geq 11$  g/dL. (1)

- **Anemia:** Valores de hemoglobina  $< 10.5$  g/dL en niños de 6 a 23 meses y  $< 11$  g/dL en niños de 24 a 59 meses de edad. (1)
- **Hematocrito:** Proporción del volumen sanguíneo ocupado por los eritrocitos, expresado en porcentaje. (21) En niños de 6 a 24 meses edad se considera normal cuando es  $\geq 33\%$  y disminuido cuando está por debajo de este valor. En el caso de niños de 25 a 59 meses de edad, se considera normal cuando es  $\geq 35\%$  y disminuido cuando está por debajo de este valor. (19)
- **Recuento eritrocitario:** Cantidad de glóbulos rojos presentes en la sangre periférica por unidad de volumen, generalmente expresada en microlitros. (21) En niños de 6 a 24 meses edad se considera normal cuando es  $\geq 3.7$  millones/uL y disminuido cuando está por debajo de este valor. En el caso de niños de 25 a 59 meses de edad, se considera normal cuando es  $\geq 3.9$  millones/uL y disminuido cuando está por debajo de este valor. (19)
- **Volumen corpuscular medio:** Representa el promedio de volumen de cada eritrocito, se expresa en femtolitros. (32) En niños de 6 a 24 meses edad se considera normal cuando es  $\geq 70$  fL y disminuido cuando está por debajo de este valor. En el caso de niños de 25 a 59 meses de edad, se

considera normal cuando es  $\geq 75$  fL y disminuido cuando está por debajo de este valor. (19)

- **Hemoglobina corpuscular media:** Representa la carga media de hemoglobina de cada eritrocito, se expresa en picogramos. (32) En niños de 6 a 24 meses edad se considera normal cuando es  $\geq 23$  pg y disminuido cuando está por debajo de este valor. En el caso de niños de 25 a 59 meses de edad, se considera normal cuando es  $\geq 24$  pg y disminuido cuando está por debajo de este valor. (19)
- **Concentración de hemoglobina corpuscular media:** Representa la concentración media de hemoglobina de cada eritrocito, se expresa en g/dL. (32) En niños de 6 a 24 meses edad se considera normal cuando es  $\geq 30$  g/dL y disminuido cuando está por debajo de este valor. En el caso de niños de 25 a 59 meses de edad, se considera normal cuando es  $\geq 31$ g/dL y disminuido cuando está por debajo de este valor. (19)
- **Altitud:** Distancia vertical medida desde un origen específico hasta un punto en la superficie del terreno, tomando como nivel de referencia, generalmente, el nivel medio del mar. (23) Según Muñoz del Carpio et al. (11) podemos dividir a la altitud en 3 niveles: baja (0-999 msnm), mediana (1000-2999 msnm) y gran altitud (3000-4999 msnm).
- **Niño:** Ser humano único y singular, con deseos y la capacidad de experimentar y expresar emociones. Posee derechos y responsabilidades, y su crecimiento y desarrollo dependen de su potencial genético, su proceso interno y la influencia del entorno. (26)

- **Establecimientos de salud:** Unidades organizadas para la prestación de servicios médicos, desde la atención primaria hasta procedimientos de alta complejidad. Se clasifican en tres niveles según su capacidad resolutive y los servicios que ofrecen.

El primer nivel de atención comprende establecimientos de baja complejidad que priorizan la atención ambulatoria, la prevención, la promoción de la salud y el tratamiento de enfermedades comunes. Se subdivide en cuatro categorías:

- ✓ Categoría I-1: Puestos de salud sin médicos cirujanos, atendidos por personal de enfermería u otros profesionales de salud.
- ✓ Categoría I-2: Centros o puestos de salud con médicos cirujanos, pero sin internamiento.
- ✓ Categoría I-3: Establecimientos con atención médica especializada ambulatoria y servicios de apoyo diagnóstico básicos.
- ✓ Categoría I-4: Centros de salud con internamiento, que además de la atención ambulatoria, cuentan con hospitalización de corta estancia y algunos servicios de emergencia.

El segundo nivel de atención está conformado por hospitales de mediana complejidad, con especialidades médicas y capacidad de internamiento.

El tercer nivel de atención incluye hospitales de alta complejidad y centros especializados con tecnología avanzada, donde se atienden patologías graves que requieren intervenciones especializadas y multidisciplinarias.

(39)

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de la presente investigación es observacional, descriptivo y comparativo de corte transversal.

#### **3.2. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO DE ESTUDIO**

##### **3.2.1. Población:**

La población del estudio estuvo conformada por todos los niños de 6 a 59 meses de edad de la región de Tacna que participaron en el proyecto de investigación “Estatus del hierro en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a tres diferentes altitudes de la región Arequipa y Tacna: Asociación entre los niveles de hemoglobina con el crecimiento y desarrollo cognitivo-psicomotor”, alcanzando un total de 168 niños.

##### **3.2.2. Muestra:**

No se calculó una muestra, ya que se estudió al 100% de la población tacneña del proyecto “Estatus del hierro en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a tres diferentes altitudes de la región Arequipa y Tacna: Asociación entre los niveles de hemoglobina con el crecimiento y desarrollo cognitivo-psicomotor”.

### 3.2.3. Muestreo:

No se utilizó muestreo para esta investigación

### 3.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN

#### a) Criterios de inclusión:

- ✓ Niños de 6 a 59 meses de edad de la región de Tacna que fueron atendidos durante el año 2023.
- ✓ Niños que hayan residido en su distrito durante al menos 4 meses.

#### b) Criterios de exclusión:

- ✓ Niños menores de 6 meses o mayores de 59 meses.
- ✓ Niños que no sean de la región de Tacna.
- ✓ Niños que hayan residido en su distrito durante menos de 4 meses.
- ✓ Niños que no cuenten con variables de interés.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	CATEGORIAS	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>				
<b>Altitud de residencia</b>		msnm	Baja altitud: 0 a 999 msnm Mediana altitud: 1000 a 2999 msnm Gran altitud: 3000 a 4999 msnm	Ordinal
		Edad	6 a 23 meses 24 a 59 meses	Nominal
<b>Características sociodemográficas</b>		Sexo	Masculino Femenino	Nominal
		Provincia	Tacna Tarata Candarave	Nominal

Jorge Basadre			
Distrito	Tacna Tarata Alto de la Alianza Candarave Gregorio Albarracín Palca		Nominal
Quintil	Q1 (Muy pobre) Q2 (Pobre) Q3 (Medio) Q4 (Rico) Q5 (Muy rico)		Ordinal
Establecimiento de salud	I-1 I-2 I-3 I-4		Ordinal

#### VARIABLES DEPENDIENTES

<b>Eritrograma</b>	Hemoglobina en niños de 6 a 23 meses de edad	g/dL	Normal: $\geq 10.5$ g/dL Disminuido: $< 10.5$ g/dL	Ordinal
	Hemoglobina en niños de 24 a 59 meses de edad	g/dL	Normal: $\geq 11$ g/dL Disminuido: $< 11$ g/dL	Ordinal
	Hematocrito en niños de 6 a 24 meses de edad	%	Normal: $\geq 33\%$ Disminuido: $< 33\%$	Ordinal
	Hematocrito en niños de 25 a 59 meses de edad	%	Normal: $\geq 35\%$ Disminuido: $< 35\%$	Ordinal
	Recuento eritrocitario en niños de 6 a 24 meses de edad	millones/ $\mu$ L	Normal: $\geq 3.7$ millones/ $\mu$ L Disminuido: $< 3.7$ millones/ $\mu$ L	Ordinal
	Recuento eritrocitario en niños de 25 a 59 meses de edad	millones/ $\mu$ L	Normal: $\geq 3.9$ millones/ $\mu$ L Disminuido: $< 3.9$ millones/ $\mu$ L	Ordinal
	VCM en niños de 6 a 24 meses de edad	fL	Normal: $\geq 70$ fL Disminuido: $< 70$ fL	Ordinal
	VCM en niños de 25 a 59 meses de edad	fL	Normal: $\geq 75$ fL Disminuido: $< 75$ fL	Ordinal
	HCM en niños de 6 a 24 meses de edad	pg	Normal: $\geq 23$ pg Disminuido: $< 23$ pg	Ordinal

HCM en niños de 25 a 59 meses de edad	pg	Normal: $\geq 24$ pg Disminuido: $< 24$ pg	Ordinal
CHCM en niños de 6 a 24 meses de edad	g/dL	Normal: $\geq 30$ g/dL Disminuido: $< 30$ g/dL	Ordinal
CHCM en niños de 25 a 59 meses de edad	g/dL	Normal: $\geq 31$ g/dL Disminuido: $< 31$ g/dL	Ordinal

### 3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.5.1. Técnica

La técnica utilizada en este estudio fue el análisis documental, ya que se revisó la base de datos del proyecto “Estatus del hierro en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a tres diferentes altitudes de la región Arequipa y Tacna: Asociación entre los niveles de hemoglobina con el crecimiento y desarrollo cognitivo-psicomotor”.

#### 3.5.2. Instrumentos

El instrumento que se utilizó en esta investigación fue una ficha de recolección de datos que constó de 3 secciones principales:

- a) **Características sociodemográficas:** Esta sección incluyó cinco apartados clave: edad, género, provincia, distrito y el establecimiento de salud.
- b) **Altitud de residencia:** La clasificación de la altitud se realizó en tres categorías: baja (0-999 msnm), mediana (1000-2999 msnm) y gran (3000-4999 msnm) altitud, siguiendo los criterios establecidos por Muñoz del Carpio et al. (11)

- c) Eritrograma:** Se incluyeron los parámetros frecuentemente empleados en la práctica clínica: hemoglobina, hematocrito, recuento eritrocitario e índices corpusculares (VCM, HCM, CHCM).

### **3.6. ACCIONES Y ACTIVIDADES**

Se solicitó permiso a la Universidad Jorge Basadre Grohmann para poder llevar a cabo la investigación, posteriormente se solicitó acceso a la base de datos del proyecto de investigación “Estatus del hierro en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a tres diferentes altitudes de la región Arequipa y Tacna: Asociación entre los niveles de hemoglobina con el crecimiento y desarrollo cognitivo-psicomotor” como se detalla en el anexo N° 03.

Los datos recopilados fueron inicialmente organizados utilizando el programa computacional Microsoft Excel 2016, donde se realizó la codificación de las variables características sociodemográficas, altitud de residencia y eritrograma. Posteriormente, el análisis estadístico se llevó a cabo mediante el software IBM SPSS Statistics versión 25. Este programa permitió realizar un análisis descriptivo y bivariado, con pruebas de normalidad y comparación entre grupos. Además, se emplearon técnicas gráficas y tablas dinámicas generadas por SPSS y Excel para facilitar la interpretación y presentación de los resultados obtenidos.

### **3.7. PROCESAMIENTO DE DATOS**

El análisis estadístico de esta investigación incluyó medidas de estadística descriptiva, tales como la media, la desviación estándar y las frecuencias

absolutas y relativas, estableciendo, además, un nivel de significancia del 5% (0.05) como criterio para el rechazo de las hipótesis nulas. Para evaluar la distribución de los datos, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

En el análisis bivariado, se aplicaron pruebas estadísticas seleccionadas según la distribución de los datos; así, para la comparación de dos grupos se utilizaron la prueba t de Student, en caso de distribución normal, y la U de Mann-Whitney para distribuciones no normales.

Adicionalmente, en el análisis de tablas de contingencia, se empleó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, junto con el cálculo de la razón de momios (odds ratio) y su respectivo intervalo de confianza del 95%, lo que permitió estimar la magnitud de la asociación entre las variables analizadas.

### **3.8. ASPECTOS ÉTICOS**

Esta investigación cuenta con la autorización para el procesamiento de la base de datos del proyecto “Estatus del hierro en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a tres diferentes altitudes de la región Arequipa y Tacna: Asociación entre los niveles de hemoglobina con el crecimiento y desarrollo cognitivo-psicomotor”, conforme se detalla en el Anexo N° 03.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. RESULTADOS**

Se analizaron los datos de todos los niños de 6 a 59 meses de edad de la región de Tacna que participaron en el proyecto de investigación “Estatus del hierro en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a tres diferentes altitudes de la región Arequipa y Tacna: Asociación entre los niveles de hemoglobina con el crecimiento y desarrollo cognitivo-psicomotor”, que fueron un total de 168 niños. Tras aplicar los criterios de selección, se excluyeron a 42 niños del estudio por las siguientes razones: 38 superaban los 59 meses de edad, 1 presentaba una estancia distrital inferior a 4 meses, 2 no eran originarios de la región de Tacna y 1 carecía de un parámetro relevante del eritrograma. La muestra final fue de 126 niños que cumplieron con los criterios de selección detallados en su respectivo capítulo.

Previo al análisis estadístico bivariado, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la distribución de los datos de los distintos parámetros del eritrograma. Con base en estos resultados, se determinó que la hemoglobina ajustada según altitud y el recuento eritrocitario cumplían con los criterios para el uso de pruebas paramétricas, mientras que la hemoglobina, el hematocrito, el VCM, la HCM y la CHCM requirieron el uso de pruebas no paramétricas, debido a la distribución observada en los datos.

**TABLA N° 01**

**DISTRIBUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS Y LA ALTITUD DE RESIDENCIA DE LOS NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**

<b>Características sociodemográficas</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Edad</b>		
6 a 23 meses	64	50.8%
24 a 59 meses	62	49.2%
<b>Sexo</b>		
Masculino	67	53.2%
Femenino	59	46.8%
<b>Provincia</b>		
Tacna	89	70.6%
Candarave	21	16.7%
Tarata	16	12.7%
Jorge Basadre	0	0%
<b>Distrito</b>		
Gregorio Albarracín	63	50%
Candarave	21	16.7%
Tarata	16	12.7%
Tacna	12	9.5%
Palca	11	8.7%
Alto de la Alianza	3	2.4%
<b>Quintil de riqueza</b>		
Q1 (Muy pobre)	48	38.1%
Q2 (Pobre)	0	0%
Q3 (Medio)	63	50%
Q4 (Rico)	3	2.4%
Q5 (Muy rico)	12	9.5%
<b>Establecimiento de salud</b>		
I-1	9	7.1%
I-2	24	19%
I-3	86	68.3%
I-4	7	5.6%
<b>Altitud de residencia</b>		
Baja altitud (0-999 msnm)	78	61.9%
Mediana altitud (1000-2999 msnm)	0	0%
Gran altitud (3000-4999 msnm)	48	38.1%

**Fuente:** Ficha de recolección de datos.

## **INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 01 se observa que la distribución por edad en el grupo de 6 a 23 meses es del 50.8% (N=64), y en el grupo de 24 a 59 meses es del 49.2% (N=62).

En cuanto al sexo, predomina ligeramente el masculino con un 53.2% (N=67), mientras que el femenino representa el 46.8% (N=59).

Respecto a la provincia de residencia, la mayoría de los niños residen en la provincia de Tacna con un 70.6% (N=89), seguido de Candarave con un 16.7% (N=21), y finalmente Tarata con un 12.7% (N=16).

En relación a la distribución por distrito, el mayor porcentaje de niños pertenece al distrito Gregorio Albarracín, con un 50% (N=63), le siguen Candarave con un 16.7% (N=21), Tarata con un 12.7% (N=16), Tacna con un 9.5% (N=12), Palca con un 8.7% (N=11) y, finalmente, Alto de la Alianza con un 2.4% (N=3).

En cuanto a la distribución por quintil de riqueza, el mayor porcentaje de niños pertenece al Q3 (Medio) con un 50% (N=63), seguido del Q1 (Muy pobre) con un 38.1% (N=48), el Q5 (Muy rico) con un 9.5% (N=12) y el Q4 (Rico) con un 2.4% (N=3).

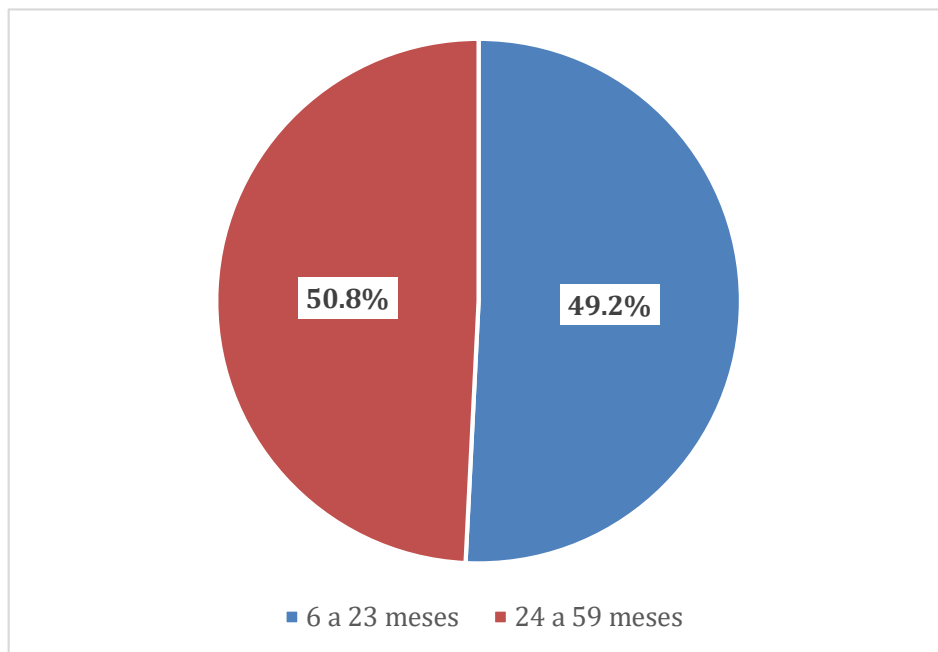
Respecto a la distribución por establecimiento de salud, en función a su categorización, la mayoría de los niños fueron atendidos en establecimientos de salud de categoría I-3, representando un 68.3% (N=86). Le siguen los

establecimientos de categoría I-2 con un 19% (N=24), los de categoría I-1 con un 7.1% (N=9), y finalmente los de categoría I-4 con un 5.6% (N= 7).

En relación con la altitud de residencia, el 61.9% (N=78) de los niños residía entre los 0-999 msnm (Baja altitud), mientras que el 38.1% (N=48) residía entre los 3000-4999 msnm (Gran altitud).

**GRÁFICO N° 01**

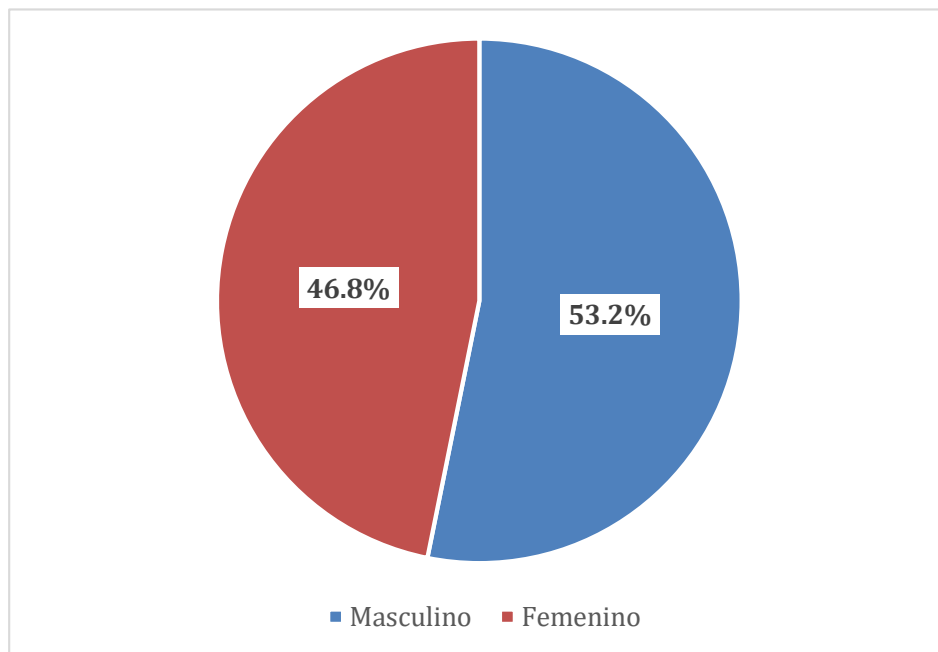
**DISTRIBUCIÓN DE LA EDAD DE LOS NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD  
QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA  
DURANTE EL AÑO 2023**



**Fuente:** Tabla N° 01.

**GRÁFICO N° 02**

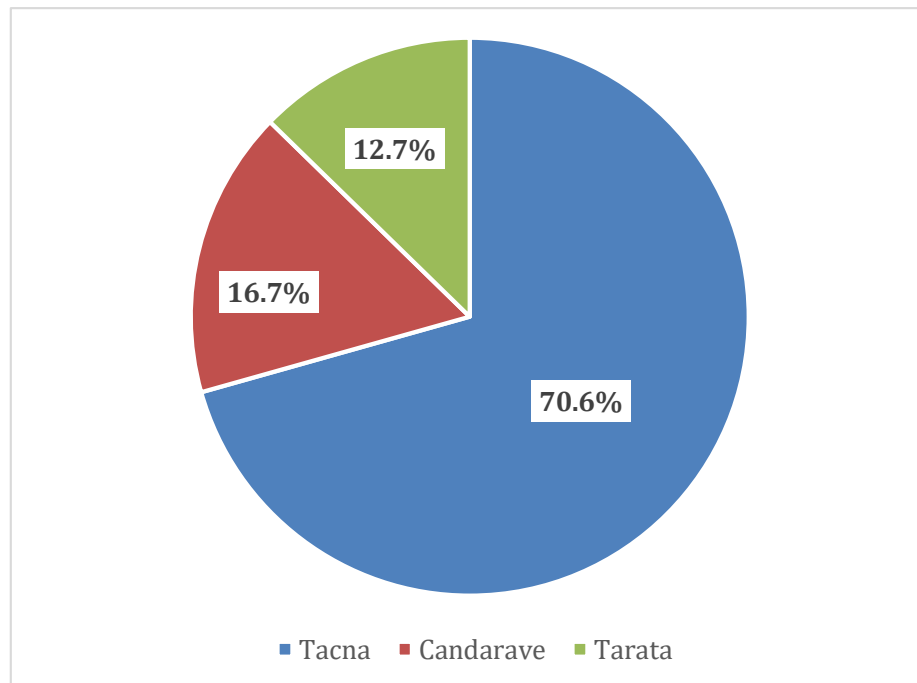
**DISTRIBUCIÓN DEL SEXO DE LOS NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD  
QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA  
DURANTE EL AÑO 2023**



**Fuente:** Tabla N° 05.

**GRÁFICO N° 03**

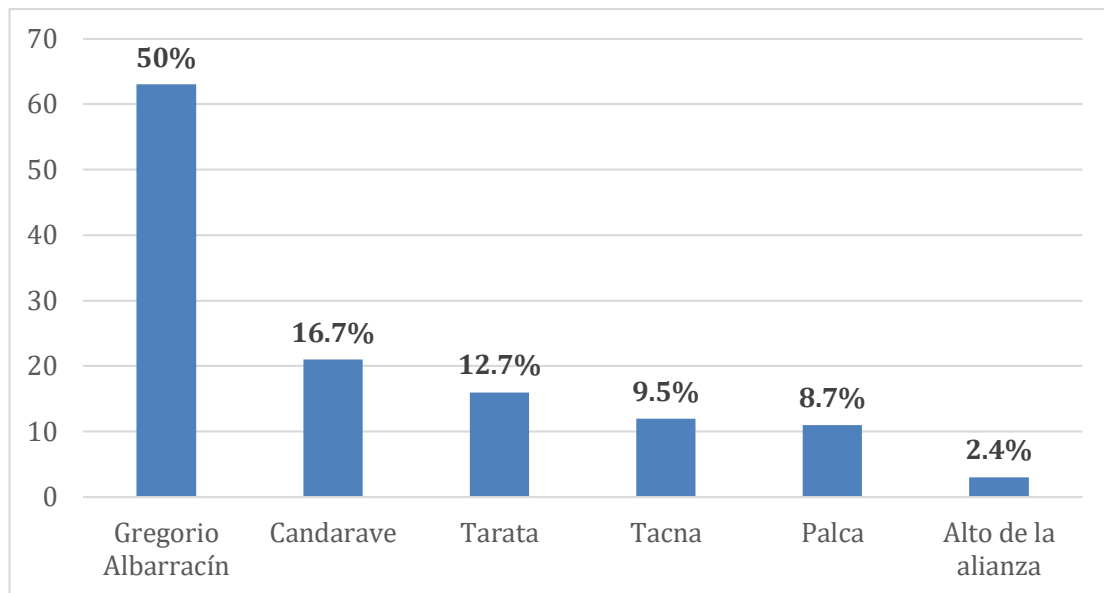
**DISTRIBUCIÓN DE LA PROVINCIA DE RESIDENCIA DE LOS NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



**Fuente:** Tabla N° 01.

### GRÁFICO N° 04

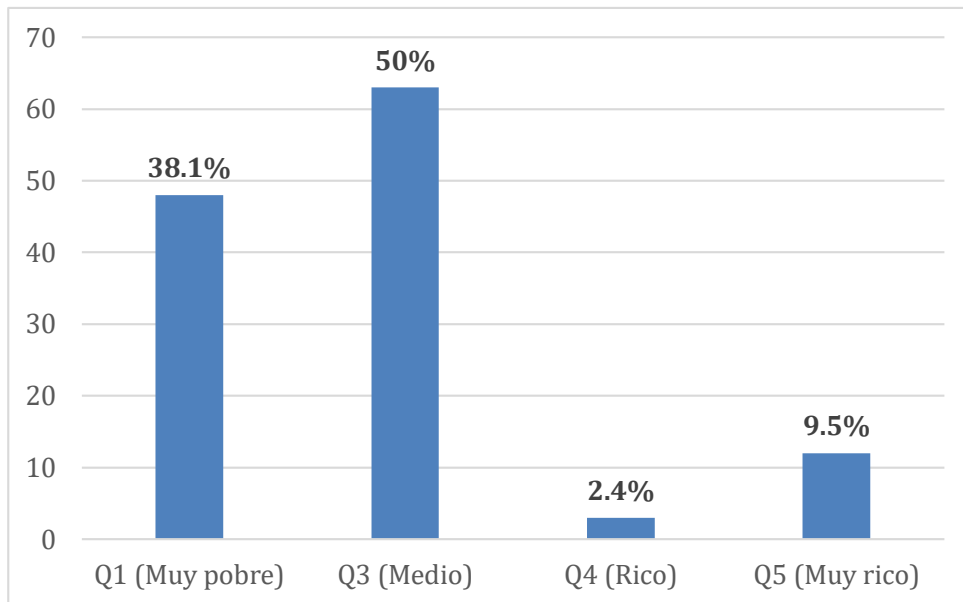
#### DISTRIBUCIÓN DEL DISTRITO DE RESIDENCIA DE LOS NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023



Fuente: Tabla N° 01.

### GRÁFICO N° 05

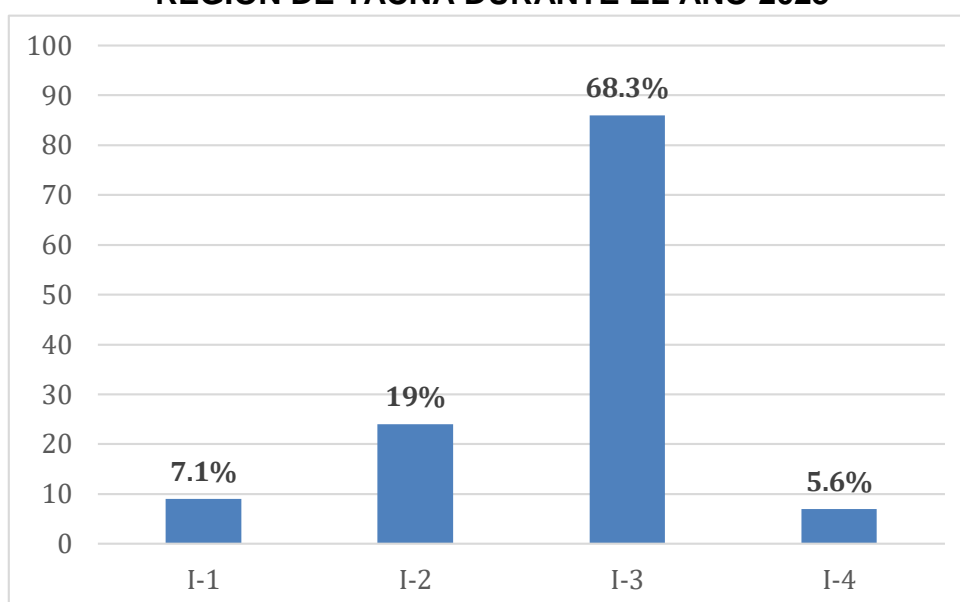
**DISTRIBUCIÓN DEL QUINTIL DE RIQUEZA DE LOS NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



Fuente: Tabla N° 01.

### GRÁFICO N° 06

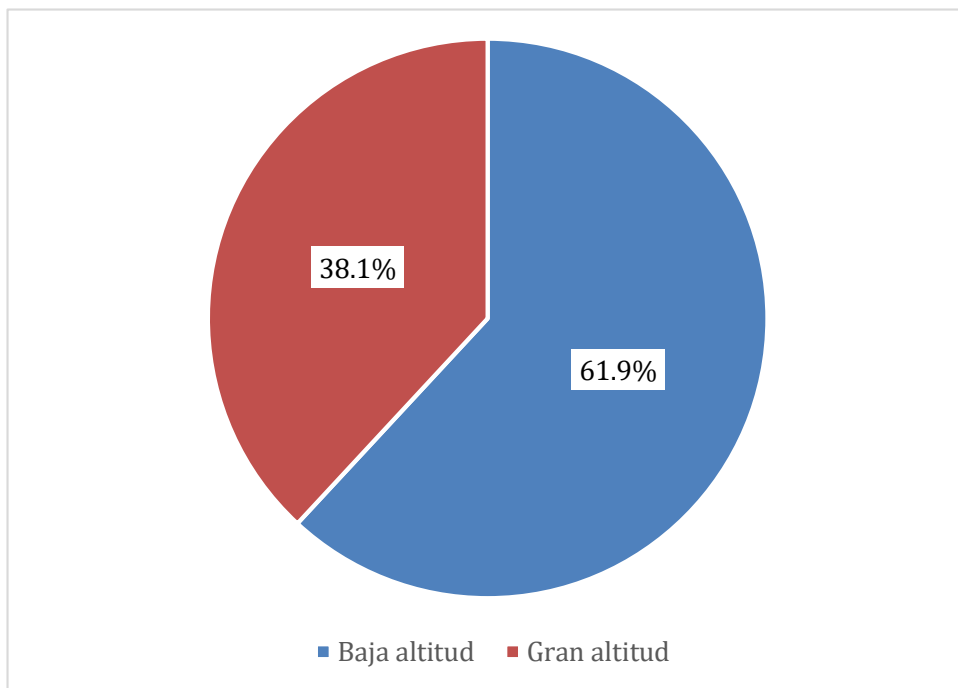
**DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, EN FUNCIÓN A SU CATEGORIZACIÓN, QUE BRINDARON ATENCIÓN A LOS NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



Fuente: Tabla N° 01.

**GRÁFICO N° 07**

**DISTRIBUCIÓN DE LA ALTITUD DE RESIDENCIA DE LOS NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



**Fuente:** Tabla N° 01.

**TABLA N° 02**

**PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS  
SOCIODEMOGRÁFICAS Y LA ALTITUD DE RESIDENCIA DE LOS NIÑOS  
DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES  
DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**

Características sociodemográficas	Anemia			
	No		Sí	
	N	%	N	%
<b>Edad</b>				
6 a 23 meses	58	46%	6	4.8%
24 a 59 meses	49	38.9%	13	10.3%
<b>Sexo</b>				
Masculino	56	44.4%	11	8.7%
Femenino	51	40.5%	8	6.3%
<b>Provincia</b>				
Tacna	77	61.1%	12	9.5%
Candarave	16	12.7%	5	4%
Tarata	14	11.1%	2	1.6%
Jorge Basadre	0	0%	0	0%
<b>Distrito</b>				
Gregorio Albarracín	52	41.3%	11	8.7%
Candarave	16	12.7%	5	4%
Tarata	14	11.1%	2	1.6%
Tacna	11	8.7%	1	0.8%
Palca	11	8.7%	0	0%
Alto de la Alianza	3	2.4%	0	0%
<b>Quintil de riqueza</b>				
Q1 (Muy pobre)	41	32.5%	7	5.6%
Q2 (Pobre)	0	0%	0	0%
Q3 (Medio)	52	41.3%	11	8.7%
Q4 (Rico)	3	2.4%	0	0%
Q5 (Muy rico)	11	8.7%	1	0.8%
<b>Establecimiento de salud</b>				
I-1	9	7.1%	0	0%
I-2	21	16.7%	3	2.4%
I-3	72	57.1%	14	11.1%
I-4	5	4%	2	1.6%
<b>Altitud de residencia</b>				
Baja altitud (0-999 msnm)	66	52.4%	12	9.5%
Mediana altitud (1000-2999 msnm)	0	0%	0	0%
Gran altitud (3000-4999 msnm)	41	32.5%	7	5.6%

**Fuente:** Ficha de recolección de datos.

## **INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 02 se observa que, en función a la edad la proporción de anemia fue de del 4.8% (N=6) en el grupo de 6 a 23 meses y del 10.3% (N=13) en el grupo de 24 a 59 meses.

En cuanto al sexo, se observa una proporción de anemia del 8.7% (N=11) en el grupo de niños y del 6.3% (N=8) en el grupo niñas.

Respecto a la provincia de residencia, se observan proporciones de anemia del 9.5% (N=12) en el grupo de Tacna, del 4% (N=5) en el grupo de Candarave y del 1.6% (N=2) en el grupo de Tarata.

En relación con el distrito de residencia, se observan proporciones de anemia del 8.7% (N=11) en Gregorio Albarracín, del 4% (N=5) en Candarave, del 1.6% (N=2) en Tarata, del 0.8% (N=1) en Tacna, mientras que en Palca y Alto de la Alianza no se registraron casos.

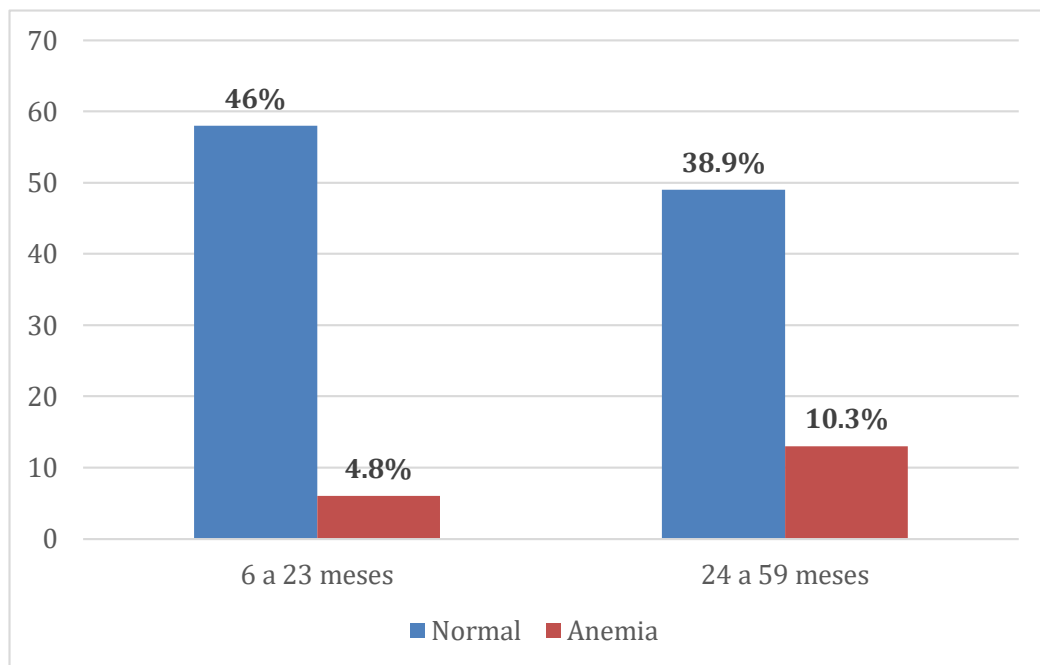
En función con el quintil de riqueza, se observan proporciones de anemia del 5.6% (N=7) en el Q1 (Muy pobre), del 8.7% (N=11) en el Q3 (Medio), del 0.8% (N=1) en el Q5 (Muy rico), mientras que en el Q4 (Rico) no se registraron casos.

En cuanto al establecimiento de salud, se observan proporciones de anemia del 11.1% (N=14) en la categoría I-3, del 2.4% (N=3) en la categoría I-2, del 1.6% (N=2) en la categoría I-4, mientras que en la categoría I-1 no se registraron casos.

Finalmente, respecto a la altitud de residencia, se observan proporciones de anemia del 9.5% (N=12) en el grupo de baja altitud y del 5.6% (N=5) en el grupo de gran altitud.

### GRÁFICO N° 08

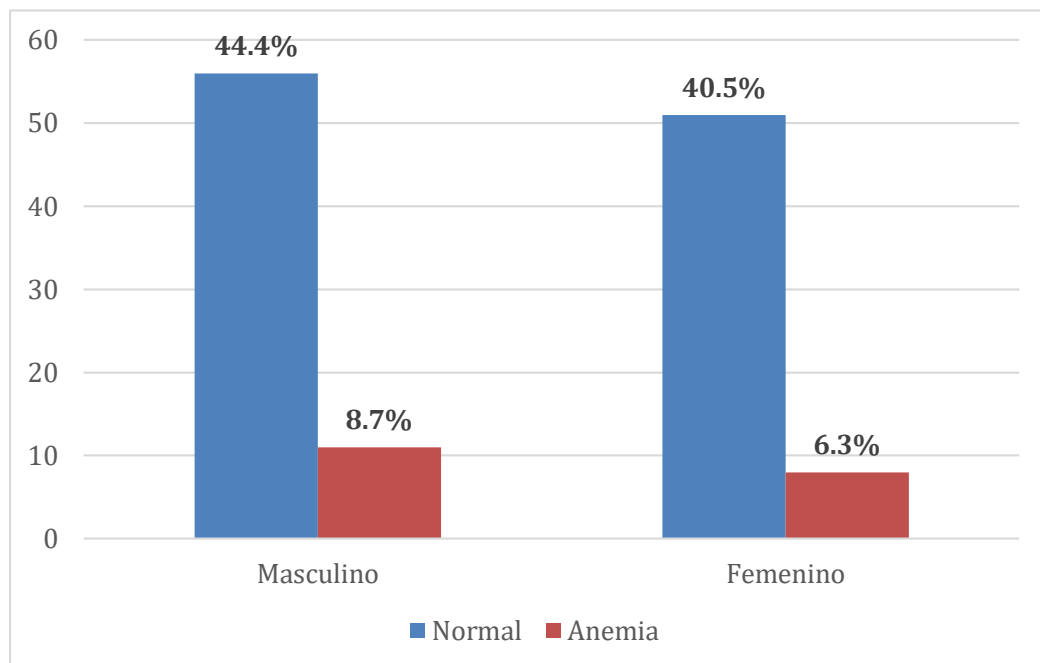
#### PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN LA EDAD EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023



Fuente: Tabla N° 02.

### GRÁFICO N° 09

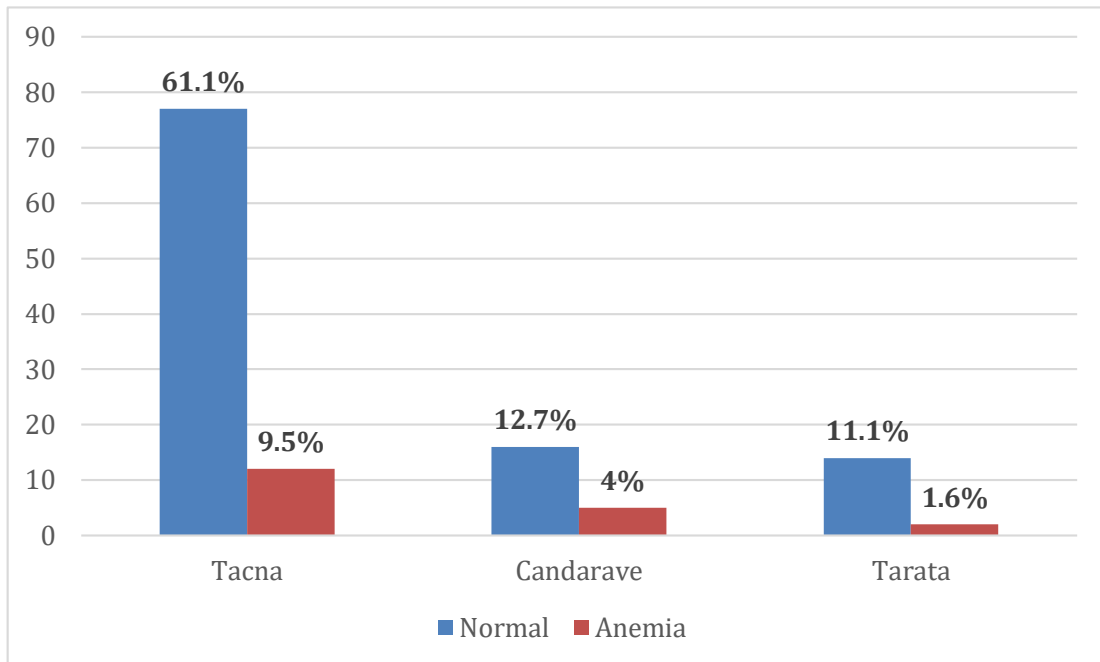
#### PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN EL SEXO EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023



Fuente: Tabla N° 02.

### GRÁFICO Nº 10

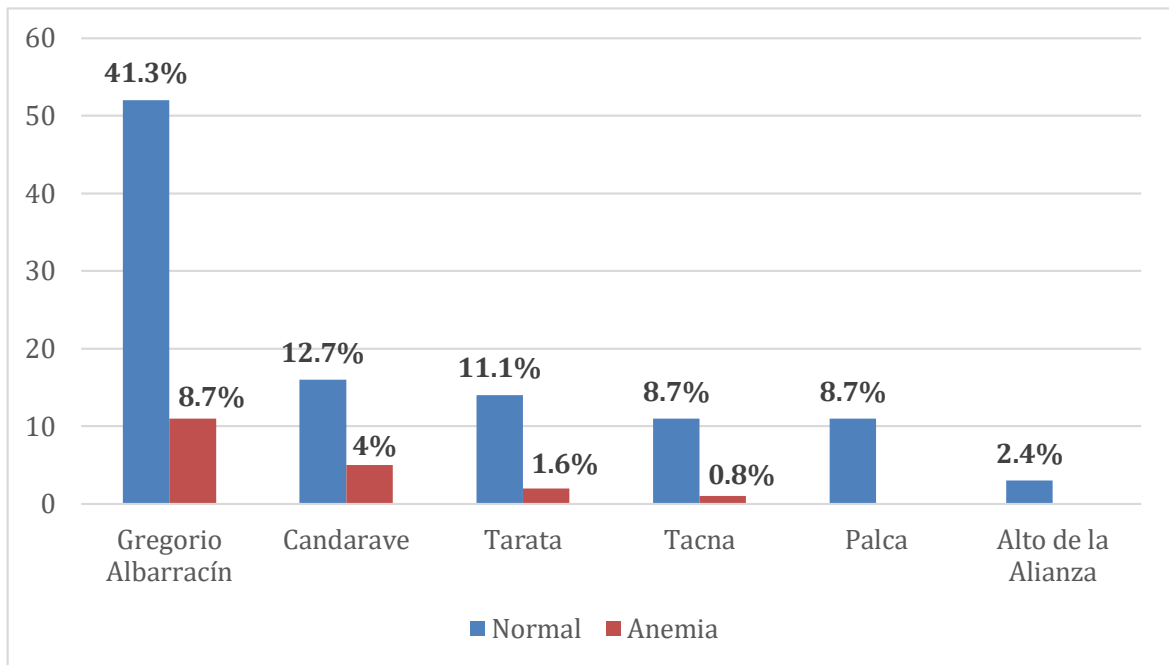
#### PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN LA PROVINCIA DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023



Fuente: Tabla Nº 02.

### GRÁFICO N° 11

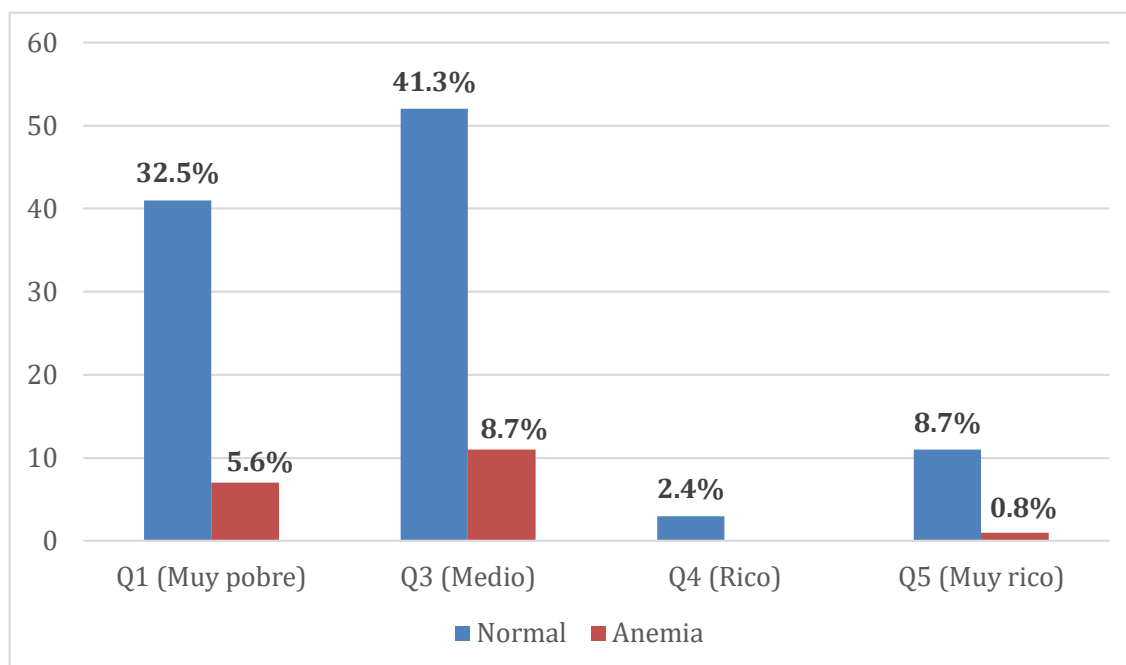
#### PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN EL DISTRITO DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023



Fuente: Tabla N° 02.

## GRÁFICO N° 12

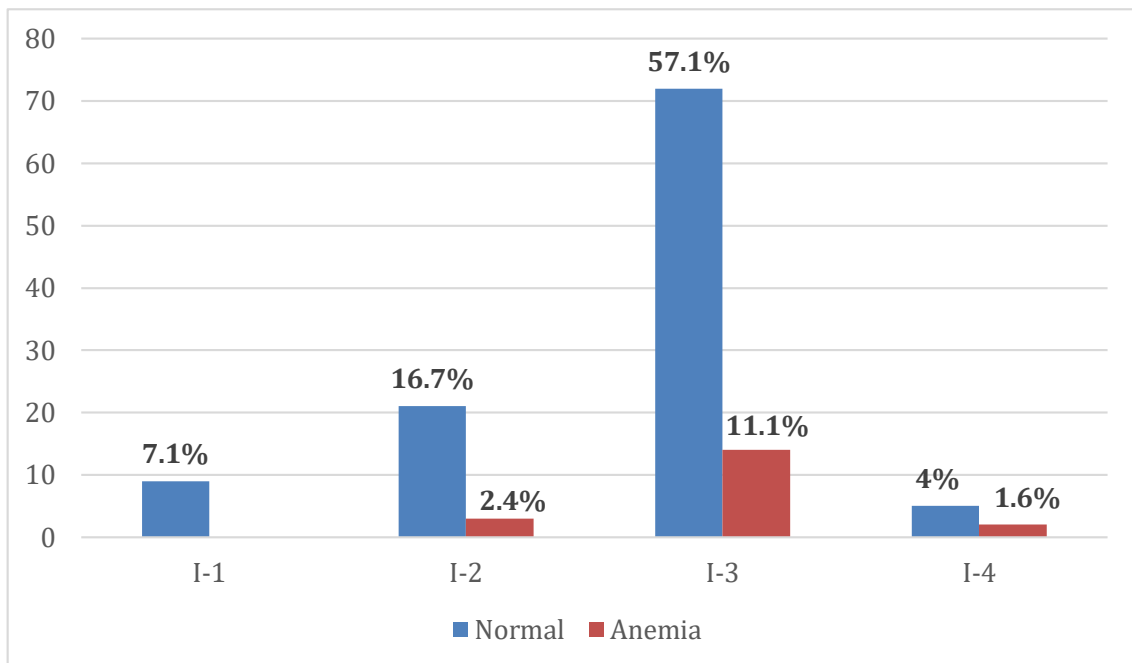
### PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN EL QUINTIL DE RIQUEZA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023



Fuente: Tabla N° 02.

### GRÁFICO N° 13

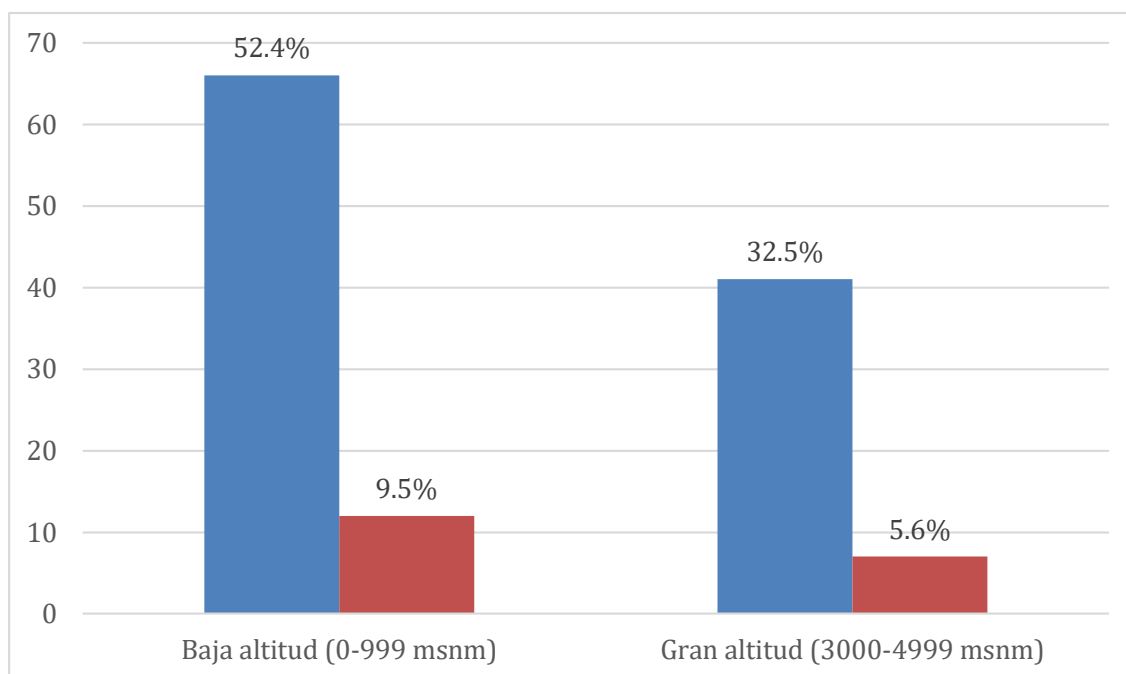
#### PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023



Fuente: Tabla N° 02.

### GRÁFICO N° 14

#### PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN LA ALTITUD DE RESIDENCIA NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023



Fuente: Tabla N° 02.

**TABLA N° 03**

**DIFERENCIAS DE LOS PARÁMETROS DEL ERITROGRAMA SEGÚN LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**

Altitud de residencia/ Eritrograma		HB	HBa	Hto	RE	VCM	HCM	CHCM
Baja altitud	<b>Media</b>	12.067	11.714	36.22	4.672	78.367	30.523	38.659
	<b>DS</b>	0.975	0.993	2.979	0.441	6.505	4.610	4.403
Gran altitud	<b>Media</b>	13.737	11.454	41.12	5.104	81.706	34.802	42.006
	<b>DS</b>	1.106	0.974	3.317	0.379	4.374	3.038	2.155
Total	<b>Media</b>	12.704	11.615	38.09	4.836	79.639	32.153	39.934
	<b>DS</b>	1.307	0.990	3.915	0.467	5.992	4.573	4.043
<b>t de Student/ U Mann-Whitney</b>	<b>Valor p</b>	<0.001	0.153	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	<0.001

**Nota:** **DS:** Desviación estándar; **HB:** Hemoglobina (g/dL); **HBa:** Hemoglobina ajustada según altitud; **Hto:** Hematocrito (%); **RE:** Recuento eritrocitario (millones/ $\mu$ L); **VCM:** Volumen corpuscular medio (fL); **HCM:** Hemoglobina corpuscular media (pg); **CHCM:** Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL).

**Fuente:** Ficha de recolección de datos.

### **INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N°03 se observa que la media de la hemoglobina del grupo de baja altitud (12.067 g/dL) es inferior a la del grupo de gran altitud (13.737 g/dL). La prueba U de Mann-Whitney muestra un valor  $p$  de <0.001, evidenciando que la diferencia observada entre los grupos de baja y gran altitud es estadísticamente significativa. Este resultado indica que hay diferencias significativas en los valores de la hemoglobina entre los grupos de baja y gran altitud, siendo estos mayores en el grupo de gran altitud.

La media de la hemoglobina ajustada según altitud del grupo de baja altitud (11.714 g/dL) es superior a la del grupo de gran altitud (11.454 g/dL). La prueba *t* de Student muestra un valor *p* de 0.153, evidenciando que la diferencia observada entre los grupos de baja y gran altitud no es estadísticamente significativa. Este resultado indica que no hay diferencias significativas en los valores de la hemoglobina ajustada según altitud entre los grupos de baja y gran altitud.

La media del hematocrito del grupo de baja altitud (36.22%) es inferior a la del grupo de gran altitud (41.12%). La prueba *U* de Mann-Whitney muestra un valor *p* de <0.001, evidenciando que la diferencia observada entre los grupos de baja y gran altitud es estadísticamente significativa. Este resultado indica que hay diferencias significativas en los valores del hematocrito entre los grupos de baja y gran altitud, siendo estos mayores en el grupo de gran altitud.

La media del recuento eritrocitario del grupo de baja altitud (4.672 millones/ $\mu$ L) es inferior a la del grupo de gran altitud (5.104 millones/ $\mu$ L). La prueba *t* de Student muestra un valor *p* de <0.001, evidenciando que la diferencia observada entre los grupos de baja y gran altitud es estadísticamente significativa. Este resultado indica que hay diferencias significativas en los valores del recuento eritrocitario entre los grupos de baja y gran altitud, siendo estos mayores en el grupo de gran altitud.

La media del volumen corpuscular medio del grupo de baja altitud (78.367 fL) es inferior a la del grupo de gran altitud (81.706 fL). La prueba *U* de Mann-Whitney muestra un valor *p* de 0.004, evidenciando que la diferencia observada entre los

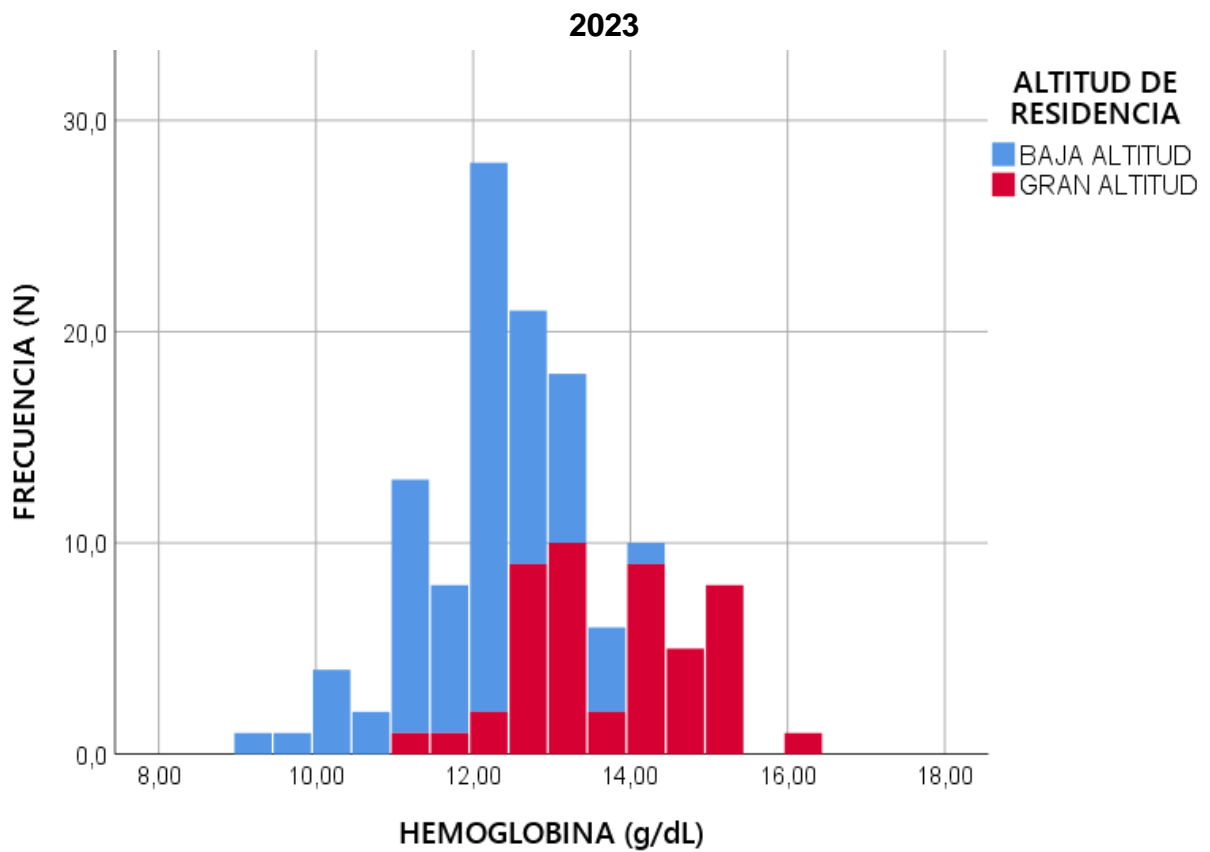
grupos de baja y gran altitud es estadísticamente significativa. Este resultado indica que hay diferencias significativas en los valores del volumen corpuscular medio entre los grupos de baja y gran altitud, siendo estos mayores en el grupo de gran altitud.

La media de la hemoglobina corpuscular media del grupo de baja altitud (30.523 pg) es inferior a la del grupo de gran altitud (34.802 pg). La prueba U de Mann-Whitney muestra un valor  $p$  de  $<0.001$ , evidenciando que la diferencia observada entre los grupos de baja y gran altitud es estadísticamente significativa. Este resultado indica que hay diferencias significativas en los valores de la hemoglobina corpuscular media entre los grupos de baja y gran altitud, siendo estos mayores en el grupo de gran altitud.

La media de la concentración de hemoglobina corpuscular media del grupo de baja altitud (38.659 g/dL) es inferior a la del grupo de gran altitud (42.006 g/dL). La prueba U de Mann-Whitney muestra un valor  $p$  de  $<0.001$ , evidenciando que la diferencia observada entre los grupos de baja y gran altitud es estadísticamente significativa. Este resultado indica que hay diferencias significativas en los valores de la concentración de hemoglobina corpuscular media entre los grupos de baja y gran altitud, siendo estos mayores en el grupo de gran altitud.

**GRÁFICO Nº 15**

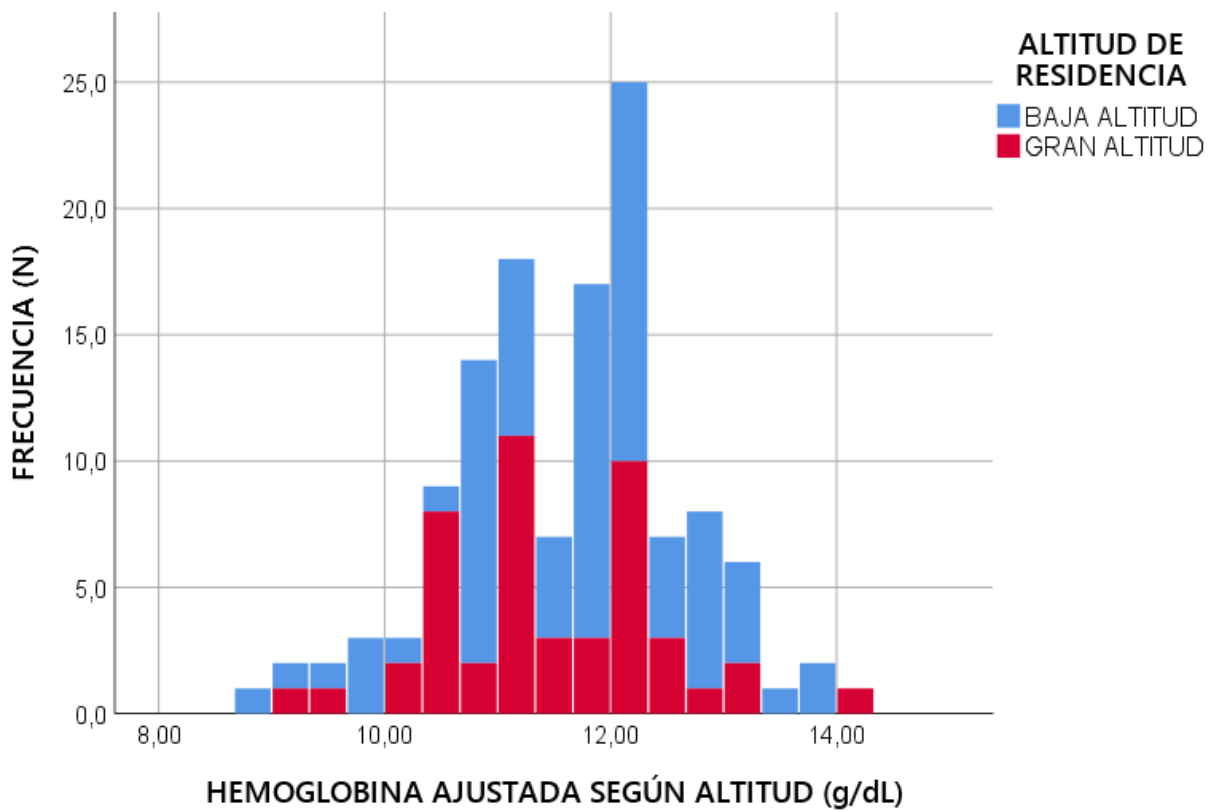
**HISTOGRAMA APILADO DE LA HEMOGLOBINA SEGÚN LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO**



Fuente: Tabla Nº 03.

**GRÁFICO Nº 16**

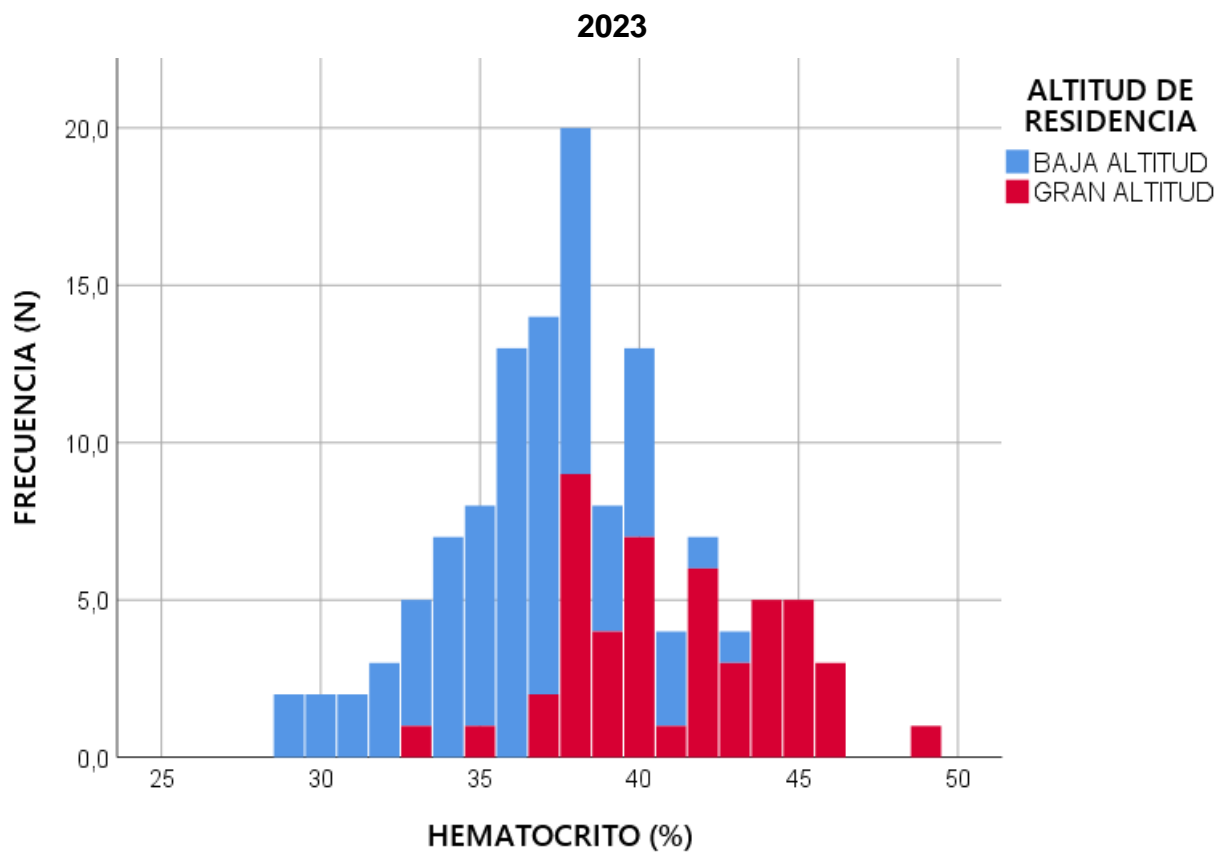
**HISTOGRAMA APILADO DE LA HEMOGLOBINA AJUSTADA SEGÚN ALTITUD SEGÚN LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



**Fuente:** Tabla Nº 03.

**GRÁFICO Nº 17**

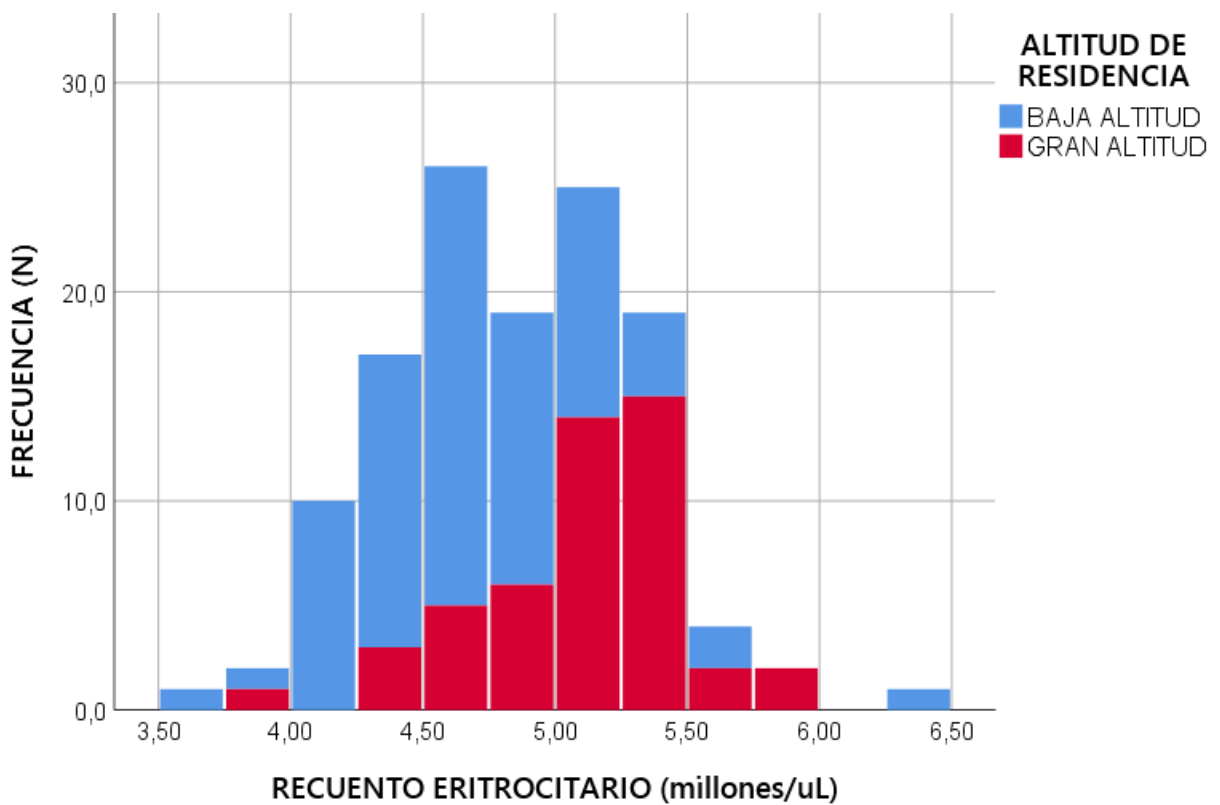
**HISTOGRAMA APILADO DEL HEMATOCRITO SEGÚN LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO**



**Fuente:** Tabla Nº 03.

**GRÁFICO N° 18**

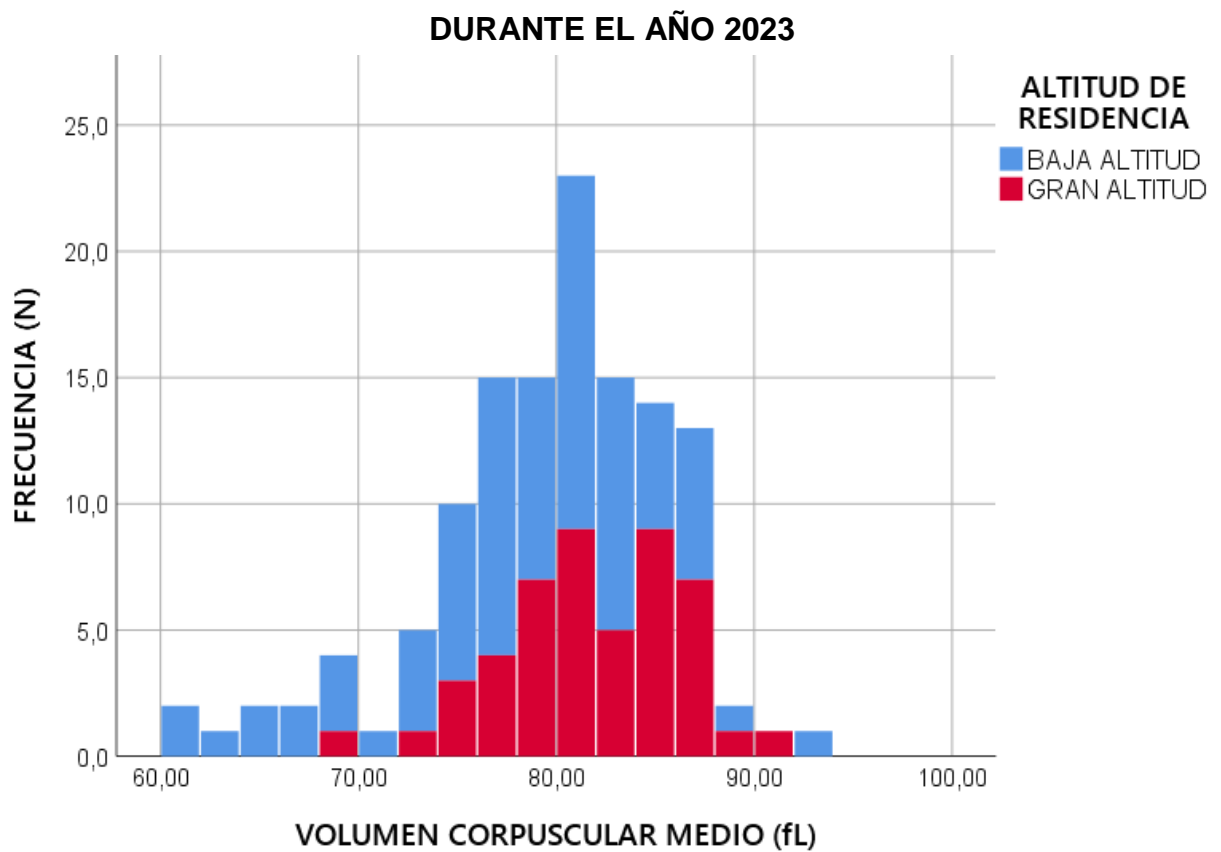
**HISTOGRAMA APILADO DEL RECUENTO ERITROCITARIO SEGÚN LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



Fuente: Tabla N° 03.

### GRÁFICO Nº 19

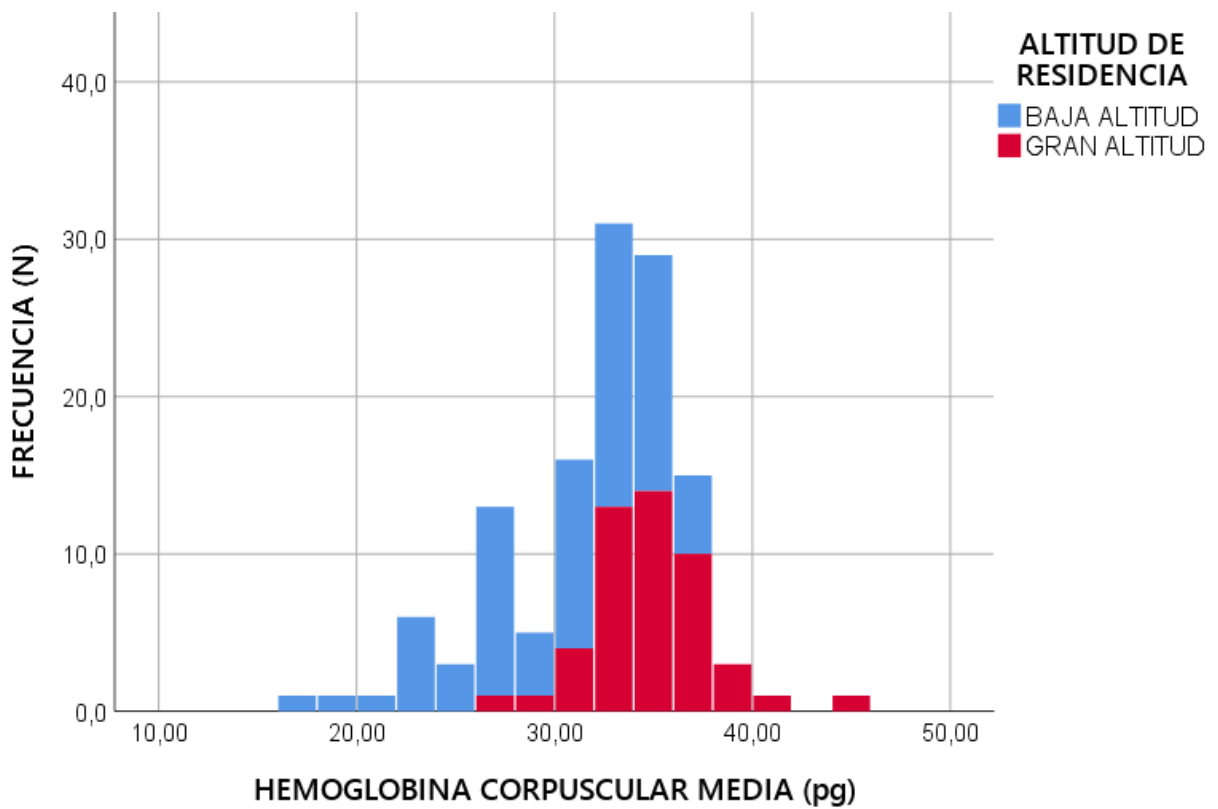
HISTOGRAMA APILADO DEL VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO SEGÚN LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA



Fuente: Tabla Nº 03.

### GRÁFICO Nº 20

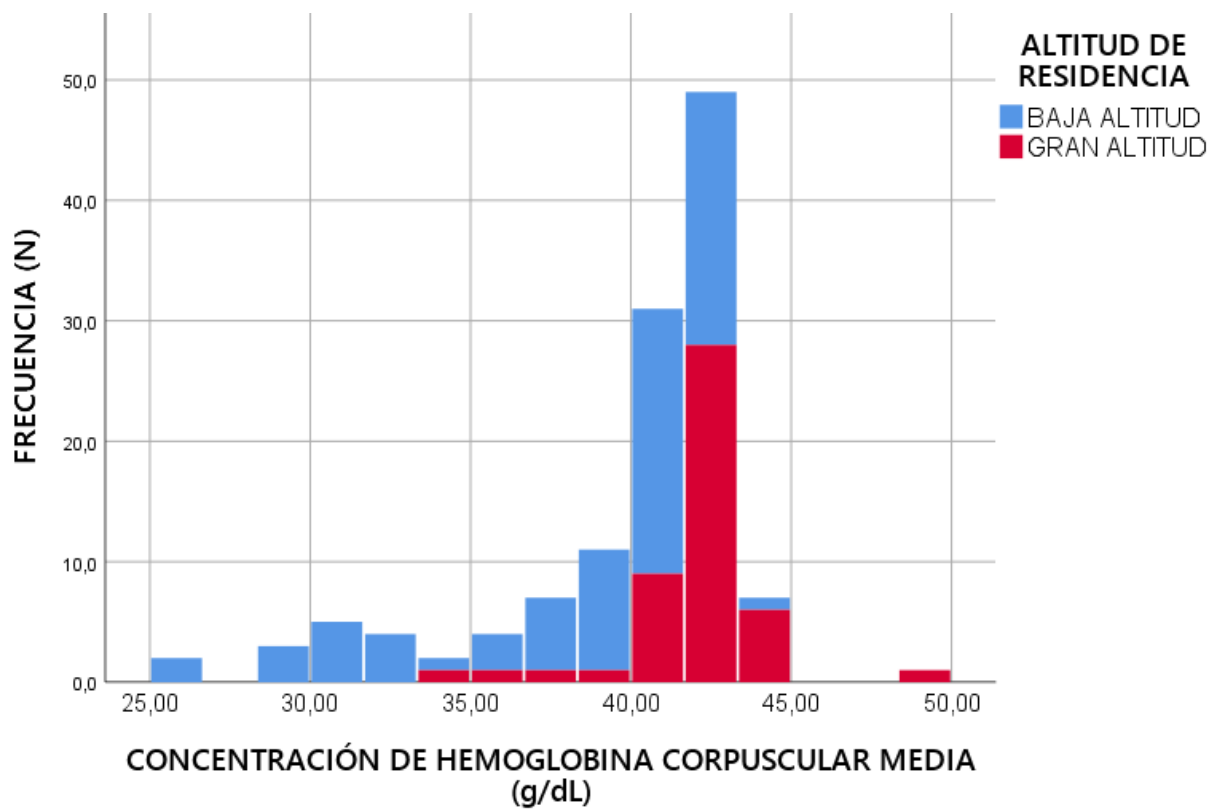
**HISTOGRAMA APILADO DE LA HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA  
SEGÚN LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE  
EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE  
TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



Fuente: Tabla Nº 03.

**GRÁFICO Nº 21**

**HISTOGRAMA APILADO DE LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA SEGÚN LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



**Fuente:** Tabla Nº 03.

**TABLA N° 04**

**RELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS DEL ERITROGRAMA Y LA  
ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE  
RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA  
DURANTE EL AÑO 2023**

Eritrograma/ Altitud de residencia		Baja altitud		Gran altitud		Total		Chi-cuadrado
		N	%	N	%	N	%	Valor <i>p</i>
HB	Normal	71	56.3	48	38.1	119	94.4	0.043
	Disminuido	7	5.6	0	0	7	5.6	
HBa	Normal	66	52.4	41	32.5	107	84.9	0.903
	Disminuido	12	9.5	7	5.6	19	15.1	
Hto	Normal	64	50.8	48	38.1	112	88.9	0.002
	Disminuido	14	11.1	0	0	14	11.1	
RE	Normal	77	61.1	48	38.1	125	99.2	1.000
	Disminuido	1	0.8	0	0	1	0.8	
VCM	Normal	64	50.8	47	37.3	111	88.1	0.008
	Disminuido	14	11.1	1	0.8	15	11.9	
HCM	Normal	71	56.3	48	38.1	119	94.4	0.043
	Disminuido	7	5.6	0	0	7	5.6	
CHCM	Normal	73	57.9	48	38.1	121	96	0.156
	Disminuido	5	4	0	0	5	4	

**Nota:** HB: Hemoglobina; HBa: Hemoglobina ajustada según altitud; Hto: Hematocrito; RE: Recuento eritrocitario; VCM: Volumen corpuscular medio; HCM: Hemoglobina corpuscular media; CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media.

**Fuente:** Ficha de recolección de datos.

**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 04 se observa que la hemoglobina en el grupo de baja altitud es normal en el 56.3% de los casos y disminuido en el 5.6%, mientras que en el grupo de gran altitud es normal en el 38.1% de los casos. El análisis estadístico realizado mediante la prueba exacta de Fisher arrojó un valor *p* de 0.043, lo que

evidencia que existe una asociación estadísticamente significativa entre la normalidad o disminución de la hemoglobina y la altitud de residencia en la muestra de niños estudiados. Los resultados indican que, a mayor altitud, aumenta la proporción de niños con niveles normales de hemoglobina y disminuye la proporción de niños con niveles disminuidos.

La hemoglobina ajustada según altitud en el grupo de baja altitud es normal en el 52.4% de los casos y disminuida en el 9.5%, mientras que en el grupo de gran altitud es normal en el 32.5% y disminuida en el 5.6%. El análisis estadístico realizado mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson arrojó un valor  $p$  de 0.903, lo que evidencia que no existe una asociación estadísticamente significativa entre la normalidad o disminución de la hemoglobina ajustada según altitud y la altitud de residencia en la muestra de niños estudiados.

El hematocrito en el grupo de baja altitud es normal en el 50.8% de los casos y disminuido en el 11.1%, mientras que en el grupo de gran altitud es normal en el 38.1% de los casos. El análisis estadístico realizado mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson arrojó un valor  $p$  de 0.002, lo que evidencia que existe una asociación estadísticamente significativa entre la normalidad o disminución del hematocrito y la altitud de residencia en la muestra de niños estudiados. Los resultados indican que, a mayor altitud, aumenta la proporción de niños con niveles normales de hematocrito y disminuye la proporción de niños con niveles disminuidos.

El recuento eritrocitario en el grupo de baja altitud es normal en el 61.1% de los casos y disminuido en el 0.8%, mientras que en el grupo de gran altitud es normal

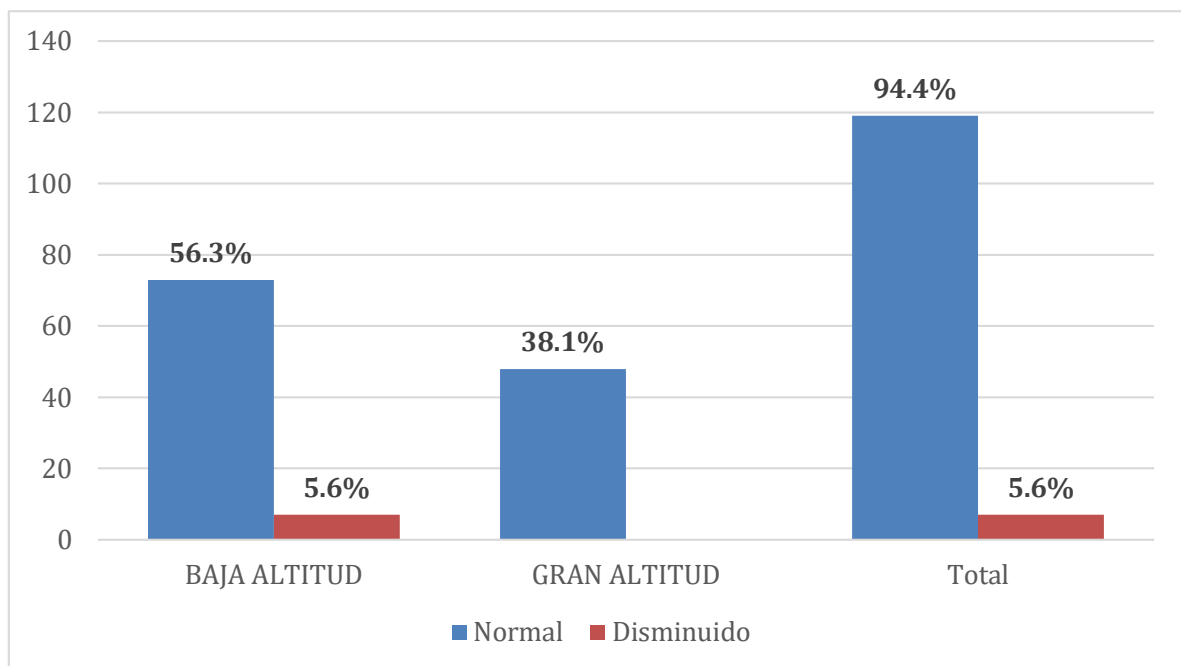
en el 38.1% de los casos. El análisis estadístico realizado mediante la prueba exacta de Fisher arrojó un valor  $p$  de 1.000, lo que evidencia que no existe una asociación estadísticamente significativa entre la normalidad o disminución del recuento eritrocitario y la altitud de residencia en la muestra de niños estudiados. El volumen corpuscular medio en el grupo de baja altitud es normal en el 50.8% de los casos y disminuido en el 11.1%, mientras que en el grupo de gran altitud es normal en el 37.3% de los casos y disminuido en el 0.8%. El análisis estadístico realizado mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson arrojó un valor  $p$  de 0.008, lo que evidencia que existe una asociación estadísticamente significativa entre la normalidad o disminución del volumen corpuscular medio y la altitud de residencia en la muestra de niños estudiados. Los resultados indican que, a mayor altitud, aumenta la proporción de niños con niveles normales de volumen corpuscular medio y disminuye la proporción de niños con niveles disminuidos.

La hemoglobina corpuscular media en el grupo de baja altitud es normal en el 56.3% de los casos y disminuida en el 5.6%, mientras que en el grupo de gran altitud es normal en el 38.1% de los casos. El análisis estadístico realizado mediante la prueba exacta de Fisher arrojó un valor  $p$  de 0.043, lo que evidencia que existe una asociación estadísticamente significativa entre la normalidad o disminución de la hemoglobina corpuscular media y la altitud de residencia en la muestra de niños estudiados. Los resultados indican que, a mayor altitud, aumenta la proporción de niños con niveles normales de hemoglobina corpuscular media y disminuye la proporción de niños con niveles disminuidos.

La concentración de hemoglobina corpuscular media en el grupo de baja altitud es normal en el 57.9% de los casos y disminuida en el 4%, mientras que en el grupo de gran altitud es normal en el 38.1% de los casos. El análisis estadístico realizado mediante la prueba exacta de Fisher arrojó un valor  $p$  de 0.156, lo que evidencia que no existe una asociación estadísticamente significativa entre la normalidad o disminución de la concentración de hemoglobina corpuscular media y la altitud de residencia en la muestra de niños estudiados.

### GRÁFICO Nº 22

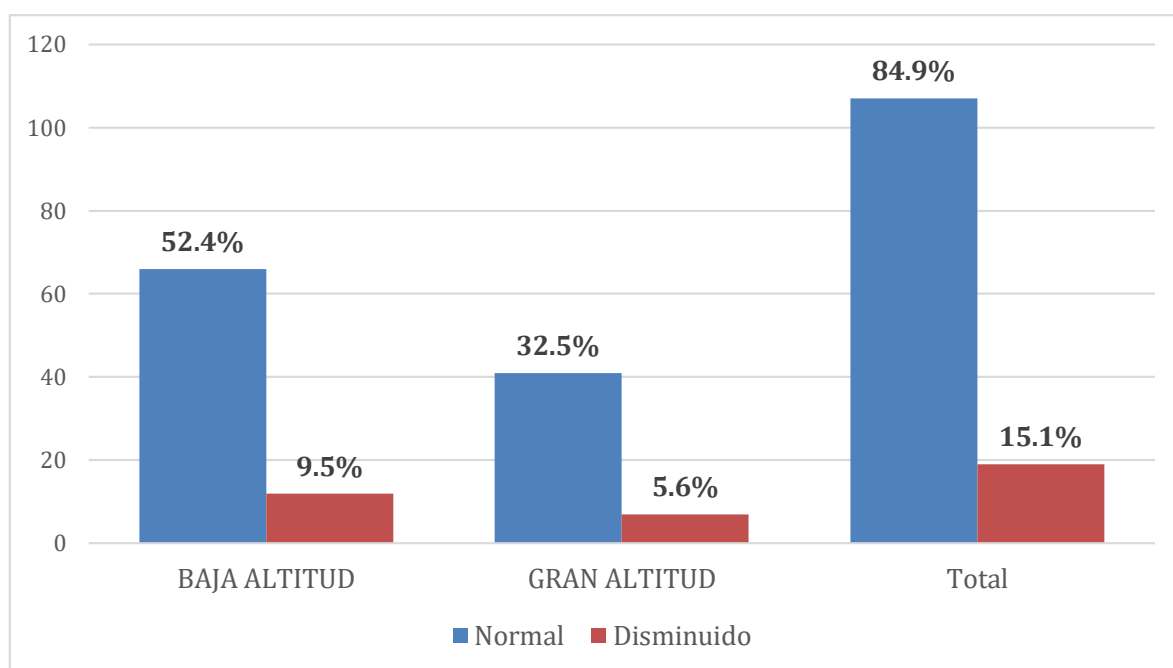
**PORCENTAJE DE LA RELACIÓN ENTRE LA HEMOGLOBINA Y LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



**Fuente:** Tabla Nº 04.

### GRÁFICO Nº 23

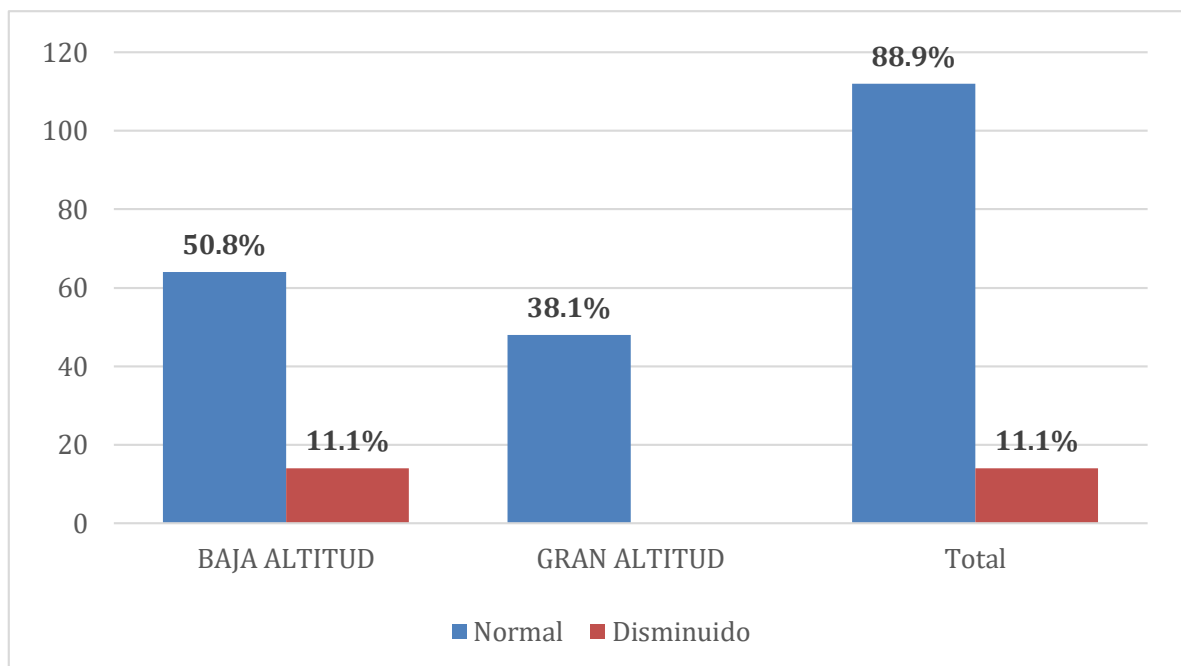
**PORCENTAJE DE LA RELACIÓN ENTRE LA HEMOGLOBINA AJUSTADA SEGÚN ALTITUD Y LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



Fuente: Tabla Nº 04.

### GRÁFICO Nº 24

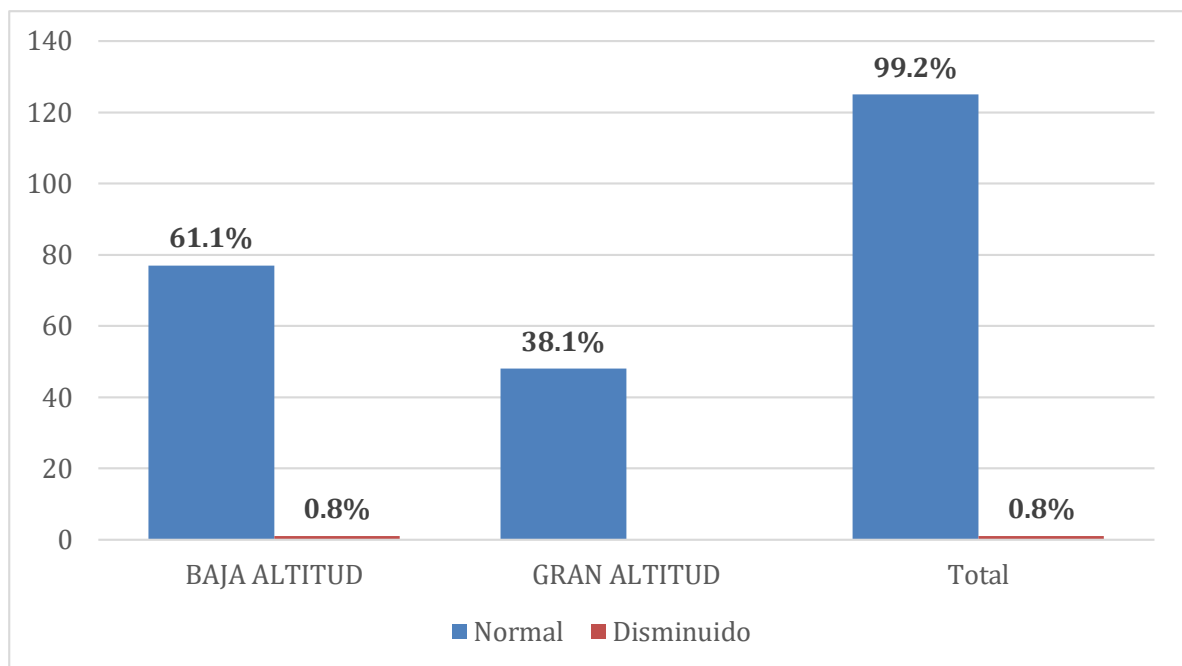
**PORCENTAJE DE LA RELACIÓN ENTRE EL HEMATOCRITO Y LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



Fuente: Tabla Nº 04.

### GRÁFICO Nº 25

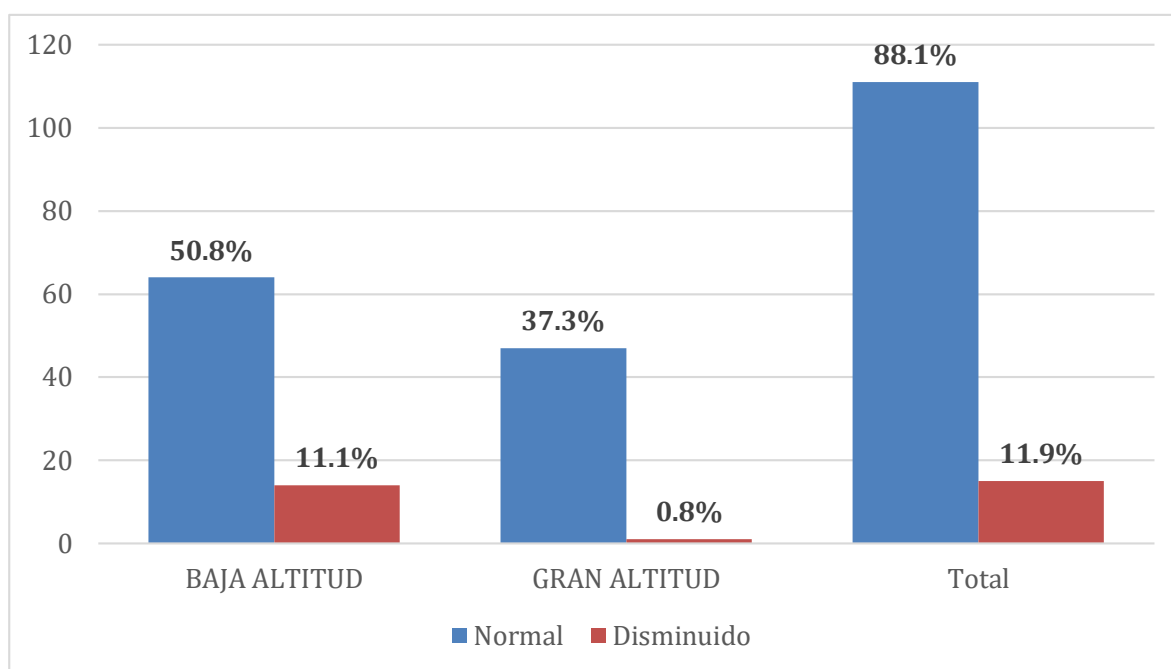
**PORCENTAJE DE LA RELACIÓN ENTRE EL RECuento ERITROCITARIO Y LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



Fuente: Tabla Nº 04

### GRÁFICO N° 26

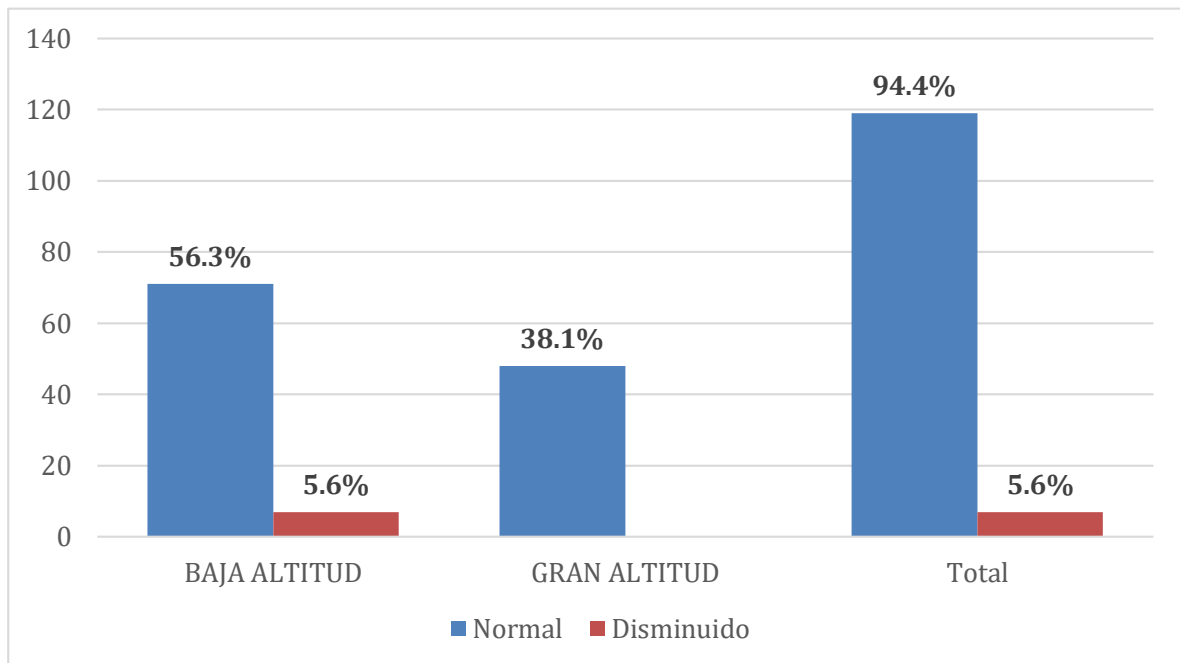
**PORCENTAJE DE LA RELACIÓN ENTRE EL VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO Y LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



**Fuente:** Tabla N° 04.

### GRÁFICO N° 27

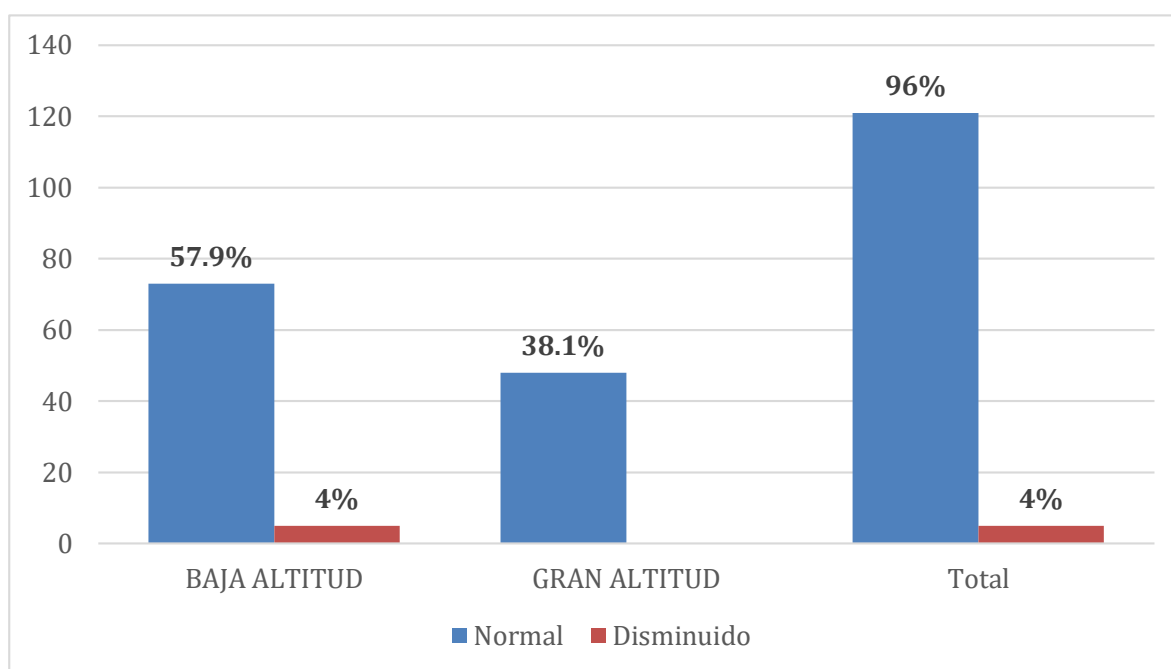
#### PORCENTAJE DE LA RELACIÓN ENTRE LA HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA Y LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023



Fuente: Tabla N° 04.

### GRÁFICO N° 28

**PORCENTAJE DE LA RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA Y LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023**



**Fuente:** Tabla N° 04.

**TABLA N° 05**

**PROPORCIÓN DE ANEMIA Y SU ASOCIACIÓN CON LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023, SEGÚN LOS LINEAMIENTOS DE LA NTS DEL 2017**

Altitud de residencia	Hemoglobina ajustada				Chi-cuadrado	OR	IC 95%
	Normal		Anemia				
	N	%	N	%			
<b>Baja altitud</b>	70	55.6%	8	6.3%	<0.001	0.10	0.04-0.26
<b>Gran altitud</b>	23	18.3%	25	19.8%		9.51	3.77-23.98
<b>Total</b>	93	73.9%	33	26.1%			

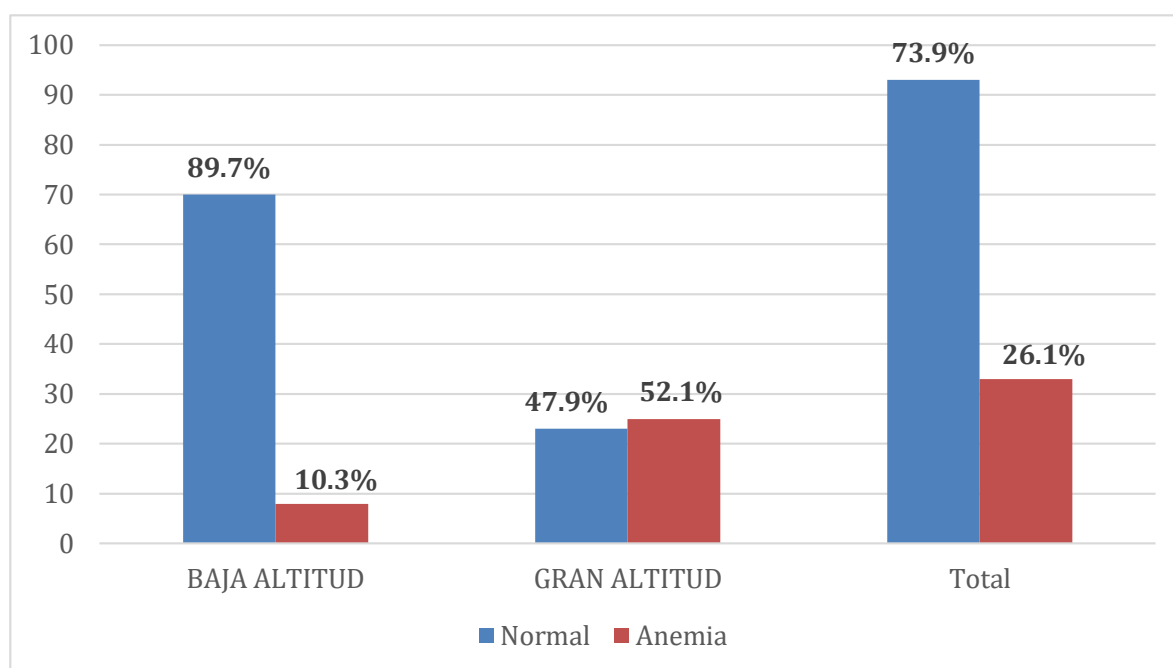
**Fuente:** Ficha de recolección de datos.

### **INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 05 se observa que la proporción de anemia, determinada a partir de los valores de hemoglobina ajustada, es del 6.3% (N=8) en el grupo de baja altitud, 19.8% (N=25) en el grupo de gran altitud y 26.1% (N=33) en la muestra total. Asimismo, se reveló que existe asociación estadísticamente significativa entre la altitud de residencia y la hemoglobina ajustada (Chi-cuadrado,  $p < 0.001$ ), encontrándose que los niños que viven a baja altitud tienen un 90% menos de probabilidades de presentar anemia en comparación con aquellos que residen a gran altitud (OR: 0.10, IC95%: 0.04-0.26). De manera opuesta, los niños que viven a gran altitud tienen 9.51 veces más probabilidades de presentar anemia en comparación con los que viven a baja altitud (OR: 9.51, IC95%: 3.77-23.98).

### GRÁFICO Nº 31

**PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN LA HEMOGLOBINA AJUSTADA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023, DE ACUERDO A LOS LINEAMIENTOS DE LA NTS DEL 2017**



Fuente: Tabla Nº 05.

**TABLA N° 06**

**PROPORCIÓN DE ANEMIA Y SU ASOCIACIÓN CON LA ALTITUD DE RESIDENCIA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023, SEGÚN LOS LINEAMIENTOS DE LA NTS DEL 2024**

Altitud de residencia	Hemoglobina ajustada				Chi-cuadrado	OR	IC 95%
	Normal		Anemia				
	N	%	N	%	Valor <i>p</i>		
<b>Baja altitud</b>	66	52.4%	12	9.5%	0.903	1.06	0.38-2.92
<b>Gran altitud</b>	41	32.5%	7	5.6%		0.93	0.34-2.57
<b>Total</b>	107	84.9%	19	15.1%			

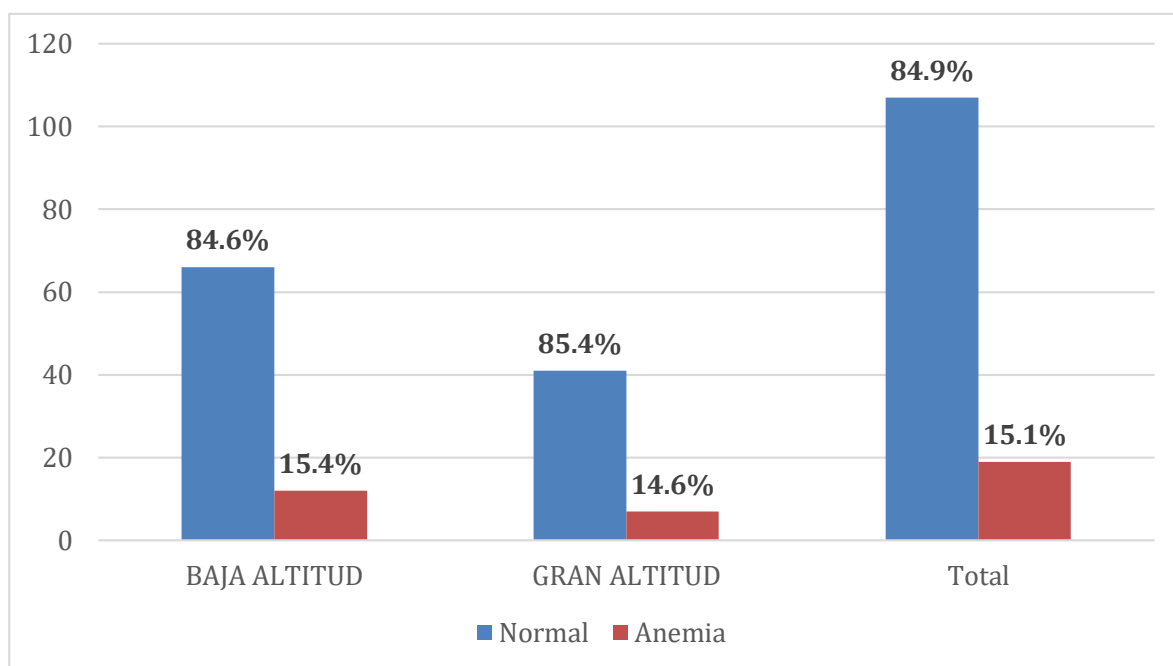
**Fuente:** Ficha de recolección de datos.

**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 06 se observa que la proporción de anemia, determinada a partir de los valores de hemoglobina ajustada, es del 9.5% (N=12) en el grupo de baja altitud, 5.6% (N=7) en el grupo de gran altitud y 15.1% (N=19) en la muestra total. En este caso, no se evidenció una asociación estadísticamente significativa entre la altitud de residencia y la hemoglobina ajustada (Chi-cuadrado,  $p=0.903$ ). Además, los valores de OR indican que no existe una diferencia sustancial en la probabilidad de presentar anemia entre los niños que residen a baja altitud y aquellos que viven a gran altitud (OR: 1.06, IC95%: 0.38-2.92 y OR: 0.93, IC95%: 0.34-2.57, respectivamente), lo que sugiere que la altitud no influye de manera significativa en la presencia de anemia cuando se utilizan los lineamientos de la NTS del 2024.

### GRÁFICO N° 32

**PROPORCIÓN DE ANEMIA SEGÚN LA HEMOGLOBINA AJUSTADA EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD QUE RESIDEN A DIFERENTES ALTITUDES DE LA REGIÓN DE TACNA DURANTE EL AÑO 2023, DE ACUERDO A LOS LINEAMIENTOS DE LA NTS DEL 2024**



**Fuente:** Tabla N° 06.

## **4.2. DISCUSIÓN**

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar la asociación entre la altitud de residencia y los parámetros del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023. Después de aplicar los criterios de selección, se obtuvo una muestra total de 126 niños, de los cuales se recopiló su información a través de una ficha de recolección de datos que constaba de 3 partes: características sociodemográficas, altitud de residencia y eritrograma.

La tabla N° 01, referente a las características sociodemográficas y la altitud de residencia, mostró que la proporción del grupo de niños de 6 a 23 meses (50.8%) era similar a la del grupo de 24 a 59 meses (49.2%). En cuanto al sexo, solo se observó un ligero predominio por parte del sexo masculino (53.2%). Respecto a la provincia de residencia, la mayoría de los niños residieron en la provincia de Tacna con un 70.6%, seguido de Candarave con un 16.7%, y finalmente Tarata con un 12.7%. En cuanto a la distribución por distrito, el mayor porcentaje de niños perteneció al distrito Gregorio Albarracín, con un 50%, seguido de Candarave con un 16.7%, Tarata con un 12.7%, Tacna con un 9.5%, Palca con un 8.7% y, finalmente, Alto de la Alianza con un 2.4%. Respecto al quintil de riqueza, la mayoría de los niños perteneció al Q3 (50%), seguido del Q1 (38.1%), del Q5 (9.5%) y, finalmente del Q4 (2.4%). En cuanto a la distribución por establecimiento de salud, la mayoría de los niños fueron atendidos en establecimientos de salud de categoría I-3, representando un

68.3%, seguido por los establecimientos de categoría I-2 con un 19%, los de categoría I-1 con un 7.1%, y finalmente los de categoría I-4 con un 5.6%.

Respecto a la altitud de residencia, el 61.9% de los niños residían entre 0-999 msnm (baja altitud), mientras que el 38.1% entre 3000-4999 msnm (gran altitud).

A nivel internacional, autores como Chen et al. (5), Liu et al. (6), Sayers et al. (7) y Yunga M. (33) reportaron que, en sus muestras de estudio, la proporción de niños fue del 51.46%, 51.7%, 51.8% y 47.9%, respectivamente, mientras que la de niñas correspondió al 48.54%, 48.3%, 48.2% y 52.1%. Dichos resultados, fueron similares a los obtenidos en nuestro estudio.

A nivel nacional, Muñoz del Carpio et al. (11) reportaron en su estudio una proporción de niños del 51.3% y de niñas del 48.7%. En cuanto a la distribución por edad, el 68.1% de los niños tenía entre 6 y 35 meses, mientras que el 25.7% se encontraba en el rango de 36 a 59 meses. Respecto a la altitud de residencia, se observó que el 15.7% de la población vivía en zonas de baja altitud, el 76.2% en mediana altitud y el 8.2% en gran altitud. Los resultados en función al sexo coinciden con los hallados en nuestro estudio. Sin embargo, las diferencias observadas en la distribución por edad y altitud de residencia podrían deberse a que el estudio de referencia empleó una categorización etaria distinta a la nuestra, además de que la mayor parte de su población residía en zonas de mediana altitud, mientras que en nuestro estudio no se registraron casos en dicho rango.

Al-Kassab et al. (12) reportaron en su estudio una distribución por sexo del 49.2% para los niños y 50.8% para las niñas, datos que coinciden con los hallazgos de nuestro estudio. En relación con el quintil de riqueza, identificaron que la mayor proporción de niños pertenecía al Q1 (38.9%), seguido del Q2 (24.1%), Q3 (14.8%), Q4 (13.8%) y, finalmente, Q5 (8.4%). Estos resultados difieren de los obtenidos en nuestro estudio, donde la mitad de los niños pertenecían al Q3 (50%), seguidos por el Q1 (38.1%), el Q5 (9.5%) y, en última posición, el Q4 (2.4%), sin registrarse niños en el Q2.

Ocas et al. (14), en su estudio, encontraron que el 54.9% de los niños tenía entre 6 y 23 meses de edad, mientras que el 45.1% se encontraba en el rango de 24 a 59 meses. Estos resultados son similares a los hallados en nuestro estudio.

A nivel local, Román et al. (15) encontraron una proporción de niños del 50.71% y de niñas del 49.29%, valores que coinciden con nuestros datos. Por otro lado, la distribución por provincia mostró que el 95.43% de los niños pertenecía a la provincia de Tacna, el 1.49% a Candarave, el 2.48% a Jorge Basadre y el 0.59% a Tarata. En contraste, en nuestro estudio, la proporción de niños de la provincia de Tacna fue notablemente menor, mientras que en las demás provincias fue superior, con excepción de Jorge Basadre, ya que no se contó con participantes provenientes de dicha provincia. En cuanto a la distribución por distrito, el 25.35% de los niños procedía de Tacna, mientras que el resto pertenecía a otros distritos; en nuestro estudio, esta proporción fue notablemente menor. Por último, la distribución según el nivel del

establecimiento de salud que brindó atención fue del 1.52% para los establecimientos de categoría I-1, 44.01% para los I-2, 39.84% para los I-3 y 14.63% para los I-4. Estos resultados difieren de los obtenidos en nuestro estudio, siendo la discrepancia más marcada a favor de nuestro estudio en el caso de los establecimientos de categoría I-3.

La Tabla N° 02, que analiza la proporción de anemia en función a las características sociodemográficas y la altitud de residencia, evidenció que, según la edad la anemia se presentó en mayor proporción en los niños de 24 a 59 meses (10.3%), mientras que en los de 6 a 23 meses fue menor (4.8%). Respecto al sexo, se identificó una mayor proporción de anemia en niños (8.7%) en comparación con las niñas (6.3%), aunque la diferencia no fue muy pronunciada. Respecto al nivel socioeconómico, la proporción de anemia fue del 5.6% en los niños del Q1, del 8.7% en el Q3, 0% en el Q4 y 0.8% en el Q5. En relación con el tipo de establecimiento de salud donde recibieron atención, no se observaron casos de anemia en los centros de nivel I-1, mientras que en los de nivel I-2 la proporción fue del 2.4%, en los I-3 del 11.1% y en los de nivel I-4 del 1.6%. Sobre la altitud de residencia la proporción de anemia fue del 9.5% en el grupo de baja altitud y del 5.6% en el grupo de gran altitud.

A nivel internacional, Chen et al. (5) encontraron que la tasa de anemia fue mayor en niños que en niñas, con una diferencia de 2.74%, registrando una prevalencia del 59.17% para los niños y 56.43% para las niñas. Por otro lado, Cordero et al. (8) analizaron el período comprendido entre 1998-2016 y encontraron que la prevalencia de anemia en niños osciló entre 52.2% y 65.2%,

mientras que en niñas varió entre 51% y 58.5%. Los hallazgos de ambos autores coinciden con nuestro estudio en que la proporción de anemia es ligeramente superior en niños que en niñas. No obstante, existe una discrepancia significativa en los niveles reportados, ya que en sus investigaciones las proporciones fueron considerablemente mayores. Las diferencias observadas en las proporciones de anemia están vinculadas tanto a la altitud de residencia de las poblaciones analizadas como a los lineamientos vigentes en ese entonces, los cuales favorecían mayores tasas de anemia a medida que aumentaba la altitud. En el estudio de Chen et al. (5), la población evaluada pertenecía a la ciudad de Shannan, ubicada a una altitud media de 4148 msnm (30). De manera similar, Cordero et al. (8) analizaron datos de Bolivia, donde se estima que más del 60% de la población reside por encima de los 2000 msnm y alrededor del 40% supera los 3000 msnm (38). En contraste, en nuestra investigación, la mayoría de los niños (61.9%) residía a menos de 1000 msnm, lo que explica las marcadas diferencias observadas entre las proporciones de anemia.

A nivel nacional, Al-Kassab et al. (12) identificó una relación inversa entre el nivel socioeconómico y la prevalencia de anemia, registrando tasas más elevadas de anemia en el quintil de menor riqueza (46% en Q1), con una tendencia decreciente a medida que aumentaba el nivel económico (41.5% en Q2, 36.2% en Q3, 25.4% en Q4 y 20.6% en Q5). Los resultados relacionados con los quintiles presentan una discrepancia con los hallazgos de este estudio, ya que no se observa una reducción progresiva de las tasas de anemia a medida

que aumenta el quintil. Esta diferencia probablemente se deba a la notable variabilidad en el tamaño de las poblaciones analizadas.

A nivel local, Román et al. (15) encontraron que la probabilidad de presentar anemia disminuía conforme aumentaba el nivel de complejidad del establecimiento de salud, con RP(a) en función del I-4 de 0.59 (IC95%: 0.43-0.80) para el I-1, 0.77 (IC95%: 0.66-0.91) para el I-2 y 0.80 (IC95%: 0.66-0.97) para el I-3. Estos valores indican un menor riesgo de anemia en los niños atendidos en establecimientos de mayor nivel de complejidad, en comparación con aquellos que acudían a establecimientos de menor nivel. De manera similar, en nuestro estudio se observó un patrón en el que la proporción de anemia aumentaba progresivamente en los niveles de menor complejidad, con excepción del nivel I-4, seguramente por la poca cantidad de niños que tuvimos en este grupo, con valores de 0% en el I-1, 2.4% en el I-2 y 11.1% en el I-3. Estos resultados coinciden con la tendencia descrita por Román et al. (15), ya que también evidencian una relación inversa entre el nivel de complejidad y la proporción de anemia. La concordancia entre ambos estudios sugiere que los establecimientos de mayor complejidad podrían ofrecer mejores oportunidades para la prevención, detección y tratamiento temprano de la anemia, lo que reduciría su impacto en la población infantil atendida en estos centros. Asimismo, es posible que los establecimientos de menor complejidad concentren a una población con mayores barreras de acceso a la atención en salud, lo que podría contribuir a una mayor carga de la enfermedad en estos niveles.

Conforme a la provincia de residencia, Román et al. (15) identificaron un mayor riesgo de anemia en Candarave y Tarata en comparación con Tacna, con una RP(a) de 1.87 (IC95%: 1.38-2.53) y 2.08 (IC95%: 1.52-2.85), respectivamente. En nuestro estudio, la proporción de anemia fue del 9.5% en Tacna, 4% en Candarave y del 1.6% en Tarata. Estos hallazgos difieren de los nuestros probablemente debido a que en nuestro estudio la gran mayoría de los niños era la provincia de Tacna.

Según el distrito de residencia, Román et al. (15) encontraron que el riesgo de anemia era mayor en el resto de distrito en comparación con Tacna, con una RP(a) de 1.35 (IC95%: 1.10-1.66). En nuestro estudio, la prevalencia de anemia fue del 8.7% en Gregorio Albarracín, 4% en Candarave, 1.6% en Tarata, 0.8% en Tacna y 0% en Palca y Alto de la Alianza. Estos resultados muestran una tendencia similar a la descrita por Román et al. (15), ya que los demás distritos presentaron una mayor proporción de casos de anemia que Tacna. Si bien en Palca y Alto de la Alianza no se registraron casos de anemia, es poco probable que en la realidad no exista ningún caso en estos distritos. Por ello, al considerar solo aquellos donde sí se identificaron casos, se mantiene la coherencia con el patrón epidemiológico esperado.

La tabla N° 03, referente a las diferencias de los parámetros del eritrograma según la altitud de residencia, mostró que el grupo de niños que vivía a baja altitud (0-999 msnm) presentó una media y desviación estándar de 12.067  $\pm$  0.975 g/dL para la hemoglobina, 11.714  $\pm$  0.993 g/dL para la hemoglobina

ajustada según altitud,  $36.22 \pm 2.979\%$  para el hematocrito,  $4.672 \pm 0.441$  millones/ $\mu\text{L}$  para el recuento eritrocitario,  $78.367 \pm 6.505$  fL para el VCM,  $30.523 \pm 4.610$  pg para la HCM y  $38.659 \pm 4.403$  g/dL para la CHCM. Por otro lado, el grupo de niños que residía a gran altitud (3000-4999 msnm) presentó una media y desviación estándar de  $13.737 \pm 1.106$  g/dL para la hemoglobina,  $11.454 \pm 0.974$  g/dL para la hemoglobina ajustada según altitud,  $41.12 \pm 3.317\%$  para el hematocrito,  $5.104 \pm 0.379$  millones/ $\mu\text{L}$  para el recuento eritrocitario,  $81.706 \pm 4.374$  fL para el VCM,  $34.802 \pm 3.038$  pg para la HCM y  $42.006 \pm 2.155$  g/dL para la CHCM. El análisis estadístico, realizado mediante las pruebas de t de Student y U de Mann-Whitney, muestran que existen diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros del eritrograma con una tendencia a ser mayores en el grupo de gran altitud, con excepción de la hemoglobina ajustada según altitud. Estos resultados indican que existe un efecto significativo de la altitud de residencia sobre los parámetros del eritrograma, reflejando un incremento progresivo de estos parámetros a medida que aumenta la altitud. Este fenómeno es explicado por Vizcarra et al. (25) en su artículo de revisión titulado "Fisiología de altura. ¿Afecta la altura a la homeostasis?" donde exponen que, al aumentar la altitud, se disminuye la presión barométrica y, en consecuencia, la presión parcial de oxígeno, lo que genera un estado de hipoxia hipobárica, desencadenando como mecanismo compensatorio un incremento de la síntesis de eritropoyetina, proceso que inicia entre las 6 y 24 horas posteriores a la exposición de altitudes superiores a 2000 msnm, lo que a su vez estimula a la producción eritrocitaria y se traduce en un aumento de los valores de

hemoglobina, hematocrito, recuento eritrocitario e índices eritrocitarios. En el caso específico de la hemoglobina, este efecto desaparece cuando se aplica el ajuste según altitud, el cual tiene como finalidad contrarrestar el incremento fisiológico de los niveles de hemoglobina inducido por la hipoxia hipobárica y, de este modo, permitir un diagnóstico más preciso de anemia mediante el uso puntos de corte. En este contexto, si los valores ajustados de hemoglobina son similares en ambos grupos, se esperaría que las tasas de anemia diagnosticadas mediante puntos de corte también lo fueran, hecho que no ocurriría si el ajuste no se aplicara.

La tabla N° 04, respecto a la relación entre los parámetros del eritrograma y la altitud de residencia, mostró, mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson y la prueba exacta de Fisher, que existe relación estadísticamente significativa entre la altitud de residencia y la hemoglobina sin ajustar, el hematocrito, el VCM y la HCM, evidenciando que, a medida que aumenta la altitud, también lo hace la proporción de niños con valores normales de estos parámetros. Estos resultados refuerzan la idea de que la altitud influye sobre los parámetros del eritrograma con excepción del recuento eritrocitario y la CHCM, cuya asociación probablemente hubiese sido visible con una muestra de mayor tamaño. Asimismo, los resultados confirman que el efecto de la altitud sobre la hemoglobina desaparece tras el ajuste, lo que respalda la expectativa de que las tasas de anemia en ambos grupos deberían ser similares.

A nivel internacional, Chen et al. (5) durante los años 2020-2022, llevaron a cabo un estudio transversal titulado “Incidencia de anemia y factores que la influyen en niños de 0 a 6 años en la ciudad de Shannan, región autónoma de Xizang”, en el cual analizaron una muestra de 12 405 niños. Encontraron que, tras aplicar el ajuste de hemoglobina según la altitud, el riesgo de padecer anemia aumentó en un 88% en los niños que residían a más de 4000 msnm (OR: 1.88, IC95%:1.73-2.04). Sus resultados, al contrario que los observados en esta investigación, muestran que la altitud de residencia tiene un efecto significativo sobre la hemoglobina ajustada, siendo esta más baja a medida que aumenta la altitud.

Cordero et al. (8) en su estudio titulado “Anemia en niños bolivianos: un análisis comparativo entre tres regiones de diferente altitud”, realizaron un análisis de datos de 4 encuestas demográficas y de salud realizadas entre los años 1998-2016. En este trabajo, incluyeron un total de 8197 niños con edades comprendidas entre los 6 y los 59 meses. Sus resultados revelaron que, en el año 2016, tras aplicar el ajuste de hemoglobina según altitud, se incrementó en un 250% el riesgo de padecer anemia en aquellos niños que residían a más de 3000 msnm (IC95%: 2.74-4.46). De igual manera, sus resultados, al contrario que los observados en esta investigación, muestran que la altitud de residencia tiene un efecto significativo sobre la hemoglobina ajustada, siendo esta más baja a medida que aumenta la altitud.

Ahmed et al. (34) realizaron un estudio transversal en el año 2021 titulado “Establecimiento de intervalos de referencia hematológicos para niños sanos en la ciudad de Elobied, Sudán”, en el que analizaron los datos de 354 niños de 3 a 17 años de edad que residían a una altitud de 573 msnm (35). Encontraron que la media y desviación estándar del grupo de niños de 3 a 7 años fueron de  $12 \pm 0.9$  g/dL para la hemoglobina,  $37 \pm 3.4\%$  para el hematocrito,  $4.6 \pm 0.4$  millones/ $\mu$ L para el recuento eritrocitario,  $81 \pm 3.6$  fL para el VCM,  $26 \pm 3.5$  pg para la HCM y  $32 \pm 2.4$  g/dL para la CHCM. Los resultados de la hemoglobina, hematocrito y recuento eritrocitario fueron similares a los obtenidos en el grupo de baja altitud, mientras que los índices eritrocitarios fueron ligeramente inferiores en comparación con este grupo, lo que probablemente se deba a que cerca del 90% de los niños de dicho grupo recibían suplementación con hierro.

El Instituto Boliviano de Biología de Altura (IBBA) (36), a través de su unidad de hematología, ha establecido las siguientes medias y desviaciones estándar de los parámetros del eritrograma en niños de 1 a 5 años que residen a altitudes de 3000-4100 msnm:  $16.45 \pm 1.38$  g/dL para la hemoglobina,  $51 \pm 4.2\%$  para el hematocrito,  $5.624 \pm 0.288$  millones/ $\mu$ L para el recuento eritrocitario,  $90.81 \pm 7.2$  fL para el VCM y  $32.3 \pm 0.41$  g/dL para la CHCM. Los resultados de la hemoglobina, hematocrito, recuento eritrocitario y VCM fueron notablemente superiores a los obtenidos en el grupo de gran altitud, esto podría deberse a que probablemente la altitud media (3490 msnm) de nuestro grupo es considerablemente inferior al del grupo en el que se basó el IBBA. Por otro lado,

la CHCM fue notablemente superior en el grupo de gran altitud, esto podría atribuirse a que, al igual que en el grupo de baja altitud, cerca del 90% de los niños recibían suplementación con hierro, sin embargo, resulta llamativo que dicha diferencia solo se observe en este parámetro, por lo que se podría sugerir que los niños del grupo de gran altitud, en promedio, presentan mayores niveles de CHCM que los niños bolivianos.

A nivel nacional, Muñoz del Carpio et al. (11) realizaron un estudio titulado “Anemia infantil en poblaciones que residen a diferentes altitudes geográficas de Arequipa, Perú: estudio descriptivo y retrospectivo”, basado en datos recolectados durante los años 2017-2019. Analizaron la información de 106 499 niños de 0 a 59 meses de edad. Encontraron que la media y desviación estándar de los niveles de hemoglobina fueron de  $12.4 \pm 1.2$  g/dL en la muestra total de niños estudiados,  $11.5 \pm 0.98$  g/dL en los niños que vivían a altitudes de 0-999 msnm,  $13.6 \pm 1.46$  g/dL en los niños que vivían a altitudes de 3000-3999 msnm, que disminuyeron a  $10.9 \pm 1.38$  g/dL cuando se aplicó el ajuste de hemoglobina según altitud, y  $14 \pm 1.73$  g/dL en los niños que vivían a altitudes de 4000-4999 msnm, que de igual manera, disminuyeron a  $10.6 \pm 1.69$  g/dL cuando se aplicó el ajuste de hemoglobina según altitud. Los valores de hemoglobina de la muestra total fueron bastante similares a los de nuestro estudio. Por otro lado, los niños que vivían a altitudes de 0-999 msnm, 3000-3999 msnm y 4000-4999 msnm presentaron ligeras diferencias de los valores de hemoglobina en comparación con los niños de los grupos de baja y gran altitud. Sin embargo,

cuando se aplicó el ajuste de hemoglobina según altitud, que en ese entonces solo se empleaba a partir de los 1000 msnm, dichas diferencias se acentuaron a favor de los niños del grupo de gran altitud de nuestro estudio.

Al-kassab et al. (12) realizaron un estudio transversal utilizando datos de la ENDES del 2017, titulado “Factores sociodemográficos y nutricionales asociados a anemia en niños de 1 a 5 años en Perú”. La muestra analizada fue de 14 720 niños. Encontraron que la media y desviación estándar de la hemoglobina ajustada según altitud fueron de  $11.2 \pm 1.3$  g/dL. Además, encontraron que la altitud de residencia tuvo una asociación estadísticamente significativa con los niveles disminuidos de hemoglobina ajustada ( $p < 0.01$ ) y que vivir a altitudes superiores o iguales a 4000 msnm aumentó en un 45% las probabilidades de sufrir anemia en comparación con aquellos niños que vivían por debajo de los 1000 msnm (RP(a): 1.45, IC95%: 1.2-1.8,  $p < 0.01$ ). La media y desviación estándar de hemoglobina ajustada en la muestra total niños estudiados fueron similares a las obtenidas en nuestro estudio. Por otro lado, contrario a nuestros resultados, encontraron relación estadísticamente significativa entre la altitud de residencia y la hemoglobina ajustada, siendo esta menor conforme aumentaba la altitud.

A nivel local, Román et al. (15) realizaron un estudio transversal titulado “Factores sociodemográficos asociados a la anemia en niños menores de 60 meses”, en el cual analizaron los datos de 4553 niños de 6 a 59 meses de edad, recopilados durante el año 2021. Encontraron que la media y desviación

estándar de los niveles de hemoglobina ajustados según altitud fueron de 11.79  $\pm$  1.02 g/dL. Asimismo, evidenciaron que, residir a una altitud mayor a 1000 msnm incrementa la probabilidad de padecer anemia en 3.5 veces en comparación con aquellos niños que viven por debajo de los 1000 msnm (RP(a): 3.50; IC95%: 3.09-3.96,  $p < 0.001$ ). La media y desviación estándar de hemoglobina ajustada en la muestra total niños estudiados fueron bastante similares a las obtenidas en nuestro estudio. Por otro lado, al igual que en el estudio previo, pero contrario a nuestros resultados, encontraron relación estadísticamente significativa entre la altitud de residencia y la hemoglobina ajustada, siendo esta menor conforme aumentaba la altitud.

Como hemos observado, las medias y desviaciones estándar de los parámetros del eritrograma de los niños del grupo de baja altitud (0-999 msnm) fueron similares a los encontrados en el estudio de Ahmed et al. (573 msnm), con excepción de los índices eritrocitarios que fueron ligeramente superiores en el grupo de baja altitud, muy seguramente debido a la alta tasa de suplementación con hierro de nuestro estudio. Por otro lado, las medias y desviaciones estándar del grupo de gran altitud (3000-4999 msnm) fueron notablemente inferiores a las establecidas por el IBBA (3000-41000 msnm), esto podría deberse a que probablemente la altitud media (3490 msnm) de nuestro grupo es considerablemente inferior al del grupo en el que se basó el IBBA. En contraste, la CHCM fue el único parámetro que presentó valores notablemente superiores a los del IBBA, lo cual podría atribuirse a que, en promedio, los

valores de este parámetro en la población tacneña son más altos que en la población boliviana.

Las medias y desviaciones estándar de la hemoglobina y la hemoglobina ajustada según altitud de nuestra muestra total coinciden con los resultados de los estudios previamente mencionados. Por el contrario, al comparar los valores de hemoglobina de nuestros grupos de baja y gran altitud con los reportados por Muñoz del Carpio et al., se observaron ligeras diferencias que, tras aplicar el ajuste de hemoglobina según altitud, se vieron acentuadas a favor de los niños del grupo de gran altitud. Esto es debido a que Muñoz del Carpio et al. utilizó el modelo de ajuste de la NTS de anemia del MINSA del año 2017, que, a su vez, se basó en el modelo de ajuste pasado de la OMS, el cuál aplicaba reducciones más pronunciadas de los niveles de hemoglobina en comparación con el modelo actual, por lo que es de esperar que estas diferencias se vean acentuadas.

Por último, se observó que los autores previamente citados coincidieron en que la altitud de residencia tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la hemoglobina ajustada según altitud, evidenciando una disminución de sus valores a medida que aumenta la altitud. Este hallazgo contrasta con nuestros resultados, donde no se encontró dicho efecto, muy probablemente porque nuestro estudio aplicó las directrices más recientes de la OMS para el ajuste de hemoglobina, a diferencia de los estudios previamente mencionados.

Las tablas N° 05 y 06, que presentan la proporción de anemia y su asociación con la altitud de residencia según los lineamientos de las NTS del

2017 y 2024, evidenciaron variaciones significativas en los resultados dependiendo del criterio utilizado. Al aplicar los lineamientos de la NTS de salud del 2017, la proporción de anemia en función de la hemoglobina ajustada fue del 6.3% (N=8) en el grupo de baja altitud, del 19.8% (N=25) en el grupo de gran altitud y del 26.1% (N=33) en la muestra total. En contraste, bajo los lineamientos de las NTS del 2024, la proporción de anemia aumentó al 9.5% (N=12) en el grupo de baja altitud, pero se redujo considerablemente al 5.6% (N=7) en el grupo de gran altitud y disminuyó ligeramente al 15.1% (N=19) en la muestra total. Asimismo, al estimar la proporción de anemia en el total de niños residentes en baja y gran altitud, representada en los gráficos N° 29 y 30, se observó que con los lineamientos del 2017 la proporción fue del 10.3% en baja altitud y del 52.1% en gran altitud. En cambio, con los lineamientos del 2024, la proporción de anemia ascendió al 15.4% en baja altitud y se redujo drásticamente al 14.6% en gran altitud.

Al realizar el análisis estadístico mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, se encontró que cuando se aplicaron los lineamientos de la NTS del 2017, la altitud de residencia tenía una relación estadísticamente significativa con la hemoglobina ajustada (Chi-cuadrado,  $p < 0.001$ ). En este escenario, los niños que residen a baja altitud presentaron un 90% menos de probabilidades de tener anemia en comparación con aquellos que viven a gran altitud (OR: 0.10, IC95%: 0.04-0.26). De manera opuesta, los niños que viven a gran altitud tuvieron 9.51 veces más probabilidades de presentar anemia en comparación

con los que viven a baja altitud (OR: 9.51, IC95%: 3.77-23.98). Por otro lado, cuando se emplearon los lineamientos de la NTS del 2024, no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la altitud de residencia y la hemoglobina ajustada (Chi-cuadrado,  $p=0.903$ ). Además, los valores de OR indican que no existe una diferencia sustancial en la probabilidad de presentar anemia entre los niños que residen a baja altitud y aquellos que viven a gran altitud (OR: 1.06, IC95%: 0.38-2.92 y OR: 0.93, IC95%: 0.34-2.57, respectivamente). Esto sugiere que, bajo los nuevos lineamientos de la NTS del 2024, la altitud de residencia no influye de manera significativa en la presencia de anemia.

La razón del aumento excesivo de las tasas de anemia que se observan cuando se utilizan los lineamientos de la NTS del 2017 en comparación con los lineamientos del 2024 se deben a que, el modelo pasado de ajuste aplicaba mayores reducciones de los niveles de hemoglobina a medida que aumentaba la altitud, además, establecía un punto de corte único de 11 g/dL para diagnosticar anemia en niños de 6 a 59 meses de edad. Estos lineamientos fueron ampliamente criticados por diversos autores como Ocas et al. (14) quienes proponían el uso de puntos de corte basados en desviaciones estándar para el diagnóstico de anemia, debido a que consideraban que los lineamientos de la OMS del 2001, en los cuales se basó la NTS del 2017, sugerían reducciones excesivas de los niveles de hemoglobina a medida que aumentaba la altitud. Como consecuencia, se observaron tasas elevadas de anemia que

incrementaban significativamente con la altitud, a pesar de los distintos programas implementados por el Estado para combatir esta enfermedad. Se ha demostrado que la suplementación con hierro en niños sanos, no influye en los niveles de hemoglobina, ya que como explica Lönnerdal (37), los aumentos excesivos de los niveles de hierro en sangre estimulan la síntesis de hepcidina por parte del hígado. Esta hormona actúa internalizando a las ferroportinas en los enterocitos, impidiendo así, la exportación de hierro del enterocito hacia el plasma y, por ende, limitando considerablemente el impacto de la suplementación de hierro en niños sanos. De igual forma, Gonzales et al. (10) cuestionaron los lineamientos propuestos por la OMS, mencionando que, el ajuste de hemoglobina debería aplicarse antes de los 1000 msnm, debido a que en su estudio observaron un incremento de estos niveles a partir de los 375 msnm. Además, encontraron que los niños de 6 a 35 meses de edad manejaban valores inferiores a 11 g/dL sin padecer las consecuencias de la anemia, lo que sugiere la necesidad de establecer puntos de corte diferenciados para edades más tempranas. Esto podría explicarse debido a que, en los primeros 1-2 años de vida, ocurre un proceso de transición gradual en el que la hemoglobina fetal, producida en el ambiente hipóxico intrauterino, es reemplazada por la hemoglobina adulta. Este proceso, conocido como neocitólisis, es un mecanismo fisiológico que contribuye a la reducción transitoria de los niveles de hemoglobina durante los primeros años de vida, incluso cuando las reservas de hierro son adecuadas. Finalmente, encontraron que hubo un aumento superior de los niveles de hemoglobina a altitudes de 1000-2500 msnm y menor a altitudes

mayores a 3000 msnm, Debido a que estos aumentos adaptativos son tomados en cuenta para establecer los modelos de ajuste hemoglobina según altitud, debería reevaluarse el modelo de la OMS ya que, al contrario del encontrado en este estudio, establece que, a mayores altitudes mayores aumentos de hemoglobina y por ende de ajuste. Este fenómeno, que podría parecer contrario a lo esperado, se atribuye a una mayor antigüedad generacional y a una mejor adaptación a la hipoxia hipobárica. Poblaciones como las que habitan los andes centrales o la tibetana presentan dichas adaptaciones, por lo que, presentan niveles de hemoglobina más bajos, sin presentar clínica de anemia, en comparación con otras poblaciones que residen a las mismas altitudes.

Cuando se aplicaban los lineamientos de la NTS del 2017, existía relación entre la altitud de residencia y los niveles de hemoglobina ajustados, coincidiendo con los resultados obtenidos por autores como Chen et al., Cordero et al. y Al-kassab et al. Asimismo, cuando se aplicaban los lineamientos de la NTS del 2024, dicha relación se perdía, coincidiendo con los resultados obtenidos en nuestras tablas N° 03 y 04. Esto se debe a que con los lineamientos anteriores existía una sobrestimación de las tasas de anemia especialmente en niños pequeños y a grandes altitudes, hecho que se corrigió en los lineamientos actuales del 2024.

A nivel internacional, Chen et al. (5) encontraron que la prevalencia de anemia en niños de la ciudad de Shannan, ubicada a una altitud media de 4148 msnm (30), fue del 57.84% tras aplicado el ajuste. Estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestro estudio.

Cordero et al. (8) encontraron que, durante los 18 años de análisis del estudio (1998-2016), la prevalencia de anemia fue superior al 50% con un pico en el año 2008 del 62%. Asimismo, en el grupo de baja altitud (<1999 msnm) la prevalencia de anemia siempre se encontró por encima del 44% con un pico del 51.8% en el 2008, mientras que en el grupo de gran altitud ( $\geq 3000$  msnm) estuvo por encima del 61% con un pico del 73.6% en el 2016. La prevalencia de anemia, tanto en la muestra total, como en los grupos de baja y gran altitud, son considerablemente mayores que las prevalencias obtenidas en nuestro. Esto podría deberse a que la población boliviana en media reside a mayores altitudes que la población tacneña y que en comparación con Tacna, Bolivia presenta mayores índices de pobreza.

A nivel nacional, Ocas et al. (14) en su estudio titulado “Concentración de hemoglobina en niños a diferentes altitudes en Perú: propuesta de corrección de la [Hb] por altitud para el diagnóstico de anemia y policitemia”, realizaron un análisis de datos del CENAN, correspondiente al periodo 2012-2017. La muestra estudiada comprendió un total de 2 028 701 niños de 6 a 59 meses de edad. La prevalencia de anemia fue del 36% en los niños que residían a altitudes de 0-999 msnm y del 66% en aquellos niños que vivían por encima de los 4000 msnm. Estos resultados fueron superiores a los obtenidos en nuestro estudio, muy probablemente debido a la gran diferencia presente entre los tamaños muestrales.

A nivel local, Román et al. (15) encontraron que la prevalencia de anemia, tras aplicado el ajuste, fue del 19.96%, siendo considerablemente inferior a la

obtenida en nuestro estudio. Esta diferencia podría explicarse por la distribución altitudinal de la población analizada, ya que solo el 4.28% de los participantes en este estudio residían por encima de los 1000 msnm, mientras que en nuestra investigación el 38.1% de la población vivía a altitudes de 3000-4999 msnm.

Los estudios previamente mencionados calcularon las tasas de anemia basándose en las recomendaciones de la OMS del 2001, las cuales fueron adoptadas por la NTS de anemia del 2017, por lo que las comparaciones con los estudios previamente citados solo se realizaron con los datos de la tabla N° 05 y el gráfico N° 29. Esto se debe a que las actualizaciones de las recomendaciones de la OMS fueron publicadas en marzo de 2024 y adoptadas por el MINSA en abril del mismo año, lo que las convierte en disposiciones relativamente recientes. Como consecuencia, muchos de los estudios basados en estos nuevos lineamientos aún se encuentran en desarrollo.

Por otro lado, al contrastar los resultados de la tabla N° 06 y su respectivo gráfico N° 30, basados en los lineamientos más recientes de la OMS, con los de la tabla N° 05 y su respectivo gráfico N° 29 y los estudios previos, se evidencia una diferencia sustancial en las tasas de anemia, particularmente en los niños que residen a gran altitud. Bajo los criterios anteriores, la prevalencia de anemia en estos grupos superaba el 50%, lo que pone de manifiesto el sobrediagnóstico que afectaba a la población pediátrica, especialmente en zonas de gran altitud.

## **CONCLUSIONES**

1. Los niños que residían a grandes altitudes presentaron valores más elevados de los parámetros del eritrograma, con excepción de la hemoglobina ajustada, en comparación con aquellos niños que vivían a baja altitud.
2. En el presente estudio no se evidenció asociación entre la presencia de anemia y la residencia a gran altitud al aplicar los últimos lineamientos de la Organización Mundial de la Salud.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se sugiere a las instituciones epidemiológicas actualizar sus mediciones estadísticas relacionadas con la anemia, especialmente en poblaciones pediátricas, con el objetivo de determinar el verdadero impacto de la enfermedad y evaluar la efectividad de las medidas institucionales implementadas para combatirla.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Guideline on haemoglobin cutoffs to define anaemia in individuals and populations [Internet]. Geneva: WHO; 2024 [Citado el 10 de enero del 2025]. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/376196/9789240088542-eng.pdf?sequence=1>
2. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2023 - Nacional y Departamental [Internet]. Lima: INEI; 2024 [Citado el 10 de enero del 2025]. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1950/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1950/libro.pdf)
3. Instituto Nacional de Estadística e Informática. TACNA: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - 2023, [Internet]. Lima: INEI; 2024 [Citado el 10 de enero del 2025]. Disponible en: <https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2023/departamentales/Endes23/pdf/Tacna.pdf>
4. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad [Internet]. Ginebra: OMS; 2011 [Citado el 10 de enero del 2025]. Disponible en: [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/85842/WHO\\_NMH\\_NHD\\_MM\\_11.1\\_spa.pdf?sequence=7](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/85842/WHO_NMH_NHD_MM_11.1_spa.pdf?sequence=7)
5. Chen J, Langlamu S, Zhang R, Zhu L. Anemia incidence and influencing factors among children aged 0-6 years in Shannan city, Xizang Autonomous Region. Zhonghua Er Ke Za Zhi. 2024; 62(8):747-751. doi: 10.3760/cma.j.cn112140-20240616-00403.
6. Liu J, Huo J, Sun J, Gong W, Huang J, Wang O. Prevalence of anemia in infants and children aged 6-23 months at different altitudes in poverty-

- stricken areas in China. *Wei Sheng Yan Jiu*. 2021; 50(3): 377-381. doi: 10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2021.03.005.
7. Sayers D, Witkop C, Webber B. Impact of Altitude-based Hemoglobin Modification on Pediatric Iron Deficiency Anemia Screening. *J Pediatr*. 2020; 221: 196-200. doi: 10.1016/j.jpeds.2020.02.085.
  8. Cordero D, Aguilar A, Casanovas C, Vargas E, Lutter C. Anemia in Bolivian children: a comparative analysis among three regions of different altitudes. *Ann N Y Acad Sci*. 2019; 1450(1): 281-290. doi: 10.1111/nyas.14038.
  9. Aparco J, Santos G, Bautista W, Alvis K, Velarde P, Hinojosa P, et al. Estado de hierro y propuesta de ajuste de hemoglobina por altitud en niños de 6 a 8 meses residentes en Lima, Arequipa, Cusco y Puno. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2023; 40(4): 395-405. doi: 10.17843/rpmesp.2023.404.12573.
  10. Gonzales G, Tapia V, Vásquez C. Changes in hemoglobin levels with age and altitude in preschool-aged children in Peru: the assessment of two individual-based national databases. *Ann N Y Acad Sci*. 2021; 1488(1): 67-82. doi: 10.1111/nyas.14520.
  11. Muñoz del Carpio A, Cornejo I, Rojas S, Alvarez G, Bernabé J, Gallegos A, et al. Anemia infantil en poblaciones que residen a diferentes altitudes geográficas de Arequipa, Perú: estudio descriptivo y retrospectivo. *Medwave*. 2020; 20(7): e8004. doi: 10.5867/medwave.2020.07.8004.
  12. Al-kassab A, Méndez C, Robles P. Factores sociodemográficos y nutricionales asociados a anemia en niños de 1 a 5 años en Perú. *Rev Chil Nutr*. 2020; 47(6): 925-932. doi: 10.4067/s0717-75182020000600925.
  13. Accinelli R, Leon J. Age and altitude of residence determine anemia prevalence in Peruvian 6 to 35 months old children. *PLoS One*. 2020; 15(1): e0226846. doi: 10.1371/journal.pone.0226846.

14. Ocas S, Tapia V, Gonzales G. Hemoglobin Concentration in Children at Different Altitudes in Peru: Proposal for [Hb] Correction for Altitude to Diagnose Anemia and Polycythemia. *High Alt Med Biol.* 2018; 19(4): 398-403. doi: 10.1089/ham.2018.0032.
15. Román V, Román L, Sanga H, Tarqui L. Factores sociodemográficos asociados a la anemia en niños menores de 60 meses. *Revista Médica Basadrina*, 2022; 16(2): 11-20. doi: 10.33326/26176068.2022.2.1550.
16. Ministerio de Salud. Norma técnica - Manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas [Internet]. Lima: MINSA; 2017 [Citado el 17 de enero del 2025]. Disponible en:  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/322896/Norma\\_t%C3%A9cnica\\_Manejo\\_terap%C3%A9utico\\_y\\_preventivo\\_de\\_la\\_anemia\\_en\\_ni%C3%B1os\\_adolescentes\\_mujeres\\_gestantes\\_y\\_pu%C3%A9rperas\\_20190621-17253-1wh8n0k.pdf?v=1561140238](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/322896/Norma_t%C3%A9cnica_Manejo_terap%C3%A9utico_y_preventivo_de_la_anemia_en_ni%C3%B1os_adolescentes_mujeres_gestantes_y_pu%C3%A9rperas_20190621-17253-1wh8n0k.pdf?v=1561140238)
17. Choque B, Alarcón D, Paredes W, Zaira A, Ochoa A, Gonzales G. Is the prevalence of anemia in children living at high altitudes real?. An observational study in Peru. *Ann N Y Acad Sci.* 2020; 1473(1): 35-47. doi: 10.1111/nyas.14356.
18. Ministerio de Salud. Norma técnica de salud: Prevención y control de la anemia por deficiencia de hierro en el niño y la niña, adolescentes, mujeres en edad fértil, gestantes y puérperas [Internet]. Lima: MINSA; 2024 [Citado el 17 de enero del 2025]. Disponible en:  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6166763/5440166-resolucion-ministerial-n-251-2024-minsa.pdf?v=1712758346>
19. Hernández A. Anemias en la infancia y adolescencia. Clasificación y diagnóstico. *Pediatr Integral* 2016; XX(5): 287-296.
20. Zavaleta N, Astete L. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2017; 34(4): 716-22. doi: 10.17843/rpmesp.2017.344.3251.

21. Campuzano G. Interpretación del hemograma automatizado: claves para una mejor utilización de la prueba. *Medicina & Laboratorio*. 2013; 19:11-68.
22. Real Academia Española. Diccionario de la lengua español: Altitud [Internet]. España: RAE; [Citado el 20 de enero del 2025]. Disponible en: <https://dle.rae.es/altitud?m=form>
23. Instituto Geográfico Nacional. Norma técnica geodésica: Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global [Internet]. Lima: IGN; 2015 [Citado el 20 de enero del 2025]. Disponible en: <https://app8.ign.gob.pe/GestionDocumental/Documento.aspx?id=2634>
24. Vargas O. Exercise and Training at altitudes: Physiological Effects and Protocols. *Rev Cienc Salud*. 2014; 12(1): 107-122. doi: [dx.doi.org/10.12804/revsalud12.1.2014.07](https://doi.org/10.12804/revsalud12.1.2014.07).
25. Vizcarra C, Pérez E, Pilco L, Quispe J, Monzón M, Ramos G. Fisiología de altura. ¿Afecta la altura a la homeostasis?. *Rev. Cuerpo Med. HNAAA*. 2024; 16(4). doi: 10.35434/rcmhnaaa.2023.164.1866.
26. Pino J. La dinámica interna de las familias de las niñas y los niños beneficiarios de Hogares Sustitutos: el caso de la Corporación PAN de la ciudad de Medellín. *Entramado* 2014; 10(2): 224-237.
27. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. UNICEF Perú: Que la anemia no los alcance [Internet]. Lima: UNICEF Perú; 2024 [citado el 20 de enero del 2025]. Disponible en: <https://www.unicef.org/peru/que-la-anemia-no-los-alcance#:~:text=La%20anemia%20afecta%20a%20la,parto%20prematuro%20en%20mujeres%20embarazadas>
28. Ministerio de Salud. Documento Técnico Plan nacional para la reducción y control de la anemia materno infantil y la desnutrición crónica infantil en el Perú: 2017-2021 [Internet]. LIMA: MINSA; 2017 [Citado el 23 de enero del 2025]. Disponible en: <https://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4189.pdf>

29. Ministerio de Salud. Modificaciones de la Norma técnica de salud: Prevención y control de la anemia por deficiencia de hierro en el niño y la niña, adolescentes, mujeres en edad fértil, gestantes y puérperas [Internet]. Lima: MINSA; 2024 [Citado el 23 de enero del 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6498138/5670414-rm-429-2024.pdf?v=1719011740>
30. Topographic-map: Mapa topográfico Shannan [Internet]. [Citado el 11 de enero del 2025]. Disponible en: <https://es-pe.topographic-map.com/map-1w9tm2/Shannan/?center=29.15182%2C91.97047&zoom=18>
31. PROLAB: Temas de laboratorio clínico. Generalidades, hematología, inmunología y parasitología: Fórmulas de Índices Eritrocitarios [Internet]; 2017 [Citado el 11 de enero del 2025]. Disponible en: <https://prolaboratorio.blogspot.com/2017/03/formulas-de-indices-eritrocitarios.html>
32. Torrens M. Interpretación clínica del hemograma. REV. MED. CLIN. CONDES. 2015; 26(6): 713-725. doi: 10.1016/j.rmclc.2015.11.001.
33. Yunga M. Análisis del eritrograma como indicador de anemia microcítica-hipocrómica en infantes. Tesis de licenciatura. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja, 2022. 17 pp.
34. Ahmed T, Ahmed M, Abdelgadir R, Fadl H, Babker A. Establishment of Hematological Reference intervals for healthy Children in Elobied City, Sudan. Journal La Medihealtico. 2021; 2(4): 24-31. doi: 10.37899/journallamedihealtico.v2i4.382.
35. Mapcarta: El Obeid [Internet]. [Citado el 25 de enero del 2025]. Disponible en: [https://mapcarta.com/es/El\\_Obeid\\_%28Sud%C3%A1n%29](https://mapcarta.com/es/El_Obeid_%28Sud%C3%A1n%29)
36. Instituto Boliviano de Biología en Altura. Variaciones hematológicas en la altura 3000 a 4100 msnm según la edad [Internet]. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés; 2022. [Citado el 25 de enero del 2025]. Disponible: <https://www.bibguru.com/es/g/cita-vancouver-pagina-web/>

37. Lönnerdal B, Georgieff M, Hernell O. Developmental Physiology of Iron Absorption, Homeostasis, and Metabolism in the Healthy Term Infant. *J Pediatr*. 2015; 167(4 Suppl): S8-14. doi: 10.1016/j.jpeds.2015.07.014.
38. Instituto Nacional de Estadística (Bolivia). Censo de Población y Vivienda de Bolivia 2012 [Internet]. La Paz: INE; 2013 [citado 28 de enero del 2025]. Disponible en: <https://juanquioga.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/07/resultadoscpv2012.pdf>
39. Ministerio de Salud. Norma técnica de salud: Categorías de establecimientos del sector salud [Internet]. Lima: MINSA; 2011 [Citado el 23 de marzo del 2025]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/272294/243402\\_RM546-2011-MINSA.pdf20190110-18386-cimfnp.pdf?v=1547161089](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/272294/243402_RM546-2011-MINSA.pdf20190110-18386-cimfnp.pdf?v=1547161089)
40. Guyton A, Hall J. Tratado de fisiología médica. 13ª ed. Madrid: Elsevier; 2016.
41. Boron W, Boulpaep E. Fisiología médica. 3ª ed. Barcelona: Elsevier; 2017.

# **ANEXOS**

## ANEXO N° 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Variaciones del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023. AUTOR: Arian Fabrizio Gutierrez Rueda					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	MUESTRA	METODOLOGÍA
<p><b>Problema principal:</b></p> <p>¿La altitud de residencia tiene asociación con los parámetros del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023?</p> <p><b>Problemas secundarios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la proporción de anemia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, según los lineamientos de las NTS del 2017 y 2024?</li> <li>• ¿Existe asociación entre la altitud de residencia y el desarrollo de anemia en niños 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, cuando se emplean los lineamientos de las NTS del 2017 y 2024?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar la asociación entre la altitud de residencia y los parámetros del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la proporción de anemia en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, según los lineamientos de las NTS del 2017 y 2024.</li> <li>• Determinar si existe asociación entre la altitud de residencia y el desarrollo de anemia en niños 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023, cuando se emplean los lineamientos de las NTS del 2017 y 2024</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>La altitud de residencia tiene asociación con los parámetros del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.</p> <p><b>Hipótesis secundarias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La tasa de proporción de anemia es menor cuando se utilizan los lineamientos de la NTS del 2024, en comparación con los del 2017 en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023.</li> <li>• Existe asociación entre la altitud de residencia y el desarrollo de anemia cuando se emplean los lineamientos de la NTS del 2017, pero esta se pierde cuando emplean los lineamientos de la NTS del 2024.</li> </ul>	<p><b>Variable independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características sociodemográficas</li> <li>• Altitud de residencia.</li> </ul> <p><b>Variable dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eritrograma <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hemoglobina</li> <li>- Hematocrito</li> <li>- Recuento eritrocitario</li> <li>- Volumen corpuscular medio</li> <li>- Hemoglobina corpuscular media</li> <li>- Concentración de hemoglobina corpuscular media</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Criterios de selección:</b></p> <p><b>Criterios de inclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niños de 6 a 59 meses de edad de la región de Tacna que fueron atendidos durante el año 2023.</li> <li>• Niños que hayan residido en su distrito durante al menos 4 meses.</li> </ul> <p><b>Criterios de exclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niños menores de 6 meses o mayores de 59 meses.</li> <li>• Niños que no sean de la región de Tacna.</li> <li>• Niños que hayan residido en su distrito durante menos de 4 meses.</li> <li>• Niños que no cuenten con variables de interés.</li> </ul>	<p><b>Diseño:</b></p> <p>Observacional, descriptivo y comparativo, de corte transversal.</p> <p><b>Instrumento:</b></p> <p>Ficha de recolección de datos.</p> <p><b>Estadígrafo:</b></p> <p>El análisis estadístico incluyó medidas descriptivas, pruebas de normalidad, comparación entre grupos y análisis de asociación mediante Chi-cuadrado de Pearson y odds ratio con su intervalo de confianza del 95%.</p>

## ANEXO N° 02

### INSTRUMENTO

#### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fecha de registro de datos: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

N° de registro: \_\_\_\_\_

#### CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

1. **Edad:** \_\_\_\_\_ meses
2. **Sexo:** Masculino \_\_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_\_
3. **Provincia:** Tacna \_\_\_\_\_ Tarata \_\_\_\_\_ Candarave \_\_\_\_\_ Jorge B. \_\_\_\_\_
4. **Distrito:** Tacna \_\_\_\_\_ Tarata \_\_\_\_\_ Candarave \_\_\_\_\_ Alto de la Alianza \_\_\_\_\_ Gregorio Albarracín \_\_\_\_\_ Palca \_\_\_\_\_
5. **Quintil de riqueza:** Q1 \_\_\_\_\_ Q2 \_\_\_\_\_ Q3 \_\_\_\_\_ Q4 \_\_\_\_\_ Q5 \_\_\_\_\_
6. **Establecimiento de Salud:** I-1 (P.S. Ancomarca) \_\_\_\_\_ I-2 (P.S. 5 de Noviembre, P. S. las Begonias) \_\_\_\_\_ I-3 (C.S. Tarata, C.S. Vista Alegre, C.S. Alto Perú, C.S. Viñani, C.S. Candarave, C.S. 28 de agosto, C.S. Alto de la Alianza) \_\_\_\_\_ I-4 (C.S. San Francisco) \_\_\_\_\_

#### ALTITUD DE RESIDENCIA

1. **Altitud:** Baja altitud (0-999 msnm) \_\_\_\_\_ Mediana altitud (1000-2999 msnm) \_\_\_\_\_ Gran altitud (3000-4999 msnm) \_\_\_\_\_

#### ERITROGRAMA

1. **Hemoglobina:** \_\_\_\_\_ g/dL
2. **Hematocrito:** \_\_\_\_\_ %
3. **Recuento eritrocitario:** \_\_\_\_\_ millones/ $\mu$ L
4. **VCM:** \_\_\_\_\_ fL
5. **HCM:** \_\_\_\_\_ pg
6. **CHCM:** \_\_\_\_\_ g/Dl

## ANEXO N° 03



**GRDIS**  
GERENCIA REGIONAL  
DE DESARROLLO  
E INCLUSIÓN SOCIAL

### AUTORIZACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE BASE DE DATOS

Yo, **Dr. Julio Aguilar Vilca**, en mi calidad de **Gerente Regional de Desarrollo e Inclusión Social** de la Región de Tacna, mediante el presente documento, otorgo la debida autorización para el acceso a la base de datos del proyecto de investigación titulado **"Estatus del hierro en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a tres diferentes altitudes de la región Arequipa y Tacna: Asociación entre los niveles de hemoglobina con el crecimiento y desarrollo cognitivo-psicomotor"**.

Dicho acceso es concedido a favor del investigador **Bach. Arian Fabrizio Gutierrez Rueda** quien desarrolla el proyecto de tesis titulado **"Variaciones del eritrograma en niños de 6 a 59 meses de edad que residen a diferentes altitudes de la región de Tacna durante el año 2023"**, como parte de los estudios requeridos para optar el título de Médico Cirujano.

La autorización se otorga bajo la condición de que el manejo de los datos se realice conforme a la normativa vigente en materia de protección de datos personales y bioética de la investigación en seres humanos.

Tacna, 21 de febrero del 2025

---

**DR. JULIO AGUILAR VILCA**  
**GERENTE REGIONAL DE**  
**DESARROLLO E INCLUSIÓN SOCIAL**  
C.M.P: 25208 R.N.E: 31526