

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en
niños atendidos en el Centro de Salud Quinua,
distrito de Quinua; Ayacucho 2023**

Tesis para optar el título profesional de
Bióloga, Especialidad: Microbiología

Presentado por:

Bach. Gina Talia Canales Aybar

Asesor:

Dr. Víctor Luis Cárdenas López

Ayacucho - Perú

2024

Con profundo amor y gratitud:

De manera muy especial, a la memoria de mi padre Fausto, quien fue un apoyo constante a lo largo de mi trayectoria universitaria y por brindarme su inmenso amor e inspiración.

A mi madre Aydee, por todo su apoyo incondicional y por su valentía para seguir adelante.

A mis hermanos Erick, Sherwin y Cristell, por estar siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Alma Mater por haberme acogido en sus aulas y brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos de esta noble profesión.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, por inculcarme valores y conocimientos científicos fundamentales para mi formación en la carrera profesional de Biología.

A los docentes de la Escuela Profesional de Biología, quienes, con sus valiosas enseñanzas, me han ayudado a alcanzar mis metas académicas y personales.

Asimismo, quiero agradecer a la directora del Centro de Salud Quinoa, así como a los demás profesionales de la salud, padres de familia y niños del distrito de Quinoa, por haberme permitido ejecutar el presente trabajo de investigación.

A mi asesor, Dr. Víctor Luis Cárdenas López, por su orientación académica y su contribución en la elaboración del presente trabajo de tesis.

A mi coasesor, Dr. Emilio Germán Ramírez Roca, por la orientación y sugerencias que me ayudaron a concluir este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Anemia	6
2.2.2. Niveles de anemia en niños según concentración de la hemoglobina	6
2.2.3. Clasificación de la anemia	9
2.2.4. Consecuencias de la anemia infantil	10
2.2.5. Causas de la anemia	10
2.2.6. Síntomas y signos de anemia	11
2.2.7. Diagnóstico clínico de la anemia	12
2.2.8. Diagnóstico de laboratorio	12
2.2.9. Requerimiento de hierro en niños	15
2.2.10. Suplementación con hierro	16
2.2.11. Marcadores bioquímicos	16
2.3. Base legal	24
III. MATERIALES Y METODOS	25
3.1. Ubicación de la zona de estudio	25
3.1.1. Ubicación política	25
3.1.2. Ubicación geográfica	25
3.2. Definición de la población y tamaño de muestra	25
3.2.1. Población censal	25
3.2.2. Técnica de muestreo	25
3.3. Criterios de selección	25

3.3.1. Criterios de inclusión	25
3.3.2. Criterios de exclusión	26
3.4. Metodología y recolección de datos	26
3.4.1. Acciones previas a la recolección de datos	26
3.4.2. Técnicas e instrumento de recolección de la información	26
3.4.3. Variable 1: niveles de anemia	28
3.4.4. Variable 2: Marcadores bioquímicos	29
3.5. Tipo de investigación	34
3.6. Diseño de la investigación	34
3.7. Análisis de datos	34
3.8. Aspectos éticos	35
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSIÓN	45
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	51
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores normales de concentración de hemoglobina y niveles de anemia en Niños (hasta 1,000 msnm).	8
Tabla 2. Ajuste de hemoglobina según altura sobre el nivel del mar.	9
Tabla 3. Contenido de hierro en 100 g de alimentos de origen animal y vegetal.	16
Tabla 4. Niveles de concentración del receptor soluble de transferrina.	20
Tabla 5. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hierro sérico en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.	39
Tabla 6. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de receptor soluble de transferrina en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.	40
Tabla 7. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de transferrina en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.	41
Tabla 8. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hepcidina en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.	42
Tabla 9. Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de eritropoyetina en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Marcadores bioquímicos.	17

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Tabla de datos.	61
Anexo 2. Formato de consentimiento informado dirigido a los padres de los niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho-2023.	63
Anexo 3. Ficha de resultados de análisis de laboratorio y valoración de los niveles de anemia de los niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.	65
Anexo 4. Ficha de resultados de análisis de los marcadores bioquímicos de los niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.	66
Anexo 5. Base de datos de la investigación sobre los niveles de anemia y marcadores bioquímicos de los niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.	67
Anexo 6. Solicitud de permiso para el ingreso al establecimiento del Centro de Salud Quinua; Ayacucho 2023.	69
Anexo 7. Constancia de autorización para el ingreso al establecimiento del Centro de Salud Quinua; Ayacucho 2023.	70
Anexo 8. Evidencias fotográficas de la investigación de niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños que acuden al Centro de Salud Quinua; Ayacucho 2023.	71
Anexo 9. Operacionalización de variables.	75
Anexo 10. Matriz de consistencia.	76

RESUMEN

El objetivo fue determinar la relación entre los niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinoa, distrito de Quina; Ayacucho-2023. El tipo de investigación fue no experimental, relacional, transversal. Estuvo constituida por una población censal de 58 niños de 6 a 60 meses de edad con diagnóstico de anemia, se aplicó muestreo no probabilístico por conveniencia. La determinación de niveles de anemia se realizó a través del método de la azidametahemoglobina por medio del instrumento mecánico hemoglobinómetro portátil y para la determinación cuantitativa de los marcadores bioquímicos se utilizaron los métodos fotométrico para el marcador bioquímico hierro sérico; técnica de ELISA para el marcador bioquímico receptor soluble de transferrina; turbidimetría para el marcador bioquímico transferrina, técnica de ELISA para el marcador bioquímico hepcidina y la técnica de ELISA para el marcador bioquímico eritropoyetina. Los resultados a través de la prueba estadística Tau b y Tau c de Kendall (t) evidenciaron que existe asociación débil, directa y significativa ($t=0.317$, sig.= 0,000) entre niveles de anemia y niveles de hierro sérico, en cuanto a la relación entre niveles de anemia y niveles del receptor soluble de transferrina existe una asociación negativa débil ($t=-0,253$, sig.= 0.002), así mismo entre niveles de anemia y niveles de transferrina existe una asociación negativa moderada ($t=-0,460$, sig= 000), entre niveles de anemia y niveles de eritropoyetina existe una asociación positiva débil ($t=-0,243$, sig=0,030), sin embargo, entre los niveles de anemia y niveles de hepcidina no existe asociación estadísticamente significativa $p>0.05$. Concluyendo que existe asociación entre los niveles de anemia y los niveles de los marcadores bioquímicos.

Palabras clave: anemia, marcadores bioquímicos, hierro sérico, receptor soluble de transferrina, hepcidina y eritropoyetina.

I. INTRODUCCIÓN

Para el diagnóstico de anemia se dispone de análisis sencillos para su tamizaje, como la hemoglobina y el hematocrito, los cuales poseen algunas desventajas como consecuencia de la baja sensibilidad y especificidad que poseen estos métodos que son afectados por diversos factores (Boccio et al., 2003).

Se han incorporado nuevos parámetros bioquímicos gracias a los avances tecnológicos que proporcionan información adicional a las pruebas comunes, entre ellos se encuentran: hierro sérico, transferrina, receptor soluble de transferrina y más recientemente, la hepcidina, entre otros (Sala & Díaz, 2017). La medición de estos marcadores se usa cuando la anemia persiste sin evolución favorable, a pesar de haber iniciado el tratamiento y contar con una buena adherencia al suplemento (MINSA, 2017a). Los resultados por estos marcadores bioquímicos son imprescindibles para la detección, seguimiento de anemias y sobrecargas de hierro, o de otra patología hematológica; por medio del estudio del hierro, permiten identificar si se trata de una anemia ferropénica o de otro tipo de anemia (Palma, 2015)

Lo que se ha buscado son trabajos a nivel regional y que no existen trabajos similares y al conocer esta correlación se puede incluir estos parámetros en el diagnóstico de anemia, para valorar cuál parámetro estudiado es el mejor ya que varían en sensibilidad y especificidad y en algunos casos tienen limitado valor diagnóstico debido a que se modifican por otras condiciones; permite realizar un diagnóstico más confiable y preciso lo cual indicará un tratamiento adecuado en cada caso. (Palma, 2015)

Los marcadores bioquímicos no se utilizan por el costo de los reactivos y equipos, solo se solicita ferritina sérica en los establecimientos de salud que cuenten con disponibilidad. (MINSA, 2017a) Por lo descrito se plantean los siguientes objetivos.

Objetivo general

Determinar la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinoa, Distrito de Quina; Ayacucho 2023.

Objetivos específicos

1. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de hierro sérico en niños atendidos en el Centro de Salud Quinoa, Distrito de Quina; Ayacucho 2023.
2. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de receptor soluble de transferrina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinoa, Distrito de Quina; Ayacucho 2023.
3. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de transferrina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinoa, Distrito de Quina; Ayacucho 2023.
4. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de hepcidina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinoa, Distrito de Quina; Ayacucho 2023.
5. Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de eritropoyetina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinoa, Distrito de Quina; Ayacucho 2023.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Tri Kusumastuti et al., (2014) realizaron una investigación cuyo objetivo fue evaluar las correlaciones entre los niveles de hemoglobina, ferritina sérica y receptor soluble de transferrina en niños de 6 a 59 meses. El diseño fue un estudio transversal en los distritos de Yogyakarta y Bantul en el que participaron 85 niños de entre 6 y 59 meses que visitaron puestos de salud integrados. Los niños fueron elegidos mediante muestreo aleatorio por conglomerados. Se recogieron muestras de sangre para examinar los niveles de hemoglobina, ferritina sérica y receptor soluble de transferrina (sTfR). En el resultado se evidenció mediante la prueba de correlación de Spearman el cual reveló correlaciones negativas débiles entre los niveles de hemoglobina y ferritina sérica, así como entre los niveles de hemoglobina y sTfR, con correlaciones de coeficientes de $r = -0,220$ ($P = 0,043$) y $r = -0,317$ ($P = 0,003$), respectivamente. No hubo correlación entre la ferritina sérica y los niveles de sTfR. Concluyendo que los niveles de hemoglobina tienen correlaciones negativas débiles con la ferritina sérica y el sTfR, pero la ferritina sérica no se correlaciona con el sTfR.

Bazante (2020) realizó un estudio cuyo objetivo fue establecer la prevalencia de deficiencia de hierro en niños menores de 5 años residentes de la provincia de Imbabura medida a partir del índice receptor soluble de transferrina-ferritina y como se relaciona con el estado nutricional, entre 2018-2019. El estudio incluyó a 109 niños y utilizó el índice receptor soluble de transferrina/Log ferritina para medir la deficiencia de hierro. Los resultados mostraron que el 12% de los niños tenían deficiencia de hierro grado I y el 49% grado II. Concluyendo que el índice RsTf/Log Ferritina es un método eficaz para detectar la deficiencia de hierro en niños.

Barón et al. (2014) realizaron una investigación teniendo como objetivo identificar

la deficiencia subclínica de hierro en niños menores de 4 años, mediante el uso de ferritina sérica, receptor soluble de transferrina (RsTf) e índice receptor soluble de transferrina-ferritina sérica (RsTf-FS) como herramientas diagnósticas. Es un estudio descriptivo transversal realizado en 541 niños menores de 5 años en Venezuela encontró que el 72,1% tenían depósitos de hierro bajos, el 25,5% tenían eritropoyesis comprometida y el 27,0% tenían anemia. De los niños con anemia, el 87,7% también tenían valores bajos de ferritina sérica, lo que indicaba anemia ferropénica. Los autores concluyeron que el 72,1% de los niños tenían depósitos de hierro agotados, el 25,5% tenían eritropoyesis deficiente de hierro y el 27,0% tenían anemia. El índice RsTf-FS identificó un mayor porcentaje de niños con deficiencia de hierro subclínica que la ferritina sérica o el RsTf por separado. López (2020) realizó una investigación cuyo objetivo fue conocer el origen de la anemia carencial y su grado de significancia clínica. Estudio descriptivo transversal realizado en 50 niños con anemia, de 6 meses a 5 años de edad, encontró que el 98% de los niños tenían anemia microcítica, de los cuales el 38% tenían anemia microcítica leve, el 60% anemia microcítica moderada y el 2% anemia macrocítica leve. El 98% de los niños con anemia microcítica también tenían valores disminuidos de ferritina sérica, lo que indicaba anemia hipocrómica. El índice de saturación de transferrina también se redujo en el 98% de los niños con anemia microcítica. Estos resultados sugieren que existe una asociación estadísticamente significativa entre anemia hipocrómica, valores disminuidos de ferritina y disminución del índice de saturación de transferrina.

Zúñiga (2016) realizó una investigación con el objetivo de valorar la concentración de hierro para el diagnóstico de la anemia en pacientes con enfermedad renal crónica dializados que acuden al laboratorio Clínico Interlab. Es un estudio descriptivo observacional realizado en pacientes adultos con enfermedad renal crónica (ERC) en diálisis encontró que el 93% de los pacientes tenían anemia, definida como hemoglobina por debajo del límite de referencia. El 90,7% de los pacientes también tenían hematocrito bajo. El 11,5% de los pacientes tenían saturación de transferrina fuera del rango de referencia. Los parámetros que mejor definieron la anemia fueron la transferrina, la saturación de transferrina, la hemoglobina y la concentración de hierro sérico. La combinación de estos parámetros se utilizó para determinar la gravedad de la anemia. El estudio concluyó que la saturación de transferrina es el marcador más importante en la anemia de la enfermedad renal crónica.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Paredes (2020) realizó una investigación con el objetivo de determinar la relación de los biomarcadores del metabolismo del hierro; hepcidina, ferritina, receptor de transferrina, eritropoyetina, interleuquina-6, interleuquina-8 con el nivel de hemoglobina y el desarrollo psicomotor de niños de 6 a 59 meses de edad en la región Puno 2019. Este estudio fue de tipo descriptivo, analítico y correlacional realizado en 299 niños. Encontró que el 70,4% de los niños tenían niveles de hemoglobina por debajo de los parámetros esperados. Los demás biomarcadores del metabolismo del hierro, como la hepcidina, la ferritina, el receptor de transferrina, la eritropoyetina, la interleuquina-6 y la interleuquina-8, se encontraron en valores normales. Concluye que no hay una relación significativa entre los biomarcadores del metabolismo del hierro y los niveles de hemoglobina en niños. Sin embargo, encontraron que existe una relación significativa entre los niveles de hemoglobina y el desarrollo psicomotor de los niños.

Masias (2020) Realizó una investigación con el objetivo determinar el estado nutricional de los niños y los niveles de hepcidina, ferritina y receptor de transferrina en niños de 6 a 59 meses, de la provincia de Melgar-Puno. Estuvo conformado por 32 niños, que se ubican a 3925 msnm, se determinó el estado nutricional junto a la valoración de dichos marcadores bioquímicos con los indicadores de peso/talla y peso/edad. Los resultados mostraron que el 54.16% de los niños tenían un estado nutricional normal, pero niveles de ferritina bajos, según el indicador peso/talla. El 34.37% tenían niveles de ferritina y estado nutricional normales, según el indicador talla/edad. El 37.5% tenían un estado nutricional y niveles de ferritina normales, según el indicador peso/edad. Y el 75% de los niños tenían un estado nutricional y niveles de receptor de transferrina dentro del rango normal, según los tres indicadores. Se concluye que no existe correlación del peso y talla de los niños con los niveles de hepcidina, ferritina y receptor de transferrina.

Foraquita (2018) realizó un estudio teniendo como objetivo determinar el consumo de hierro y su relación con los niveles de ferritina, transferrina y hemoglobina sérica en niños de 6 a 59 meses de edad. Es un estudio descriptivo, analítico y transversal realizado en 60 niños encontró que el 68% de los niños tenían un consumo de hierro inferior a lo recomendado. Además, el 50% tenían niveles bajos de ferritina, el 52% niveles altos de transferrina y el 33% niveles normales de hemoglobina. Concluye que existe una relación entre el consumo de hierro y los

niveles de ferritina, transferrina y hemoglobina.

Sanchez (2021) Determinó los marcadores bioquímicos asociados a la ferremia gestacional en la ciudad del Cusco, 2019. Estudio analítico transver realizado en 85 gestantes encontró que la hepcidina, la hemoglobina y el índice de producción de reticulocitos estaban positivamente correlacionados con la ferremia gestacional en el primer trimestre de gestación. La eritropoyetina y el receptor soluble de transferrina, por su parte, estaban negativamente correlacionados con la ferremia gestacional. Se concluye que la hepcidina es el marcador bioquímico con la mejor correlación con la ferremia gestacional.

Yang & Palacios (2021) realizaron una investigación cuyo objetivo fue determinar la relación entre el peso al nacer de neonatos a término nacidos por parto vaginal en un Hospital de Lima con la hemoglobina y los biomarcadores del estado de hierro (ferritina, hepcidina, RsTf, RsTf/log ferritina) neonatales. Este estudio fue tipo transversal, observacional. Realizado en Lima entre abril y junio de 2019 evaluó a 127 neonatos nacidos a término. Los resultados mostraron que la frecuencia de anemia ferropénica fue baja (0,00%), pero la de ferropenia sin anemia fue alta (22,41% con ferritina baja y 14,17% con índice de RsTf/log ferritina). Los investigadores concluyeron que el seguimiento neonatal y pediátrico, así como las medidas de prevención primaria de la anemia, son importantes para detectar y tratar la ferropenia en neonatos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Anemia

Se define como la concentración de la hemoglobina en sangre que se encuentra por debajo de los valores normales. El valor normal de hemoglobina varía según la edad, sexo, embarazo y algunas situaciones como la altitud. (OMS, 2001)

Se define anemia en niños de 6-59 meses cuando los niveles de hemoglobina son menores que 11 g/dL (OMS, 2012).

2.2.2. Niveles de anemia en niños según concentración de la hemoglobina

- **Anemia leve:** Las personas con anemia leve suelen ser asintomáticas; una característica importante es la inapetencia que influye de manera negativa en la nutrición del niño. Se considera anemia leve cuando se tiene un valor de hemoglobina de 10.0-10.9 g/dL a nivel del mar (MINSa, 2017a).
- **Anemia moderada:** Pueden cursar con sintomatología escasa o incluso de forma asintomática. Hemoglobina es de 7-9.9 g/dL a nivel del mar (MINSa, 2017a).

- **Anemia severa:** Los síntomas que pueden presentar son piel y membranas mucosas pálidas, cefaleas, vértigo, dificultad para el sueño, entre otros; cuando el valor de la hemoglobina es muy bajo ($< 5\text{g/dL}$) se pueden presentar ciertas condiciones como taquicardia, soplo y disnea del esfuerzo. Hemoglobina es inferior a 7 g/dL a nivel del mar (MINSA, 2017a).

2.2.2.1. Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína que se encuentra en los glóbulos rojos y transporta oxígeno desde los pulmones a los tejidos. Está formada por dos tipos de cadenas proteicas, cada una de las cuales está unida a un grupo hemo. El grupo hemo es una molécula que contiene un complejo de protoporfirina IX y hierro ferroso. Las subunidades proteicas se mantienen unidas mediante enlaces débiles y adoptan diferentes posiciones en la desoxihemoglobina y la oxihemoglobina (Ríos-Tapia et al., 2013).

Es una proteína compleja que consta de un grupo hemo que contiene hierro, y una porción proteínica conocida como globina (MINSA, 2017a).

El valor de la hemoglobina es una medición de la concentración de la cantidad de hemoglobina presente en un volumen fijo de la sangre del paciente. Se expresa en (g/dL). El valor de la hemoglobina depende de la cantidad total de hemoglobina circulante en los eritrocitos y del volumen sanguíneo (OMS., 2001).

- **Síntesis**

La hematopoyesis tiene lugar en la médula ósea y es regulada por la eritropoyetina, una hormona producida por los riñones. El hierro es un componente esencial de la hemoglobina. Cuando los niveles de hierro son bajos, la síntesis de hemoglobina se reduce. La cantidad de hemoglobina presente en los reticulocitos, un tipo de eritrocito inmaduro, es un indicador de la cantidad de hierro disponible para la eritropoyesis en la médula ósea (Sermini et al., 2017).

- **Valores de referencia**

La OMS ha definido valores de referencia para la hemoglobina, los cuales varían según la edad, sexo y altitud sobre el nivel del mar. Estos valores se utilizan para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad (MINSA, 2017a).

Tabla 1

Valores normales de concentración de hemoglobina y niveles de anemia en Niños (hasta 1,000 msnm)

	Con anemia según niveles de hemoglobina (g/dL)			Sin anemia según niveles de hemoglobina
Niños prematuros				
1ª semana de vida	≤ 13.0			> 13
2ª a 4ª semana de vida	≤ 10.0			> 10.0
5ª a 8 va semana de vida	≤ 8.0			> 8.0
Niños nacidos a término				
Menores de 2 meses	< 13.5			13.5 – 18.5
Niños de 2 a 6 meses cumplidos	< 9.5			9.5 – 13.5
		Severa	Moderada	Leve
Niños de 6 meses a 5 años cumplidos	< 7.0	7.0-9.9	10.0 - 10.9	≥ 11.0
Niños de 5 a 11 años de edad	< 8.0	8.0 - 10.9	11.0 - 11.4	≥ 11.5

Fuente: Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de Hemoglobina para diagnosticar anemia y evaluar su gravedad. Ginebra 2011. En: Ministerio de Salud. Norma técnica – Manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y púerperas, MINSA, (2017).

2.2.2.2. Ajuste de hemoglobina según altura sobre el nivel del mar

Los niños que viven en altitudes superiores a los 1.000 metros sobre el nivel del mar pueden presentar niveles de hemoglobina más bajos que los niños que viven a nivel del mar. Para tener en cuenta esta diferencia, se utiliza un factor de ajuste para calcular el nivel de hemoglobina ajustado. (MINSA, 2017a).

$\text{Niveles de hemoglobina ajustada} = \text{Hemoglobina observada} - \text{Factor de ajuste por altitud}$

Tabla 2*Ajuste de hemoglobina según altura sobre el nivel del mar*

ALTITUD (msnm)			ALTITUD (msnm)			ALTITUD (msnm)		
desde	Hasta	Factor de ajuste por altitud	Desde	Hasta	Factor de ajuste por altitud	Desde	Hasta	Factor de ajuste por altitud
1000	1041	0.1	3082	3153	2	4183	4235	3.8
1042	1265	0.2	3154	3224	2.1	4236	4286	3.9
1266	1448	0.3	3225	3292	2.2	4287	4337	4
1449	1608	0.4	3293	3360	2.3	4338	4388	4.1
1609	1751	0.5	3361	3425	2.4	4389	4437	4.2
1752	1882	0.6	3426	3490	2.5	4438	4487	4.3
1883	2003	0.7	3491	3553	2.6	4488	4535	4.4
2004	2116	0.8	3554	3615	2.7	4536	4583	4.5
2117	2223	0.9	3616	3676	2.8	4584	4631	4.6
2224	2325	1	3677	3736	2.9	4632	4678	4.7
2326	2422	1.1	3737	3795	3	4679	4725	4.8
2423	2515	1.2	3796	3853	3.1	4726	4771	4.9
2516	2604	1.3	3854	3910	3.2	4772	4816	5
2605	2690	1.4	3911	3966	3.3	4817	4861	5.1
2691	2773	1.5	3967	4021	3.4	4862	4906	5.2
2774	2853	1.6	4022	4076	3.5	4907	4951	5.3
2854	2932	1.7	4077	4129	3.6	4952	4994	5.4
2933	3007	1.8	4130	4182	3.7	4995	5000	5.5
3008	3081	1.9						

Fuente: MINSA, 2017. Norma técnica-manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas.

2.2.3. Clasificación de la anemia

Las anemias se pueden clasificar de dos maneras: por su morfología o por su fisiopatología. La clasificación morfológica se basa en el tamaño y la concentración de hemoglobina de los glóbulos rojos. Según este criterio, las anemias se dividen en tres grupos: anemia normocítica normocrómica (con reticulocitos elevados la hemolítica, con reticulocitos bajos la anemia aplásica), anemia microcítica hipocrómica (sideroblástica, ferropénica, por enfermedad crónica, la talasemia por deficiencia de globina) y la anemia macrocítica (no megaloblástica y la megaloblástica). En la fisiopatológica se divide en anemias causadas por disminución de la producción de eritrocitos (aplásica, megaloblástica, por

deficiencia de hierro, talasemia, por insuficiencia renal crónica, sideroblástica), anemias causadas por aumento de la destrucción o pérdida (en intracorporal encontramos esferocitosis hereditaria, eliptocitosis hereditaria, carencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, piruvato cinasa, porfirias y en extracorporal se hallan las hemolíticas, por agentes químicos y físicos como los fármacos, toxinas quemaduras). (Bernadette F. et al., 2014)

2.2.4. Consecuencias de la anemia infantil

La anemia tiene efectos negativos en el desarrollo físico, mental y emocional, durante los primeros años de vida. Estos efectos pueden afectar la capacidad de aprendizaje, el rendimiento escolar y productividad en el futuro. De esta manera, la anemia en los niños infantil tiene una repercusión negativa enorme en el desarrollo del país. (MINSAL, 2017b)

La anemia puede causar una serie de efectos negativos en la salud, como el retraso del crecimiento, una disminución de la función inmunológica, y signos y síntomas como la fatiga, la debilidad, la palidez, la irritabilidad y la falta de atención. (OMS, 2016), pero estos efectos no solo afectan el desarrollo psicomotor, sino que pueden expresarse a lo largo del ciclo de vida. (Zavaleta & Astete-Robilliard, 2017) El desarrollo infantil es un proceso de cambios permanentes en el niño. La anemia, por su parte, puede tener efectos negativos en el desarrollo mental, motor y conductual del niño a largo plazo. La anemia puede afectar el desarrollo cognitivo y motor de los niños, lo que puede dificultar el aprendizaje, la atención, el pensamiento, la memoria, el razonamiento, el procesamiento visual y la resolución de problemas (Zavaleta & Astete-Robilliard, 2017). También puede provocar alteraciones en las funciones de memoria y una respuesta pobre a los estímulos sensoriales (MINSAL, 2017b).

2.2.5. Causas de la anemia

La inadecuada ingesta de hierro y otros nutrientes es una causa importante de anemia. Las infecciones, como la diarrea y la malaria, pueden causar anemia en los niños. Estas infecciones se propagan fácilmente en entornos con prácticas de higiene deficientes, como el lavado de manos inadecuado y el acceso limitado a agua segura y saneamiento básico (MINSAL, 2017b). La anemia se asocia a diversos factores sociodemográficos, y factores relacionados al cuidado de la salud del niño. (Zavaleta & Astete-Robilliard, 2017)

Además de las infecciones, existen otras causas de anemia en niños, como la falta de nutrientes esenciales (folato, vitamina B12 y vitamina A), los

sangrados, las infecciones parasitarias y los trastornos hereditarios o adquiridos que afectan la producción de glóbulos rojos (Dávila-Aliaga et al., 2019)

Las poblaciones de escasos recursos suelen ser las más golpeadas debido a la situación de vulnerabilidad económica y social en la que viven. Se han identificado factores que aumentan el riesgo de anemia en el niño, como son, bajo peso al nacer, ligadura precoz del cordón umbilical, duración (acortada) de la lactancia materna, la suspensión temprana de la lactancia antes de que el niño cumpla los 6 meses de edad, introducción tardía de las carnes rojas en la dieta del niño, y una dieta de alimentos con pobre contenido de hierro. (Ruiz & Betancourt, 2020)

2.2.6. Síntomas y signos de anemia

Los síntomas de la anemia pueden variar en gravedad y duración. Algunos de estos síntomas pueden ser temporales y desaparecer con el tratamiento, mientras que otros pueden ser permanentes e irreversibles si se presentan en etapas tempranas de la vida. (Comité Nacional de Hematología, 2017)

Los síntomas y signos clínicos de la anemia son inespecíficos cuando es de grado moderado o severo (MINSA, 2017a).

- **Síntomas generales.** Aumento del sueño, cansancio, pérdida de apetito, irritabilidad, disminución del rendimiento físico, fatiga, mareos, cefaleas, problemas de crecimiento son algunos de los síntomas que pueden indicar la presencia de deficiencia de hierro. En los prematuros y lactantes de bajo peso, la deficiencia de hierro también puede causar una baja ganancia de peso.
- **Alteraciones en piel, pelos y uñas.** La deficiencia de hierro puede causar una serie de cambios en la apariencia física, que incluyen: piel pálida, especialmente, en las membranas mucosas, palma de las manos. Además, también pueden presentarse síntomas como resequedad en piel, caída del cabello, uñas quebradizas, aplanadas y con una curvatura hacia abajo.
- **Alteraciones de conducta alimentaria.** Tendencia a comer sustancias no alimentarias como tierra, hielo, uñas, cabello, pasta dental, entre otros.
- **Síntomas cardiopulmonares.** Se presentan cuando el valor de la hemoglobina es muy bajo (< 5 g/dL). Taquicardia, soplo y disnea del esfuerzo.
- **Alteraciones en el sistema digestivo.** Presentan úlceras a nivel del tracto digestivo, inflamación de la lengua con color rojo pálido, entre otros.
- **Alteraciones inmunológicas.** Defectos en la inmunidad celular y deficiente capacidad bactericida de los neutrófilos.

- **Síntomas neurológicos.** Alteración en el desarrollo psicomotor, deficiente respuesta a estímulos sensoriales (MINSA, 2017a)

2.2.7. Diagnóstico clínico de la anemia (MINSA, 2017a)

El diagnóstico clínico se realiza a través de la anamnesis y el examen físico. Sin embargo, Las situaciones de deficiencia de hierro leve o moderada pueden no presentar síntomas o con una sintomatología escasa.

Anamnesis. Evalúa los síntomas de anemia y utiliza la historia clínica de atención integral del niño para su registro como:

- Averiguar el tipo de dieta que recibe
- Antecedente de embarazo múltiple, déficit de hierro en la madre
- Procedencia geográfica

Examen físico. Para evaluar la anemia, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Color de la piel: Se observa el color de la piel de la palma de las manos, que puede ser pálido o rojizo.
- Mucosas oculares: Se busca palidez de las mucosas oculares, que pueden ser pálidas o congestivas.
- Piel: Se examina la sequedad de la piel, sobre todo en el dorso de la muñeca y antebrazo.
- Cabello: Se examina la sequedad y caída del cabello.
- Mucosa sublingual: Se observa la mucosa sublingual, que puede ser pálida o congestiva.
- Lecho ungueal: Se verifica la coloración del lecho ungueal, presionando las uñas de los dedos de las manos.

2.2.8. Diagnóstico de laboratorio (MINSA, 2017a)

Para diagnosticar anemia se solicita la determinación de concentración de hemoglobina o hematocrito.

2.2.8.1. Medición de la concentración de hemoglobina

Es la cantidad de hemoglobina presente en un volumen fijo de sangre. Normalmente se expresa en gramos por decilitro (g/dL) se utilizan métodos empleados. El valor de la hemoglobina en niños se puede determinar mediante métodos directos, como la espectrofotometría o el hemoglobinómetro, o mediante métodos indirectos, como los contadores hematológicos (MINSA, 2017a).

- **Método de la cianometahemoglobina**

El método de la cianometahemoglobina para determinar la hemoglobina se basa en la reacción de la hemoglobina con una solución de ferrocianuro potásico y cianuro potásico. El ferrocianuro potásico oxida la hemoglobina a metahemoglobina, y el cianuro potásico proporciona los iones cianuro para formar cianometahemoglobina, la solución que se produce se lee por medio de un espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm. El grado de la absorbancia de la cianometahemoglobina es directamente proporcional a la hemoglobina (MINSa, 2013).

- **Método de la azidametahemoglobina**

Se basa en una medición de la absorción de luz por la azidametahemoglobina. Este método se realiza mediante un dispositivo llamado hemoglobinómetro que utiliza una microcubeta, donde la membrana de los eritrocitos es desintegrada, liberando a la hemoglobina. Luego el hierro es convertido al estado férrico formando así metahemoglobina, el cual es mezclado con el azida de sodio para formar azidametahemoglobina que finalmente es leída en un hemoglobinómetro a una absorbancia de una longitud de onda de 565 nm y 880 nm. (MINSa, 2013)

2.2.8.2. Hematocrito

El hematocrito es una medida de la cantidad de glóbulos rojos en la sangre. Los rangos normales de hematocrito varían según la edad y el sexo. (MINSa, 2017a)

2.2.8.3. Exámenes especializados complementarios

La medición de estos indicadores se realiza cuando la anemia no mejora a pesar de haber iniciado el tratamiento y seguir las indicaciones del médico (MINSa, 2017a)

1. Determinación de hierro sérico. Existen varios métodos de laboratorio para determinar el hierro sérico en casos de anemia.

- **Método colorimétrico**

El hierro sérico, que se encuentra unido a la transferrina, se reduce a Fe (II) con ácido ascórbico en medio ácido. A continuación, reacciona con el reactivo de color ferene, formando un complejo azul que se mide a 600 nm. La intensidad de la absorbancia es directamente proporcional a la concentración de hierro. (WienerLab, 2023)

- **Método fotométrico utilizando ferene**

El hierro unido a la transferrina es liberado por completo por el ácido ascórbico

y reducido a hierro ferroso. El hierro ferroso forma un complejo con ferene cuya extinción a una longitud de onda de 595 nm es directamente proporcional a la concentración de hierro. (Hierro FS, 2021)

2. Determinación del receptor soluble de transferrina. Existen varios métodos de laboratorio para determinar el sTfR en casos de anemia.

- **Técnica ELISA (ensayo secuencial inmunoenzimométrico).** Se utiliza para detectar y cuantificar el RsTf. Esta técnica se basa en la interacción del antígeno y el anticuerpo. Los reactivos incluyen anticuerpos enzimáticos e inmovilizados, con reconocimiento de epítopos distintos y antígeno nativo. (AccuBind, 2019)
- **Inmunoanálisis de partículas magnéticas (IMPA).** Este método utiliza partículas magnéticas conjugadas con anticuerpos para detectar y cuantificar el sTfR en una muestra de sangre. Las partículas magnéticas se unen al sTfR y luego se separan magnéticamente para su cuantificación. (Quintana & Salas, 2010)
- **Nefelometría.** La nefelometría es una técnica que se basa en la medida de la luz dispersada por partículas en una muestra. En el caso del sTfR, se utiliza para cuantificar la cantidad de sTfR presente en la muestra de sangre. (Quintana & Salas, 2010)

3. Determinación de transferrina

- **Método inmunoturbidimetría.** La cantidad de transferrina en suero o plasma se puede determinar mediante un ensayo turbidímetro. Este ensayo se basa en la reacción de los anticuerpos anti-transferrina con la transferrina de la muestra. La unión de estos anticuerpos forma compuestos insolubles que producen una turbidez. La intensidad de la turbidez es proporcional a la cantidad de transferrina presente en la muestra. La cantidad de transferrina se determina comparando la turbidez de la muestra con la de un calibrador de transferrina de concentración conocida (SPINREACT, 2019).
- **Método colorimétrico.** La cantidad de transferrina en suero se puede determinar mediante un método que consiste en medir la capacidad de la transferrina para unirse al hierro. La transferencia se satura en presencia de hierro en exceso a un pH superior a 7,2. El hierro no unido se elimina mediante coprecipitación con carbonato de magnesio. El hierro unido a la transferrina se libera y se mide colorimétricamente. La cantidad de transferrina se expresa como la cantidad de hierro que puede unir (Fer-color Transferrina, 2000)

4. Determinación de hepcidina

- **Determinación de hepcidina (ELISA)**

El Kit DRG Hepcidin 25 (bioactive) HS ELISA es un ensayo que se basa en la inhibición competitiva de la unión de la hepcidina-25 biotinilada a un anticuerpo monoclonal. La hepcidina-25 de la muestra del paciente compite con la hepcidina-25 biotinilada por unirse al anticuerpo. La cantidad de hepcidina-25 unida al anticuerpo se mide mediante la detección de la biotina unida con la peroxidasa de rábano unida a la estreptavidina. La intensidad de la coloración producida es inversamente proporcional a la concentración de hepcidina-25 en la muestra del paciente (DRG Instrumentos GmbH, 2021).

- **Cromatografía líquida-Espectrometría de masas:** Es una técnica analítica que combina la separación cromatográfica de los analitos con la detección y cuantificación precisa utilizando espectrometría de masas. En el caso de la hepcidina, se puede utilizar esta técnica para identificar y cuantificar específicamente los péptidos de hepcidina en la muestra. Esta técnica permite una alta sensibilidad y especificidad en la medición de los niveles de hepcidina (Dorelo et al., 2021).

5. Determinación de eritropoyetina

Análisis cuantitativo específico para la determinación de eritropoyetina en suero humano (ELISA)

El inmunoanálisis ELISA para la detección de eritropoyetina se basa en la reacción entre dos anticuerpos monoclonales de ratón. El primero, marcado con peroxidasa de rábano, se une a la eritropoyetina de la muestra del paciente. El segundo, acoplado con biotina, se une al primero. La unión de los dos anticuerpos se detecta mediante la reacción de la peroxidasa de rábano con un sustrato, que produce un color amarillo. La intensidad del color amarillo es directamente proporcional a la concentración de eritropoyetina en la muestra (Erythropoietin ELISA, 2021).

2.2.9. Requerimiento de hierro en niños

En los primeros 2 meses de vida, la hemoglobina de los bebés disminuye fisiológicamente. Los niños menores de un año tienen las necesidades de hierro más altas que en cualquier otra etapa de la vida. Hasta los 6 meses, su requerimiento de hierro es de 0,27 mg/día, que se cubre principalmente con las reservas que acumularon durante el embarazo. A partir de los 7 a los 12 meses, su necesidad aumenta a 11 mg/día. (MINSA, 2016)

La cantidad de hierro de un recién nacido depende de su peso corporal y de la

cantidad de hemoglobina en su sangre. El corte del cordón umbilical puede provocar la pérdida de hasta el 30% del hierro total del bebé. La concentración de hemoglobina de los recién nacidos no está relacionada con los niveles de hemoglobina o hierro de la madre. Durante el primer año de vida, los requerimientos de hierro son mayores que en cualquier otra etapa de la vida. Los bebés necesitan unos 0,5 mg de hierro al día para satisfacer las necesidades impuestas por su crecimiento (Guzmán et al., 2016).

2.2.10. Suplementación con hierro

El suplemento de hierro es un refuerzo en la alimentación, no sustituye a los alimentos ricos en hierro de origen animal. La ingesta diaria de hierro recomendada en los niños de 6 meses a 8 años es 11 (mg/día) (MINSa, 2017a) La administración de suplementos de hierro en niños de edad preescolar (24 a 59 meses) recomendada es de 25 mg de hierro elemental de suplementos orales en diferentes presentaciones como gotas o jarabe por semana. (OMS, 2012)

Alimentos ricos en hierro. El contenido de hierro procede de dos fuentes:

- Alimentos de origen animal tienen el hierro en su forma hemínico (hierro hem) es absorbido con mayor eficiencia y cuyo porcentaje de absorción es del 15 al 35%
- Los alimentos de origen vegetal que no contienen hierro hemo se absorben poco, de un 2 a un 10%. La presencia de sustancias inhibidoras puede reducir aún más esta absorción.(MINSa, 2016)

Tabla 3

Contenido de hierro en 100 g de alimentos de origen animal y vegetal

Alimento de origen animal	Contenido de hierro (mg)	Alimento de origen vegetal	Contenido de hierro (mg)
Sangre de pollo cocida	29.5	Habas secas	13
Bazo de res	28.7	Frijol amarillo común	9.7
Hígado de pollo	8.5	Garbanzos	8.3
Pulmon (bofé)	6.5	Quinoa	7.5
Carne de res, pulpa	3.4	Lenteja	4.8
pescado	3.0	Espinacas	4,6
Pollo, pulpa	1.5	Avena	4.1

Fuente: Tabla Peruana de Composición de Alimentos 8va. Edición 2009 – CENAN/INS/MINSa

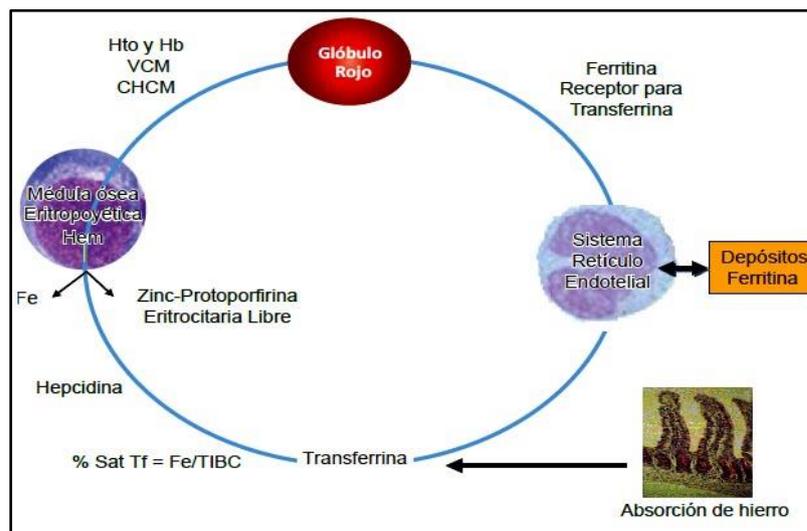
2.2.11. Marcadores bioquímicos

Los marcadores bioquímicos permiten evaluar el estado del hierro en el organismo, lo que proporciona información sobre los mecanismos celulares implicados en la regulación, captación, transporte y absorción de hierro (Sermini

et al., 2017). Los marcadores bioquímicos miden la cantidad de hierro disponible en el plasma, lo que proporciona información sobre el estado de la eritropoyesis. Los marcadores bioquímicos que se utilizan para determinar los trastornos del metabolismo del hierro se encuentran: concentración de hierro sérico, concentración de ferritina sérica, receptor soluble de transferrina, hepcidina, eritropoyetina y finalmente eritroferrona. (Marquez et al., 2019).

Figura 1

Marcadores bioquímicos



La línea azul indica la circulación sanguínea. Las mediciones se realizan en el glóbulo rojo (VCM; CHCM, ZnPP) y en suero (Fe, TIBC, ferritina, receptor para transferrina, hepcidina). A nivel local existen depósitos de hierro en hígado, bazo y sistema retículo endotelial, principalmente.

Nota: Tomado de Sermini et al., (2017).

2.2.11.1. Hierro sérico

Es un nutriente esencial que se encuentra almacenado en la hemoglobina de los eritrocitos, músculo también se encuentran en enzimas y en neurotransmisores. (MINSA, 2017a)

Síntesis de hierro sérico

El hierro se obtiene a partir de la dieta de dos formas:

- **Hierro hemínico (hierro hemo):** El hierro hemo es un tipo de hierro que se encuentra en los alimentos de origen animal. Forma parte de la estructura de la hemoglobina. La absorción del hierro hemo es de aproximadamente un 10 a 30%.
- **Hierro no hemínico (hierro no hemo):** El hierro no hemo es un tipo de hierro que se encuentra en los alimentos de origen vegetal. Se absorbe de forma menos eficiente que el hierro hemo. La absorción del hierro no hemo se estima en un 10%.

En el cuerpo humano, los requerimientos son a nivel traza, y diariamente se absorben provenientes de la dieta 1-2 mg se absorben normalmente. (Palomo et al., 2009) Aunque el hierro es un nutriente esencial, el exceso de hierro en el organismo puede provocar problemas de salud (Sermini et al., 2017)

a. Fisiología de hierro sérico

El hierro hemínico y no hemínico provenientes de la dieta se degradan durante la digestión, y son absorbidos en la membrana apical de los enterocitos, transportado por transferrina en la sangre, proteína transportadora y posteriormente almacenada como ferritina (OMS, 2001). La ferritina, una proteína presente en todas las células del cuerpo, almacena hierro para su uso en la producción de hemoglobina y otras proteínas. La absorción de hierro se produce principalmente en el duodeno, donde la ferritina y la transferrina, otra proteína, regulan el proceso (WienerLab, 2023).

Las principales funciones biológicas son:

- El hierro forma parte del sitio de unión de la hemoglobina con el oxígeno y por consiguiente el hierro desempeña una función importante en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono desde los pulmones a los tejidos (OMS, 2001).
- Es el cofactor de varias enzimas que intervienen en la respiración celular.
- El hierro es un componente esencial de las proteínas que transportan el oxígeno en el cuerpo, como la hemoglobina, la mioglobina y la transferrina
- El transporte de electrones es un proceso esencial para la producción de energía en las células. Los citocromos y las proteínas de hierro-azufre son proteínas que participan en este proceso.

Valores de referencia de hierro sérico

El hierro unido a la transferrina es el que se mide en los análisis de sangre. Para realizar esta medición, se libera la transferrina de las células y luego se determina su concentración por métodos colorimétricos. (Márquez-Benítez et al., 2018)

Valores normales: 50-150 µg/dL (Pavo et al., 2016)

b. Importancia de hierro sérico

El hierro es indispensable para la vida, sirve como cofactor de muchas enzimas, hemoproteínas y proteínas no hemo, que cumplen funciones biológicas importantes como transporte de oxígeno (hemoglobina) (Palomo et al., 2009)

Los trastornos del metabolismo del hierro se caracterizan por una deficiencia o exceso de hierro en el organismo. Estos trastornos pueden estar presentes en diversas enfermedades, como la anemia, las enfermedades cardiovasculares, la

hepatitis crónica, las enfermedades renales y las infecciones. La anemia ferropénica es especialmente frecuente en niños y tiene consecuencias negativas en el desarrollo conductual, mental y motor, velocidad de conducción más lenta de los sistemas sensoriales auditivo y visual, y reducción del tono vagal. (MINSA, 2017a). La acumulación excesiva de hierro en el cuerpo puede provocar trastornos como la hemosiderosis y la hemocromatosis (WienerLab, 2023).

2.2.11.2. Receptor soluble de transferrina

Es una glicoproteína dimérica que se encuentra en la membrana celular. (Braga et al., 2014)

Síntesis

La proteólisis del receptor de transferrina da lugar a un fragmento soluble conocido como receptor soluble de transferrina (RsTf) presente en las membranas celulares. La cantidad de RsTf en la sangre es un indicador de la cantidad de receptor de transferrina (TfR) presente en las membranas celulares. El número de receptores en la superficie de las células eritroides en proliferación es el factor principal que determina la capacidad de estas células para captar hierro (Braga et al., 2014).

La producción de receptor soluble de transferrina (RsTf) se adapta a las necesidades de hierro del organismo. Cuando los niveles de hierro son bajos, se produce más RsTf para facilitar la absorción de hierro. Cuando los niveles de hierro son altos, se produce menos RsTf. Por lo tanto, la concentración de RsTf se puede utilizar para evaluar la gravedad de la deficiencia de hierro (Braga et al., 2014).

Los eritroblastos, células precursoras de los glóbulos rojos, producen el receptor soluble de transferrina (sTfR). La cantidad de sTfR en el suero es un indicador de la actividad de la eritropoyesis en la m

édula ósea. En la deficiencia de hierro, la eritropoyesis se acelera, lo que lleva a un aumento de la concentración de sTfR en el suero. Sin embargo, la sTfR no se ve afectada por la inflamación, infección, enfermedades hepáticas, terapia con estrógenos o el embarazo. (Pérez et al., 2019).

a. Fisiología

Cada dímero de la glicoproteína que se encuentra en la membrana celular tiene la capacidad de unirse a una molécula de transferrina que contiene dos átomos de hierro (Braga et al., 2014). Los reticulocitos, una etapa temprana de los glóbulos rojos, producen el receptor soluble de transferrina (sTfR). El sTfR se libera de la membrana de los reticulocitos a medida que maduran. El sTfR es un marcador altamente sensible y específico para detectar la deficiencia de hierro (Palma, 2015).

b. Valores de referencia

Tabla 4

Niveles de concentración del receptor soluble de transferrina

Marcador de almacenamiento	Niveles de normalidad	Deficiencia de hierro
RsTf	8.7 – 28.1 nmol/L	Aumentada

Fuente: Cailliat & Fink, 2013. Algoritmos de laboratorio para el estudio del estado del hierro. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana.

- Las concentraciones bajas de receptor soluble de transferrina (RsTf) pueden ser un indicador de trastornos que afectan la eritropoyesis, como la insuficiencia renal crónica, la anemia aplásica, la enfermedad post-trasplante de médula ósea y la aplasia medular después de la quimioterapia. También pueden ser causadas por la hemocromatosis hereditaria (Pérez et al., 2019).
- Concentraciones altas de RsTf se puede observar un aumento en casos de anemia ferropénica (Pérez et al., 2019).

Importancia clínica

El receptor soluble de transferrina (RsTf) es un marcador biológico que se utiliza para evaluar la disponibilidad de hierro en las células. A diferencia de otros marcadores, como la ferritina sérica, el RsTf no se ve afectado por la inflamación o la infección. Algunos estudios han demostrado que la cuantificación del RsTf proporciona información comparable a la obtenida mediante la evaluación histológica de la médula ósea. El RsTf se eleva en etapas tempranas de la deficiencia de hierro, incluso antes de que los niveles de hemoglobina se vean significativamente reducidos. Por lo tanto, el RsTf es una herramienta ideal para el diagnóstico de deficiencia de hierro, ya que es sensible, específico y no se ve afectado por factores externos. (Palma, 2015).

El receptor soluble de transferrina (sTfR) se ha identificado como una herramienta de diagnóstico prometedora para distinguir entre la anemia por deficiencia de hierro (niveles altos del receptor soluble de transferrina) y la anemia por enfermedad crónica (niveles normales o reducidos del RsTf) (Márquez-Benítez et al., 2018).

La medición del receptor soluble de transferrina (RsTf) es una herramienta clínica valiosa para distinguir la anemia ferropénica de otras anemias (Palma, 2015).

2.2.11.3. Transferrina

La transferrina es la principal proteína en el plasma sanguíneo y se encarga de transportar el hierro. Los niveles de transferrina se refieren a la cantidad de esta proteína en el organismo (García & Montserrat, 2018).

Síntesis

La transferrina es producida en el hígado y se une al hierro en el intestino delgado. Su función principal es transportar el hierro a través del suero. (SPINREACT, 2019)

Los niveles de transferrina en un paciente son un indicador de la cantidad de hierro disponible para la producción de glóbulos rojos. La transferrina se produce en el hígado y su síntesis está regulada por los niveles de hierro en suero. La transferrina puede unirse a dos moléculas de hierro, pero solo en su forma oxidada. En la deficiencia de hierro, los niveles de transferrina aumentan para captar el hierro circulante, pero su saturación con hierro disminuye. La transferrina también puede disminuir en situaciones que afecten el metabolismo de las proteínas, como la cirrosis, la enfermedad renal o malnutrición. (García & Montserrat, 2018).

Fisiología

La transferrina es una proteína que transporta el hierro desde el intestino, catabolismo de la hemoglobina y los depósitos de hierro a los eritrocitos y eritroblastos para la síntesis de hemoglobina, o al hígado para su almacenamiento. Además de su función de transporte, la transferrina también protege al organismo de los efectos adversos del hierro libre. (Pérez et al., 2019).

Valores de referencia

La literatura científica ha documentado los siguientes rangos de valores normales para la transferrina en individuos sanos que se encuentra entre 200-360 mg/dL (SPINREACT, 2019).

- La concentración de transferrina en la sangre puede aumentar en casos de anemia ferropénica, embarazo y tratamiento con anticonceptivos orales. Este aumento se debe a que los estrógenos estimulan la síntesis de la transferrina, una proteína que transporta el hierro (Pérez et al., 2019).
- La concentración de transferrina en la sangre puede disminuir en casos de deficiencia congénita de transferrina, inflamación crónica, infecciones, mieloma múltiple, enfermedades hepatocelulares y sobrecarga de hierro (Pérez et al., 2019).

Importancia clínica

La determinación de los niveles de transferrina en plasma puede ayudar a diagnosticar la anemia y a controlar el tratamiento. Los niveles de transferrina son elevados en la anemia ferropénica, pero pueden ser normales o bajos en la anemia

causada por una falla en la incorporación de hierro en los eritrocitos (SPINREACT, 2019).

2.2.11.4. Hecpidina

Es una hormona peptídica que regula el metabolismo del hierro en el organismo (Sermini et al., 2017). Y con actividad antimicrobiana, se produce en el hígado y se excreta en la orina. La hepcidina tiene dos formas principales, Hpc20 y Hpc25, ambas formadas por ocho cisteínas conectadas por enlaces disulfuro intramoleculares (Palomo et al., 2009).

Síntesis

La producción de esta hormona se produce principalmente en el hígado, y en menor medida en otros tejidos, como el tejido adiposo, el corazón, la placenta y los riñones (Sermini et al., 2017).

Fisiología

Su función principal son los siguientes:

- Regular el ingreso de hierro procedente de los alimentos al torrente sanguíneo (plasma) a través de las células intestinales (enterocitos).
- Controlar el hierro liberado por los macrófagos, que proviene del reciclaje de los glóbulos rojos envejecidos.
- Gestionar el suministro de hierro liberado de los depósitos corporales, como el hígado y el bazo.

Los hepatocitos regulan la producción de hepcidina en función de la concentración de hierro. Cuando la concentración de hierro es alto, los hepatocitos producen más hepcidina. La hepcidina actúa para limitar la absorción de hierro y la liberación de hierro desde los depósitos. (Sermini et al., 2017).

a. Valores de referencia

Concentración de la hormona hepcidina circulantes.

Hepcidina 0,153 ng/mL - 81 ng/mL (DRG Instrumentos GmbH, 2021)

Importancia clínica

Se puede detectar una alteración en la regulación de esta hormona en distintas enfermedades relacionadas con el hierro, como la anemia de enfermedades crónicas o de inflamación y la anemia ferropénica.

- La presencia de hierro en el suero o en el hígado aumenta la producción de hepcidina, una hormona que controla la absorción de hierro y mantiene los niveles de hierro en el cuerpo en equilibrio
- La infección y la inflamación también activan la producción de hepcidina, lo que

ayuda a privar a los microorganismos del hierro que necesitan para su desarrollo. Además, la infección y la inflamación pueden provocar un aumento de hierro intracelular en diferentes células, como los macrófagos, enterocitos y células hepáticas.

- La pérdida de sangre reduce la disponibilidad de hierro para la eritropoyesis. Por lo tanto, se reduce la producción de hepcidina, una hormona que regula la absorción de hierro. Esto permite que el hierro que se encuentra en el organismo esté más disponible para la formación de glóbulos rojos (Sermini et al., 2017).

2.2.11.5. Eritropoyetina (EPO)

Se trata de una hormona glucoproteica sintetizada principalmente en las células peritubulares de los riñones, y su función principal es regular la producción y diferenciación de los glóbulos rojos (De Los Rios, 2020).

Síntesis

la hormona eritropoyetina (EPO), es sintetizada y liberada de las células del revestimiento capilar peritubular en el riñón. También se produce en los hepatocitos en una pequeña cantidad de eritropoyetina. La producción de eritropoyetina está controlada por variaciones en la disponibilidad de oxígeno. Cuando la concentración de hemoglobina disminuye por debajo de 10 a 12 g/100 mL, la concentración plasmática de eritropoyetina aumenta en proporción a la gravedad de la anemia (Kasper et al., 2016)

Cuando hay altos niveles de oxígeno, la síntesis de eritropoyetina disminuye, mientras que cuando hay bajos niveles de oxígeno, aumenta. La eritropoyetina se une a los receptores presentes en las células madre hematopoyéticas CD34+, lo que estimula la activación de genes que promueven su aparición y diferenciación hasta convertirse en glóbulos rojos maduros (De Los Rios, 2020).

Fisiología

La eritropoyetina es una hormona que estimula la formación de glóbulos rojos. Esta función se lleva a cabo al favorecer la viabilidad, proliferación y diferenciación de las células precursoras eritroides (Brito, 2016). La eritropoyetina también controla la producción diaria de glóbulos rojos, y su semivida en la circulación es de 6 a 9 horas (Kasper et al., 2016).

Valores de referencia

Los niveles de eritropoyetina pueden medirse en plasma con técnicas de inmunoanálisis. (Kasper et al., 2016)

Concentración normal: 3,22-31,9 mIU/mL

La presencia de altas concentraciones de EPO en el suero puede ser un signo de anemia aplásica, anemia hemolítica o anemia ferropénica. Por el contrario, las bajas concentraciones de EPO pueden ser un indicador temprano de rechazo de un trasplante de riñón (Erythropoietin ELISA, 2021).

Importancia clínica

La producción de los glóbulos rojos puede incrementar cuatro a cinco veces durante un intervalo de una a dos semanas bajo el estímulo de la eritropoyetina, pero solo en presencia de una dieta rica en hierro. (Kasper et al., 2016)

La eritropoyetina es una hormona que estimula la producción de glóbulos rojos. Los niveles de eritropoyetina en sangre suelen estar elevados en casos de anemia aplásica, anemia hemolítica y anemia ferropénica. Esta elevación puede ayudar a diagnosticar la causa de la eritrocitosis. (De Los Rios, 2020)

2.3. Base legal

La base legal del presente trabajo se basa en un conjunto de leyes nacionales que establecen intervenciones estratégicas para la salud de los niños, específicamente el manejo preventivo y terapéutico de la anemia infantil. Estas leyes y normas se enumeran a continuación.

- Resolución Ministerial N° 250-2017/MINSA que aprueba la NTS N° 134-MINSA/2017/DGIESP, Norma Técnica de Salud para el manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas, y su modificatoria. Esta norma establece las pautas para la prevención, diagnóstico y tratamiento de la anemia infantil (MINSA, 2017a).
- Resolución Ministerial N° 249-2017/MINSA que aprueba el Documento Técnico: Plan Nacional para la Reducción y Control de Anemia Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú 2017 – 2021. Este plan establece los objetivos, estrategias y acciones para la reducción y control de la anemia infantil en el Perú (MINSA, 2017b).
- Decreto supremo N° 056-2018-PCM, El plan multisectorial de lucha contra la Anemia. Este decreto supremo establece el plan multisectorial de lucha contra la anemia. (MINSA, 2018).
- Resolución Jefatural N° 090-2012-J-OPE/INS, que aprueba la Guía Técnica N° 001/2012-CENAN-INS "Procedimiento para la determinación de la Hemoglobina mediante Hemoglobinómetro Portátil" (MINSA, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación política

El Centro de Salud Quinoa está ubicado en el distrito de Quinoa, provincia de Huamanga, región de Ayacucho. Limita al Noroeste con el distrito de Pacaycasa y la provincia de Huanta, al Noreste con la provincia de La Mar, al Sureste con el distrito de Acos Vinchos, y al Sur y Suroeste con los distritos de Tambillo y Jesús Nazareno. (Normas Legales, 2013)

3.1.2. Ubicación geográfica

El Centro de Salud está ubicado en el extremo noreste de la ciudad de Ayacucho, entre las coordenadas: latitud sur $13^{\circ} 2' 57''$ y Longitud oeste: $74^{\circ} 8' 22''$ del meridiano de Greenwich. Tiene una superficie de 121,00 km² y una altitud de 3280 msnm (DB-CITY, 2023).

3.2. Definición de la población y tamaño de muestra

3.2.1. Población censal

Estuvo constituida por 58 niños de 6 a 60 meses de edad con diagnóstico de anemia que son atendidos en el Centro de Salud Quinoa, del distrito de Quinoa; los datos fueron obtenidos de los registros del padrón nominado y que fueron escogidos mediante muestreo no probabilístico; los criterios utilizados fueron los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos.

3.2.2. Técnica de muestreo

En el estudio se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. En este tipo de muestreo, los participantes se seleccionan en función de la facilidad de acceso para el investigador (Sampieri, 2014).

3.3. Criterios de selección

3.3.1. Criterios de inclusión

- Los niños de 6 a 60 meses de edad con anemia, con niveles de hemoglobina

inferiores a 11 g/dL y que no hayan recibido tratamiento con sulfato ferroso en la última semana.

- Los niños de 6 a 60 meses de edad, que son atendidos en el Centro de salud de Quinua.
- Los niños que fueron autorizados a participar en el estudio después de que sus padres o tutores legales proporcionaron su consentimiento informado.

3.3.2. Criterios de exclusión

- Los niños de 6 a 60 meses de edad que estén con tratamiento de anemia.
- Los niños de 6 a 60 meses de edad que estén con tratamiento farmacológico frente a diversas patologías.

3.4. Metodología y recolección de datos

3.4.1. Acciones previas a la recolección de datos

a) Autorización para el ingreso al lugar de estudio

- Se solicitó a la directora del Centro de Salud Quinua a fin de solicitarle autorización y apoyo para la realización de un trabajo de investigación. (Ver anexo 9)
- Permiso otorgado a través del memorando emitido por el Centro de Salud Quinua. (Ver anexo 10)

b) Charla de sensibilización

Se realizó una charla informativa a los padres de familia de niños con anemia sobre el estudio “Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños”. La charla abordó temas como la definición de anemia, sus síntomas, la importancia del estudio, la evaluación de los marcadores bioquímicos y la gravedad de los niveles de anemia. También se explicaron los objetivos del trabajo de investigación y los procedimientos de la prueba. La charla se realizó en los anexos del distrito de Quinua con el objetivo de prevenir y corregir la anemia. Al final de la charla, se entregó a los padres de familia o tutores un consentimiento informado para autorizar la obtención de sangre. (Ver anexo 4).

3.4.2. Técnicas e instrumento de recolección de la información

a) Identificación y preparación del paciente

- La selección de los pacientes para la toma de muestra se realizó a partir de la base de datos de niños anémicos de 6 a 60 meses de edad del centro de salud de Quinua.
- Se registraron los datos de identificación en una ficha de resultados de análisis de laboratorio, apellidos y nombres completos, sexo y edad del niño en estudio.

Así mismo, se designó un código para poder identificar al niño. (ver anexo 6)

b) Procedimiento para la toma de muestra.

Preparación antes del procedimiento

Se procedió a la toma de muestra de sangre por punción venosa con previa aceptación del consentimiento y asentimiento informado (Ver anexo 4)

- Se procedió a lavarse y secarse las manos para colocarse los guantes
- Los datos fueron registrados en una ficha y se asignó un código de identificación del niño en estudio
- Se identificó el tubo de acuerdo a la solicitud
- Se brindó información a la madre del niño sobre el procedimiento que se le realizará.
- Se solicitó que se facilite un lugar con protección de la luz solar directa.
- Se hizo sentar de manera cómoda a la madre y su niño para la extracción de sangre.
- Se procedió a entregarle una galleta Nutri H al niño.
- Una vez elegida la ubicación para la toma de muestra, se dispusieron los materiales para la toma de muestra.

Obtención de muestras

- Se colocó el brazo del niño en posición cómoda horizontalmente, con la palma de la mano hacia arriba.
- Se seleccionó la vena apropiada para la punción
- Se desinfectó la piel con torunda de algodón embebido en etanol al 70% de adentro hacia fuera.
- Se aplicó la ligadura alrededor del brazo del niño por encima del punto ubicado para la extracción de la sangre, y se sujetó los extremos.
- Se procedió a puncionar la vena seleccionada.
- La aguja y el tubo se sujetaron con la mano derecha, apoyando la yema del dedo índice sobre la base de la aguja.
- Se introdujo la aguja 1 - 1,5 cm a lo largo de la vena, con el bisel hacia arriba.
- Se extrajo la cantidad de sangre necesaria. Una vez finalizada la extracción, se tapó el tubo y se agitó suavemente tres veces para mezclar el anticoagulante de manera uniforme.
- Se desató la ligadura y se colocó un trozo de algodón seco sobre la aguja. Luego, se retiró la aguja con un movimiento rápido y se colocó una venda adhesiva en el sitio de la punción.

- Una vez extraída la sangre venosa, se extrajo la aguja con cuidado y se eliminó de manera segura (INS, 2013).

c. Procedimiento de centrifugado y separación de suero y plasma

- Se centrifugaron las muestras en el laboratorio del Centro de Salud Quinua, se utilizó la centrífuga para la separación de suero y plasma de la sangre total por un tiempo de 10 minutos como mínimo a 2500 rpm.
- Luego de la centrifugación se retiraron los tubos y se colocaron en gradillas.
- El criovial se etiquetó con un marcador permanente con el código correspondiente a la muestra. Luego, se colocó una cinta adhesiva sobre la etiqueta para evitar que se borrara durante el almacenamiento en frío.
- Se aspiró con micropipeta el suero y plasma del paquete globular del tubo correspondiente y se transfirió al criovial y se cerró herméticamente
- se transfirió al criovial como mínimo 1.2 ml de suero y plasma. (Vigilancia Alimentaria Nutricional, 2009)

d. Transporte de muestras

- Por último, los crioviales se colocaron en una gradilla dentro de una caja y se colocaron dentro de un refrigerador portátil que contenía hielo seco.
- Las muestras de suero y plasma fueron transportados en el Cooler KST al laboratorio de Bioquímica de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

3.4.3. Variable 1: niveles de anemia

Determinación de hemoglobina

Técnica: Método de la azidametahemoglobina

Procedimiento

- Se tomó la mano del niño asegurándonos que este caliente al tacto y relajada, en caso contrario se realizó un masaje
- Se desinfectó la zona de punción del dedo medio o anular con una torunda de algodón humedecida en alcohol.
- Se realizó la punción capilar con una lanceta retráctil en la falange distal. Se aseguró que el dedo esté recto, extendido y relajado.
- Una vez extraída la lanceta retráctil, se esperó a que la primera gota de sangre apareciera por sí sola, sin presionar el dedo.
- Se llenó la microcubeta por capilaridad.
- Se retiró la microcubeta y se colocó una torunda de algodón en la zona de punción del niño para detener el sangrado.

- Se limpió el exceso de sangre de la microcubeta con papel absorbente, teniendo cuidado de no absorber la sangre de la zona de lectura.
- Se revisó la microcubeta hacia la luz para verificar que no hubiera burbujas de aire. Se colocó la microcubeta en el hemoglobinómetro, se cerró suavemente la portacubeta y se esperó el resultado.
- Se registró el resultado en una ficha de registro.
- Se realizaron los ajustes de hemoglobina según altitud.
- Se retiró la microcubeta y se desechó en una bolsa roja de bioseguridad. Se retiraron los guantes y se desecharon en una bolsa roja de bioseguridad (MINSA, 2013).

Ajuste de hemoglobina según la altitud

Se ajustó el nivel de hemoglobina observado para que refleje los niveles que se esperarían a nivel del mar utilizando la siguiente fórmula (MINSA, 2013)

- Hemoglobina ajustada = Hemoglobina observada - Ajuste por altura
- Ajuste por altura = $- 0,032 \times (\text{alt}) + 0,022 \times (\text{alt} \times \text{alt})$
- Donde (alt) es: $[(\text{altitud en m.s.n.m})/1\ 000] \times 3,3$

Lectura de resultados

El dispositivo Hemo Control es un equipo portátil que mide la hemoglobina en g/dL. Se utiliza para diagnosticar la anemia en niños de 6 a 60 meses de edad.

- Anemia leve: 10,0-10,9 g/dL
- Anemia moderada: 7,0-9,9 g/dL
- Anemia severa: $< 7,0$ g/dL (MINSA, 2017a).

3.4.4. Variable 2: Marcadores bioquímicos

a) Determinación de hierro sérico (Hierro FS, 2021)

Técnica: Método fotométrico utilizando Ferene.

Procedimiento

- En una cubeta se añadió 100 µl de suero sanguíneo
- Se añadió 1000 µl del reactivo 1 (R1) y se mezcló en el agitador vórtex durante unos segundos y al cabo de 1 a 5 minutos se leyó la absorbancia (A1) en el espectrofotómetro de marca EVOLUTION 201 a una longitud de onda de 595 nm.
- Finalmente se añadió 250 µl del reactivo 2 (R2) y se mezcló en agitador vórtex durante unos segundos y al cabo de 10 minutos se llevó a leer la absorbancia (A2) en el espectrofotómetro de marca EVOLUTION 201 a una longitud de onda de 595 nm y se anotaron los datos en una ficha.

Cálculo de resultados

- $\Delta A = (A_2 - 0,82 A_1)$ Muestra/Calibrador.
- El factor 0,82 se utiliza para corregir la disminución de la absorbancia que se produce al añadir el reactivo 2. El factor se calcula de la siguiente forma: (muestra + R1)/volumen total. Esta corrección es necesaria debido al gran volumen de la muestra.

Con calibrador

$$\text{Hierro } [\mu\text{g/dL}] = \frac{\Delta A \text{ Muestra} \times \text{Conc. Cal. } [\mu\text{g/dL}]}{\Delta A \text{ Cal.}}$$

Lectura de resultados

- Concentración de hierro alto: $>150 \mu\text{g/dL}$
- Concentración de hierro normal: $50 - 150 \mu\text{g/dL}$
- Concentración de hierro bajo: $< 50 \mu\text{g/dL}$ (Pavo et al., 2016)

b) Determinación de receptor soluble de transferrina (AccuBind, 2019)

Técnica: Método ensayo secuencial inmunoenzimométrico

Procedimiento

1. Se preparó el tampón de lavado diluyendo 1000 ml de agua destilada en la solución de lavado.
2. Se pipeteó 10 μl de suero en los pocillos asignados de las microplacas.
3. Se añadió 100 μl del reactivo biotina sTfR a todos los pocillos.
4. La microplaca se agitó suavemente en el lector de ELISA de la marca AWARENESS TECHNOLOGY INC durante 20-30 segundos para homogeneizar las muestras.
5. Se cubrió la microplaca con papel aluminio e incubó durante 45 minutos a temperatura ambiente.
6. Se desechó el contenido de la microplaca por decantación y se secó sobre papel absorbente.
7. Se agregó 350 μl de tampón de lavado, se decantó (se golpeó y se secó). Se repitió dos veces adicionales para un total de tres lavados.
8. Se añadió 100 μl de reactivo enzimático anti-sTfR a todos los pocillos.
9. Se incubó la microplaca tapada con papel aluminio durante 30 minutos a temperatura ambiente. Luego, se descartó el contenido por decantación y se secó la placa con papel absorbente.
10. Se desechó el contenido de la microplaca por decantación. Luego se secó la placa con papel absorbente.

11. Se agregó 350 μl de tampón de lavado a cada pocillo y se descartó por decantación. Se repitió este proceso dos veces más, para un total de tres lavados.
12. Se agregaron 100 μl de solución de sustrato a todos los pocillos y se incubaron durante 15 minutos a temperatura ambiente.
13. Se agregaron 50 μl de solución de parada a cada pocillo y se mezclaron suavemente en el lector de microplacas de ELISA de la marca AWARENESS TECHNOLOGY INC durante 15 a 20 segundos.
14. Finalmente se leyó la absorbancia en cada pocillo en el lector de microplaca de ELISA de marca AWARENESS TECHNOLOGY INC a 450 nm.

Lectura de resultados

- Concentración alto: $> 28.10 \text{ nmol/L}$
- Concentración normal: $8.70 - 28.10 \text{ nmol/L}$

c) Determinación cuantitativa de Transferrina (SPINREACT, 2019)

Técnica: Método turbidimetría

Procedimiento

1. Se calentó los reactivos y el fotómetro (portacubetas) en Baño maría a 37°C .
2. Se condicionó el ensayo del espectrofotómetro de marca EVOLUTION 201: Longitud de onda: 340 nm Temperatura: 37°C . Paso de luz de la cubeta: 1 cm
3. Se ajustó el espectrofotómetro de marca EVOLUTION 201 a cero frente a agua destilada
4. Se pipeteó en una cubeta 10 μL de la muestra
5. Se añadió 800 μL del reactivo R1
6. Se mezcló en el agitador vórtex y se llevó al espectrofotómetro de marca EVOLUTION 201 a leer la absorbancia (A1) después de la adición de la muestra.
7. Inmediatamente después, se pipeteó en la cubeta 200 μL del reactivo R2.
8. Se mezcló vigorosamente en el agitador vórtex, después de 2 minutos se llevó al espectrofotómetro de marca EVOLUTION 201 a leer la absorbancia (A2)

Cálculo de resultados

Se determinó la diferencia de absorbancias ($A2 - A1$) para cada dilución del calibrador. A continuación, se construyó una curva de calibración que relacionaba los valores de la diferencia de absorbancias con las concentraciones de transferrina de cada dilución. Finalmente, se calculó la concentración de transferrina en la muestra mediante la interpolación de su diferencia de absorbancias en la curva de calibración (SPINREACT, 2019).

Lectura de resultados

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

d) Determinación de hepcidina (DRG Instrumentos GmbH, 2021).

Técnica: ELISA

Preparación de los reactivos

Todos los reactivos y tiras se llevaron a la temperatura ambiente antes de su uso.

Solución de lavado

Se diluyó 30 ml de solución de lavado concentrada en 1170 ml de agua desionizada para obtener una solución de lavado de 1200 ml.

Procedimiento de ensayo

1. Se aseguró el número deseado de pocillos en el recipiente.
2. Se dispensó 20 μ L de cada suero con puntas nueva en los pocillos adecuados.
3. Se dispensó 50 μ L de conjugado enzimático a cada pocillo.
4. Se mezcló totalmente durante 10 segundos en el lector para prueba de ELISA, marca AWARENESS TECHNOLOGY INC.
5. Se incubó durante 60 minutos a temperatura ambiente.
6. Se sacudió enérgicamente el contenido de los pocillos.
7. Se lavó los pocillos 4 veces con 300 μ L con solución de lavado por pocillo de manera manual realizando un golpe seco de los pocillos contra el papel absorbente para eliminar las gotas residuales.
8. Se dispensó 100 μ L de complejo enzimático a cada pocillo.
9. Luego se mezcló totalmente durante 10 segundos en el lector para prueba de ELISA, marca AWARENESS TECHNOLOGY INC.
10. Se incubó durante 30 minutos a temperatura ambiente.
11. Se sacudió enérgicamente el contenido de los pocillos.
12. Se lavó los pocillos 4 veces con 300 μ L solución de lavado por pocillo de manera manual realizando un golpe seco de los pocillos contra el papel absorbente para eliminar las gotas residuales.
15. Se adicionó 100 μ L de solución sustrato a cada pocillo.
16. Se incubó durante 20 minutos a temperatura ambiente.
17. Se detuvo la reacción enzimática mediante la adición de 100 μ L de solución de parada a cada pocillo.

18. Se leyó la OD a 450 ± 10 nm en el lector para prueba de ELISA, marca AWARENESS TECHNOLOGY INC, dentro de los 10 minutos después de la adición de la Stop Solution.
19. La concentración de las muestras se leyó directamente en el equipo.

Lectura de resultados

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

e) Determinación de eritropoyetina

Técnica: ELISA, un análisis cuantitativo específico para la determinación de eritropoyetina en suero humano, se basa en el principio de la inmunoadsorción enzimática.

Paso 1. Preparación y almacenamiento de reactivos

- Para reconstituir el Calibrador cero (Calibrador A), se agregaron 4 mL de agua destilada o desionizada al vial y se mezcló. Para reconstituir los calibradores que no son cero (del Calibrador B al F) y los controles 1 y 2 del kit, se agregaron 2 mL de agua destilada o desionizada a cada vial y se mezcló. Los viales se dejaron reposar durante 10 minutos y luego se mezclaron completamente, invirtiendo el envase con cuidado para asegurar una reconstitución completa.
- **ELISA Reactivo A:** El concentrado de lavado se mezcló completamente. Luego, se agregaron 30 ml de concentrado de lavado a 570 ml de agua destilada o desionizada y se mezcló. La solución de lavado diluida es estable durante 90 días a temperatura ambiente (Erythropoietin ELISA, 2021).

Paso 2. Procedimiento de ensayo

1. En primer lugar, se asignaron dos pocillos para servir como blancos.
2. Luego, se traspasó 200 μ L de suero de cada paciente a un pocillo correspondiente.
3. A continuación, se agregaron 25 μ L del reactivo 1 (anticuerpo biotinilado) a cada pocillo con muestra.
4. Se repitió este paso con el reactivo 2 (anticuerpo marcado con enzimas). Luego, se agitó suavemente la placa para mezclar los reactivos.
5. Se colocó la placa en un agitador a temperatura ambiente durante 2 horas y 15 minutos. Después de este tiempo, se descartó el fluido de la placa y se lavó cinco veces con solución de lavado activa.
6. A continuación, se agregó 150 μ L de reactivo B (sustrato de TMB) a cada

pocillo, excepto a los blancos. Se agitó suavemente la placa. La placa se colocó en un agitador a temperatura ambiente durante 35 minutos.

7. Finalmente, se agregó 100 μ L de solución de parada a cada pocillo, excepto a los blancos. Se mezcló suavemente la placa.
8. Se leyó la absorbancia de la solución en cada pocillo a 450 nm y a 405 nm.
9. Se utilizaron los valores de absorbancia para construir dos curvas de calibración. Estas curvas se utilizaron para determinar la concentración de eritropoyetina en las muestras de suero (Erythropoietin ELISA, 2021).

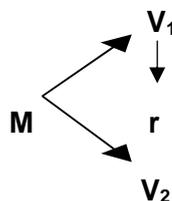
Lectura de resultados

- Concentración alta: $>31,9$ mIU/ml
- Concentración normal: $3,22-31,9$ mIU/ml
- Concentración bajo: $<3,22$ mIU/ml (Erythropoietin ELISA, 2021).

3.5. Tipo de investigación

Observacional, nivel relacional, no son estudios de causa y efecto; permite realizar medidas de asociación que solo demuestra dependencia probabilística entre eventos. (Supo, 2012)

Obtenemos el siguiente diagrama del diseño correlacional.



Donde:

M : Niños con anemia atendidos en Centro de Salud Quinua, distrito de Quinua.

V₁ : Niveles de anemia.

V₂ : Marcadores bioquímicos.

r : Indica la correlación entre ambas variables

3.6. Diseño de la investigación

No experimental transversal, tipo de estudio que no manipula las variables. En este tipo de estudio, los fenómenos se observan en su ambiente natural en un momento determinado. (Hernández et al., 2014)

3.7. Análisis de datos

La base de datos obtenidos fueron procesados en el programa estadístico IBM SPSS, versión 25.0; las variables de niveles de anemia y niveles de concentración de los marcadores bioquímicos no siguieron una distribución normal después de

aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Por lo tanto, se consideró la distribución no paramétrica de una variable con un valor de $p < 0.05$. Se elaboraron tablas de contingencia y se utilizó Tau-b y Tau-c de Kendall para analizar la relación entre las variables con un nivel de significancia del 5%. (Ver Anexo 1)

3.8. Aspectos éticos

Se contó con la autorización del Centro de Salud Quinoa, se empleó consentimiento de los representantes de cada niño basado en la información adecuada en el cual el padre o tutor autorizó dicha participación. Los datos obtenidos se mantuvieron de manera confidencial cumpliendo con el deber de secreto y sigilo. A la información de los pacientes se asignaron códigos, a la cual solo tendrá acceso el investigador.

Se presentó una solicitud, explicando los objetivos del estudio. (Ver anexo 8)

IV. RESULTADOS

Tabla 5

Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hierro sérico en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023

Niveles de hierro	Niveles de anemia						Prueba Tau-b Kendall	P (Valor)
	Leve		Moderada		Total			
	N	%	N	%	N	%		
Bajo	30	66,7	15	33,3	45	100,0	0.317	0.000
Normal	13	100,0	0	0,0	13	100,0		

Tabla 6

Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de receptor soluble de transferrina en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023

Niveles de RStf	Niveles de anemia						Prueba Tau-b Kendall	P (Valor)
	Leve		Moderada		Total			
	N	%	N	%	N	%		
Normal	9	100,0	0	0,0	9	100,0	-0.253	0.002
Alto	34	69,4	15	30,6	49	100,0		

Tabla 7

Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de transferrina en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023

Niveles de transferrina	Niveles de anemia						Prueba Tau-c Kendall	P (Valor)
	Leve		Moderada		Total			
	N	%	N	%	N	%		
Bajo	5	100,0	0	0,0	5	100,0	-0.460	0.000
Normal	36	85,7	6	14,3	42	100,0		
Alto	2	18,2	9	81,8	11	100,0		

Tabla 8

Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hepcidina en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinoa, Ayacucho 2023

Niveles de hepcidina	Niveles de anemia						Prueba Tau-b Kendall	P (Valor)
	Leve		Moderada		Total			
	N	%	N	%	N	%		
Bajo	1	33,3	2	66,7	3	100,0	0.218	0.232
Normal	42	76,4	13	23,6	55	100,0		

Tabla 9

Relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de eritropoyetina en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023

Niveles de EPO	Niveles de anemia						Prueba Tau-c Kendall	P (Valor)
	Leve		Moderada		Total			
	N	%	N	%	N	%		
Bajo	1	100,0	0	0,0	1	100,0	-0.243	0.030
Normal	35	81,4	8	18,6	43	100,0		
Alto	7	50,0	7	50,0	14	100,0		

V. DISCUSIÓN

En la tabla 5, se muestra la relación entre niveles de anemia y los niveles de hierro sérico en niños con anemia de 6 a 60 meses atendidos en el Centro de Salud Quinua, se reportó que en el nivel de anemia leve el 66,7% presentaron niveles de hierro bajo, 100% normal y en el nivel de anemia moderada el 33,3% tuvieron nivel de hierro bajo. Al contrastar la hipótesis a través de la prueba Tau-b de Kendall, se evidenció relación débil, positiva y significativa entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hierro sérico ($t=0,317$ $p=0.000$). Lo que significa que los niveles de hierro sérico no definen de manera total los niveles de anemia en los niños. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la anemia afecta a 293,1 millones de personas en todo el mundo, y la mitad de estos casos se debe a la deficiencia de hierro. Esto se debe a que los niños, que tienen un mayor requerimiento de hierro durante su crecimiento, no consumen suficientes alimentos ricos en este mineral. Las principales causas de la anemia son la disminución de la producción de glóbulos rojos y la pérdida de los mismos. Otros factores que pueden contribuir a la anemia incluyen la ingesta o absorción inadecuada de nutrientes, trastornos de la hemoglobina y enfermedades infecciosas según Wasihun et al., (2020). Las causas subyacentes de la anemia son aquellas que se encuentran en el nivel del hogar o la familia. Estas incluyen factores como el acceso al agua y saneamiento, la disponibilidad de servicios de salud, las prácticas de cuidado infantil y el acceso a diversas fuentes de alimentos. Las causas básicas de la anemia, por su parte, están relacionadas con el contexto socioeconómico y los comportamientos culturales Shenton et al., (2020), como las familias campesinas cuya dieta se caracterizan por ser energéticas que no cubren sus necesidades alimentarias siendo el principal alimento la papa, como en la localidad de Jauja donde el 60,4% de niños menores de 5 años tienen algún grado de anemia Castro & Chirinos (2019) cuyas características comparten con el distrito de Quinua.

En un estudio realizado en Ecuador por Chuki & López (2018) hallaron que el 26,4% de los escolares tenía niveles bajos de Hierro sérico. Otro estudio similar donde se evaluaron 541 niños de 6 meses a 4 años de edad y reportó el 72,1% (n=390) de niños con bajos depósitos de hierro Barón et al., (2014)

La tabla 6 muestra la relación entre niveles de anemia y los niveles de receptor soluble de transferrina en niños con anemia de 6 a 60 meses atendidos en el Centro de Salud Quinoa, se reportó que en el nivel de anemia leve el 100% presentaron niveles de receptor soluble de transferrina normal; 69,4% alto y en el nivel de anemia moderada el 30,6% tuvieron nivel de receptor soluble de transferrina alto. Sometido a la prueba Tau-b de Kendall, se observa que existe asociación entre los niveles de anemia y niveles de receptor soluble de transferrina ($t=-0.253$ $p=0.002$) mostrando una relación débil, negativo. La concentración del receptor soluble de transferrina aumenta cuando disminuye la concentración o existe un suministro inadecuado de hierro para la demanda del tejido, tiene la ventaja de no alterarse en situaciones de enfermedad crónica y es adecuado para supervisar la respuesta eritropoyética al tratamiento de la anemia ferropénica con suplementos de hierro Büyükkaragöz et al., (2017).

En el estudio de Tri Kusumastuti et al., (2014) mostraron que los niveles de hemoglobina y receptor soluble de transferrina estaban débilmente correlacionados. Los resultados obtenidos son similares en cuanto a la relación entre hemoglobina y receptor soluble de transferrina. En un estudio por Masias, (2020) evaluó 32 niños de 6 a 59 meses de edad según el indicador peso/talla, reportó que el 8.33% de los niños presentan estado nutricional normal y niveles de receptor de transferrina alto. Así mismo un 75% del receptor soluble de transferrina dentro del rango normal presentan un estado nutricional normal. La concentración de receptor soluble de transferrina (sTfR) aumenta durante la infancia y disminuye en la edad adulta. Esto se debe a que la actividad eritropoyética, o producción de glóbulos rojos, es mayor durante la infancia. Además, los precursores de células rojas, que son las células que se convierten en glóbulos rojos, contribuyen más a los niveles de sTfR durante la infancia que en la edad adulta Nutrición, (2013). Según Barón et al., (2014) evaluaron 451 niños de entre 6 meses y 4 años, se encontró que los niños menores de dos años tenían un mayor deterioro en el estado de hierro que los niños de entre 2 y 4 años. Este deterioro se evidenció en los indicadores RsTf, índice RsTf-FS y hemoglobina. La tabla 7 muestra la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de transferrina en niños con anemia en niños con anemia de 6 a

60 meses atendidos en el Centro de Salud Quinua, se reportó que en el nivel de anemia leve el 100% presentaron niveles de transferrina bajo; el 20,9% presentaron niveles de receptor soluble de transferrina normal y 79,1% alto, en el nivel de anemia moderada 14,4% tuvieron nivel de transferrina normal y el 81,8% tuvieron nivel de receptor soluble de transferrina alto. Sometido a la prueba Tau-b de Kendall, se evidenció relación moderada, negativa y significativa entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de transferrina ($t=-0.460$ $p=0.000$). La concentración de transferrina aumenta en anemia ferropénica y disminuye en los estados de sobrecarga de hierro y en inflamación crónica Pérez et al., (2019). En su investigación Villa, (2016) en Medellín en el 2016, se evaluó el estado de hierro en 99 niños. Los resultados mostraron que los niveles medios de ferritina, un indicador de la reserva de hierro, eran bajos en ambos sexos. Sin embargo, los niveles medios de transferrina, una proteína que transporta el hierro, eran normales. Estos resultados sugieren que los niños del estudio tenían deficiencia de hierro. Según este estudio por López, (2020) difiere en tanto a la relación existente con los niveles de transferrina, de 50 niños evaluados de 6 a 5 años, se encontró que el 58% de los casos presentaron niveles elevados de transferrina. Estos casos correspondieron a anemia hipocrómica. El 42% restante presentó valores normales de transferrina, de los cuales el 40% correspondieron a anemia hipocrómica y el 2% a anemia normocrómica.

La tabla 8 muestra la relación entre niveles de anemia y los niveles de hepcidina en niños con anemia de 6 a 60 meses atendidos en el Centro de Salud Quinua, se reportó que en el nivel de anemia leve el 33,3% presentaron niveles de hepcidina bajo y 76,4% dentro del rango normal y en el nivel de anemia moderada el 66,6% tuvieron nivel de hepcidina bajo y 23,6% dentro del rango normal. Sometido a la prueba Tau-b de Kendall, se evidenció que no existe relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de hepcidina ($t=0,218$ $p=0.232$).

A menor contenido de hierro corporal, los niveles de hepcidina sérica disminuyen en respuesta a las situaciones de deficiencia de hierro, hipoxia o eritropoyesis ineficaz mientras a mayor contenido de hierro, los niveles de hepcidina aumentan en respuesta a la inflamación y para evitar la sobrecarga de hierro, que puede ser perjudicial para la salud. Dorelo et al., (2021)

En un estudio de Paredes, (2020) en un estudio realizado con 381 niños de entre 6 a 59 meses de edad, encontró que no hay una relación entre los niveles de

hepcidina y hemoglobina ($Rho=0,046$; $p= 0,428$). El 97% de los niños tenía niveles normales de hepcidina, lo que sugiere que esta hormona está funcionando correctamente en la regulación del hierro. Un estudio realizado por Masias, (2020) encontró que el 66,67% de los niños de 6 a 59 meses tenían niveles normales de hepcidina, lo que indica que tenían un estado nutricional normal.

La tabla 9 muestra la relación entre niveles de anemia y los niveles de eritropoyetina en niños con anemia de 6 a 60 meses atendidos en el Centro de Salud Quinoa, se reportó que en el nivel de anemia leve el 100% presentaron niveles de eritropoyetina bajo, el 81,4% normal y 50,0% nivel de eritropoyetina alto y en el nivel de anemia moderada el 18,6% tuvieron nivel de eritropoyetina normal y el 50,0% nivel de eritropoyetina alto. Sometido a la prueba Tau-b de Kendall, mostró una relación débil, negativa y significativa entre los niveles de anemia y los niveles de concentración de eritropoyetina ($t=-0,243$ $p=0.030$).

Cuando disminuye la concentración de hemoglobina, la concentración plasmática de EPO aumenta de modo logarítmico en proporción a la gravedad de la anemia. En caso de nefropatías o inflamación crónica, los valores de EPO disminuyen. Kasper et al., (2016)

En el estudio de Paredes, (2020) evaluó la eritropoyetina en 381 niños, el cual reportó que el 95,32% tuvieron valores normales de EPO. Así mismo, reportó que no existe correlación entre la concentración de eritropoyetina con los valores de hemoglobina. La significancia fue mayor a 0.05 lo que significa que no existe dependencia de variables.

VI. CONCLUSIONES

1. El 66,7% de niños con niveles de hierro bajo tuvieron anemia leve, sometido a la prueba estadística de Tau-b de Kendall se observó que existe relación entre los niveles de anemia y los niveles de hierro sérico ($t=0,317$; $p\text{-valor} = 0.000$) en niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.
2. El 69,4% de niños con niveles de receptor soluble de transferrina alto tuvieron anemia leve, sometidos a la prueba de Tau-b de Kendall se observó que existe relación entre los niveles de anemia y los niveles de hierro sérico ($t= -0,253$; $p\text{-valor} = 0.002$) en niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023
3. El 18,2% de niños con niveles de transferrina normal tuvieron anemia leve, sometidos a la prueba de Tau-c de Kendall se observó que existe relación entre los niveles de anemia y los niveles de transferrina ($t=-0,460$; $p\text{-valor} =0.000$) en niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.
4. El 76,4% de niños con niveles de hepcidina normal tuvieron anemia leve, sometidos a la prueba de Tau-b de Kendall se observó que no existe relación entre los niveles de anemia y los niveles de hepcidina ($t=0,218$; $p\text{-valor} = 0.232$) en niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.
5. El 81,4% de niños con niveles de eritropoyetinaa tuvieron anemia leve, sometidos a la prueba de Tau-c de Kendall se observó que existe relación entre los niveles de anemia y los niveles de eritropoyetina ($t= -0,243$; $p\text{-valor} = 0.030$) en niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con el trabajo de investigación incrementando el número de muestras en niños con anemia y sin anemia.
2. Realizar estudios de investigación de anemia ferropénica en el grupo etario de 6 meses a 12 años de edad en nuestra región de Ayacucho utilizando estos marcadores bioquímicos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AccuBind. (2019). Receptor de transferrina soluble (sTfR). Tipo 4, 4–5.
- Barón, M., Solano, L., Sánchez, A., & Velásquez, E. (2014). Deficiencia subclínica de hierro en niños menores de cuatro años de edad , ciudad de Valencia , Venezuela. 48(1), 63–70. <http://www.scielo.org.ar/pdf/abcl/v48n1/v48n1a09.pdf>
- Bazante, S. (2020). Prevalencia de anemia ferropénica subclínica en niños menores de 5 años residentes en la provincia de Imbabura a partir del índice receptor soluble de transferrina/log ferritina y su relación con el estado nutricional en el período 2018 - 2019 Trabajo [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20695/1/T-UCE-0006-CME-143-P.pdf>
- Boccio, J., Salgueiro, J., Lysionek, A., Zubillaga, M., Goldman, C., Weil, R., & Caro, R. (2003). Metabolismo del hierro: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 53(2), 119–132. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000200002
- Braga, F., Infusino, I., Dolci, A., & Panteghini, M. (2014). Soluble transferrin receptor in complicated anemia. Clinica Chimica Acta, 431, 143–147. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2014.02.005>
- Brito, C. (2016). Regulación de la eritropoyesis. Universidad de Chile.
- Büyükkaragöz, B., Akgun, N., Bulus, A., Aydogdu, S. D., & Bal, C. (2017). ¿ Puede usarse el receptor soluble de transferrina para diagnosticar anemia ferropénica y evaluar la respuesta al hierro en lactantes con desnutrición aguda moderada? Arch Argent Pediatr, 115(2), 125–132. <http://www.scielo.org.ar/pdf/aap/v115n2/v115n2a05.pdf>
- Cailliat, M., & Fink, N. (2013). Algoritmos de laboratorio para el estudio del estado del hierro. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, 47(3), 507–522.
- Castro, J., & Chirinos, D. (2019). Prevalencia de anemia infantil y su asociación con factores socioeconómicos y productivos en una comunidad altoandina del Perú. Revista Española de Nutrición Comunitaria, 25(3), 1–11.
- Chuki, S., & López, S. (2018). Análisis de ferritina considerada estándar de oro como ayuda al diagnóstico de anemia en escolares de 5 - 8 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4653/1/UNACH-EC-FCS-LAB-CLIN-2018-0021.pdf>
- Comité Nacional de Hematología. (2017). Deficiencia de hierro y anemia ferropénica . Guía para su prevención , diagnóstico y tratamiento. 2005, 68–82. https://www.sap.org.ar/uploads/consensos/consensos_deficiencia-de-hierro-y-anemia-ferropenica-guia-para-su-prevencion-diagnostico-y-tratamiento--71.pdf
- Dávila-Aliaga, C., Paucar-Zegarra, R., & Quispe, A. (2019). Anemia infantil. Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal, 7(2), 46–52. <https://doi.org/10.33421/inmp.2018118>

- DB-CITY. (2023). Quinoa, Huamanga, Ayacucho, Perú.
- De Los Rios, L. (2020). Muestra y almacenamiento Interpretación de los resultados. 344–347.
- Dorelo, R., Méndez, D., Oricchio, M., & Olano, C. (2021). Anemia y patología digestiva. 8(Cp 11600), 0–3. <https://doi.org/10.25184/anfamed2021v8n1a4>
- DRG Instrumentos GmbH. (2021). Hepcidin 25 (bioactive) HS ELISA. Erythropoietin ELISA. (2021). Análisis cuantitativo específico para la determinación de eritropoyetina (EPO) en suero humano.
- Fer-color Transferrina. (2000). Método colorimétrico para la determinación de la Capacidad Total de Fijación de Hierro (TIBC) del suero. Rosario - Argentina, 1–2. https://access.wienerlab.com/VademecumDocumentos/Vademecum_espagnol/fer_color_transferrina_sp.pdf
- Foraquita, R. (2018). Consumo de hierro y su relación con los niveles de ferritina, transferrina y hemoglobina séricas en niños de 6 a 59 meses de la provincia de Puno-2018 [Universidad Nacional del Altiplano - Puno]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/9732/Foraquita_Mamani_Rosa_Luz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, J., & Montserrat, R. (2018). Manejo del déficit de hierro en distintas situaciones clínicas. Papel del hierro intravenoso. In Sociedad española de hematología y reumatología.
- Guzmán, M., Guzmán, J., & Llanos de los Reyes, M. (2016). Significado de la anemia en las diferentes etapas de la vida. 419–430. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412016000300015
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. In Mc Graw Hill (Sexta edic, Vol. 53, Issue 9). file:///C:/Users/HP-Notebook/Downloads/Metodologia_de_la_Investigacion_Sampieri.pdf
- Hierro FS. (2021). Reactivo para la determinación cuantitativa In Vitro de hierro en suero y en plasma en equipos fotométricos. 1–2.
- INS. (2013). Manual de procedimientos de laboratorio: Laboratorios Locales I y Laboratorios Locales II. In Ministerio de salud del Peru. [file:///C:/Users/HP-Notebook/Downloads/CNSP-0025 \(1\).pdf](file:///C:/Users/HP-Notebook/Downloads/CNSP-0025(1).pdf)
- Kasper, D., Hauser, S., Larry, J., & Fauci, A. (2016). Harrison principios de medicina interna. In MC Graw Hill Castellano (Vol. 6, Issue August). <https://www.edicionesjournal.com/Papel/9786071513359/Harrison+Principios+de+Medicina+Interna+Ed+19º>
- Labtest. (2012). Transferrina turbiquet. 1–4. https://labtest.com.br/wp-content/uploads/2016/10/Ref_357_RevOutubro2012_Ref230115_Esp.pdf
- López, A. (2020). Determinación de ferritina, transferrina y cianocobalamina en niños de seis meses a cinco años de edad del centro de Salud Quero, provincia de Tungurahua, y su asociación con anemias de origen carencial. Universidad Técnica de Ambato.
- Márquez-Benítez, Y., Cruz-Rubio, S., & Vargas-Acevedo, D. (2018). Hemoglobina de reticulocito y su importancia en el diagnóstico temprano de anemia

- ferropénica. *Universidad y Salud*, 20(3), 292.
<https://doi.org/10.22267/rus.182003.133>
- Marquez, Y., Cruz, S., & Vargas, D. (2019). Hemoglobina de reticulocito y su importancia en el diagnóstico temprano de anemia ferropénica.
<http://revistabioanalis.com/images/pdf/rev090.pdf>
- Masias, Y. (2020). Estado nutricional en relación a los niveles de hepcidina, ferritina y receptor de transferrina en niños de 6 a 59 meses, de la provincia de Melgar – Puno [Universidad Nacional del Altiplano de Puno].
 file:///C:/Users/HP-Notebook/Downloads/scribd.vd
- MINSA. (2012). R.J.N° 090-2012-J-OPE/INS (pp. 1–36).
- MINSA. (2013). Procedimiento para la determinación de la hemoglobina mediante hemoglobinómetro portátil. file:///C:/Users/HP-Notebook/Downloads/BCIEQ-MBC-159 Zuñiga Feraud Ruth.pdf
- MINSA. (2016). Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro en niñas, niños y adolescentes en establecimientos de primer nivel de atención (p. 28).
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3932.pdf>
- MINSA. (2017a). norma técnica-manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas.
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>
- MINSA. (2017b). RM_249-2017-MINSA_DT.Plan Nacional Reducción y Control de la Anemia Materno Infantil y DCI 2017-2021. In *Minsa Normas Legales* (Vol. 18, pp. 55–67).
- MINSA. (2018). D.S. N°056-2018-Pcm (pp. 1–4).
- Nutrición, C. de. (2013). Importancia del hierro en la primera infancia. 598.
<https://www.sup.org.uy/wp-content/uploads/2016/07/Vol-22-Numero-1-2013.pdf>
- OMS. (2012). Administración intermitente de suplementos de hierro a niños de edad preescolar y escolar.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/100229/9789243502007_spa.pdf
- OMS. (2016). Directriz: suplementos diarios de hierro en bebés y niños. World Health Organization, 44.
- Organización Mundial de la salud. (2001). El uso clínico de la sangre en medicina, obstetricia, pediatría y neonatología, cirugía y anestesia, trauma y quemaduras. *Organización Mundial de La Salud*, 381–44.
http://www.who.int/bloodsafety/clinical_use/en/Manual_S.pdf
- Palma, G. (2015). Perfil férrico: Nuevos marcadores bioquímicos de utilidad en la práctica clínica. *IBC Instituto de Bioquímica Clínica*, 1–8.
- Palomo, I., Pereira, J., & Palma, J. (2009). Hematología: Fisiopatología y diagnóstico. In *hematología: Fisiopatología y diagnóstico*.
- Paredes, W. (2020). Biomarcadores del metabolismo del hierro y desarrollo psicomotor de niños de 6 a 59 meses de edad en la región de Puno 2019 [Universidad Nacional del Altiplano].
http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/13814/Paredes_Ugarte_Wilber.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Pavo, M., Munoz, M., & Baro, M. (2016). Anemia en la edad pediátrica. *Form Act Pediatr Aten Prim.*
- Pérez, D., Gella, A., Cruz, E., Hermoso, S., Urrechaga, E., Alcaide, M., & Merino, A. (2019). Estudio de la ferropenia en el laboratorio clínico. *Revista Del Laboratorio Clínico*, 12(4), e34–e53. <https://doi.org/10.1016/j.labcli.2019.01.004>
- Quintana, M., & Salas, M. del P. (2010). Receptores solubles de transferrina como mejor indicador bioquímico para definir deficiencia de hierro Soluble transferrin receptors as best biochemical test for iron deficiency R esumen. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 44(3), 311–316. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572010000300002
- Ríos-Tapia, C., Izquierdo-Vega, J., Sánchez-Gutiérrez, M., & Zúñiga-Pérez, C. (2013). Hemoglobina. In *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo* (Vol. 1, Issue 2). <https://doi.org/10.29057/ICSA.V1I2.710>
- Ruiz, P., & Betancourt, S. (2020). Sobre la anemia en las edades infantiles en el Ecuador: causas e intervenciones correctivas y preventivas. *Revista Cubana de Alimentación y Nutricion*, 30(1), 218–235. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2020/can201o.pdf>
- Sala, M., & Díaz, L. (2017). Nuevos marcadores bioquímicos para el estudio de pacientes con anemia. 1, 126–136. https://www.sah.org.ar/revistasah/numeros/vol21/extra3/20-vol21-extra_noviembre.pdf
- Sanchez, J. (2021). Marcadores bioquimicos asociados a ferremia gestacional en la ciudad de / Cusco, 2019 [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. file:///C:/Users/HP-Notebook/Downloads/253T20210093_TC.pdf
- Sermini, C., Acevedo, M., & Arredondo, M. (2017). Biomarcadores del metabolismo y nutricion de hierro. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 34(4), 690–698. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3182>
- Shenton, L., Jones, A., & Wilson, M. (2020). Factors Associated with Anemia Status Among Children Aged 6–59 months in Ghana, 2003–2014. *Maternal and Child Health Journal*, 24(4), 483–502. <https://doi.org/10.1007/s10995-019-02865-7>
- SPINREACT. (2019). Determinación cuantitativa de Transferrina (TRF).
- Supo, J. (2012). Seminarios de Investigación Científica. <http://red.unal.edu.co/cursos/ciencias/1000012/un3/pdf/seminv-sinopsis.pdf>
- Tri Kusumastuti, F. D., Sutaryo, S., & Mulatsih, S. (2014). Correlaciones entre los niveles de hemoglobina, ferritina sérica y receptores de transferrina soluble en niños de 6 a 59 meses. *Paediatrica Indonesiana*, 54(2), 122. <https://doi.org/10.14238/pi54.2.2014.122-6>
- Vigilancia Alimentaria Nutricional. (2009). Manual del encuestador bioquimico. 55. http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/5/jer/tecn_vigi_cenan/Manual_Bioquímico_MONIN.pdf

- Villa, M. (2016). Determinación de anemia ferropénica en población infantil en Medellín, 2016. <http://sinergia.colmayor.edu.co/ojs/index.php/Revistasinergia/article/view/12/6>
- Wasihun, A., Teferi, M., Negash, L., Marugán, J., Yemane, D., McGuigan, K., Conroy, R., Abebe, H., & Dejene, T. (2020). Intestinal parasitosis, anaemia and risk factors among pre-school children in Tigray region, northern Ethiopia. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05101-8>
- WienerLab. (2023). Método colorimétrico directo para la determinación de hierro en suero o plasma. Wiener Laboratorios S.A.I.C., 02(861272524), 1–12.
- Yang, X., & Palacios, J. (2021). Relación del peso al nacer con la hemoglobina y biomarcadores del estado de hierro en neonatos nacidos en el Instituto Nacional Materno Perinatal de Lima [Universidad peruana Cayetano Heredia]. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/9764/Relacion_HuangYang_Xin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zavaleta, N., & Astete-Robilliard, L. (2017). Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 34(4), 716–722. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3251>
- Zúñiga, R. (2016). Valoración de la concentración de hierro para el diagnóstico de la anemias en pacientes con enfermedad Renal Crónica dializados, mediante parámetros hematológicos, que acuden al laboratorio Clínico INTERLAB, 2016 [Universidad de Guayaquil Facultad]. file:///C:/Users/HP-Notebook/Downloads/BCIEQ-MBC-159 Zuñiga Feraud Ruth.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de datos

Tabla 1.1. Prevalencia de anemia en niños de 6 a 60 meses de edad atendidos en el centro de Salud Quinoa según edad y sexo, Ayacucho 2023.

Características del niño	Nivel de hemoglobina (corregida)					Total
	Leve		Moderada		n	
	n	%	n	%		
Edad (meses)						
6-23 Lactantes	9	20,9	6	40,0	15	100,00
24-59 Preescolares	34	79,1	9	60,0	43	100,00
Sexo						
Masculino	19	44,4	9	60	28	100,00
Femenino	24	55,8	6	40	30	100,00

Tabla 1.2. Estadística descriptiva del peso y talla en niños de 6 a 60 meses de edad atendidos en el Centro de Salud Quinoa, Ayacucho 2023.

		Mínimo	Máximo	media	Desv. Desviación
	N				
Peso (kg)	58	1040	21700	12061,03	3425,589
Talla (cm)	58	65,6	109,0	85,367	10,2800

Tabla 1.3. Niveles de Anemia en niños de 6 a 60 meses de edad atendidos en el Centro de Salud Quinoa, Ayacucho 2023.

Niños con anemia		
Niveles de anemia	Frecuencia	Porcentaje
Anemia Leve	43	74.14%
Anemia Moderada	15	25.86%
Total	58	100.00

Tabla 1.4. Niveles de los marcadores bioquímicos en niños de 6 a 60 meses de edad atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023

Marcadores Bioquímicos		Frecuencia	Porcentaje (%)
Niveles de hierro	Bajo	45	77,6
	Normal	13	22,4
Niveles de RsTf	Normal	9	15,5
	Alto	49	84,5
Niveles de transferrina	Bajo	5	8,6
	Normal	42	72,4
	Alto	11	19,0
Niveles de Hepsidina	Bajo	3	5,2
	Normal	55	94,8
	Bajo	1	1,7
Niveles de eritropoyetina	Normal	43	72,4
	Alto	14	25,9

Tabla 1.5. Datos estadísticos de los marcadores bioquímicos en niños de 6 a 60 meses atendidos en el Centro de Salud Quinua, Ayacucho-2023.

Biomarcadores químicos	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. estándar
Hemoglobina	7,40	10,90	10,1190	10,3000	0,74161
Hierro sérico	9,56	131,37	34,9630	22,6942	29,24588
RsTf	10,31	85,41	37,2922	33,0520	15,07144
Transferrina	152,33	399,77	276,1821	262,7300	58,41413
Hepsidina	0,03	20,51	5,8445	5,0615	4,76244
Eritropoyetina	2,57	89,00	24,6065	16,5155	21,70447

Anexo 2. Formato de consentimiento informado dirigido a los padres de los niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho-2023



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

Documento de consentimiento informado

Título del proyecto

“Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, distrito de Quinua; Ayacucho 2023.”

Responsable de la investigación

Esta investigación es realizada por el Bachiller Gina Talia Canales Aybar de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, para obtener el título profesional de Bióloga.

Introducción

Los datos obtenidos en este estudio permitirán determinar la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos en niños de Quinua, Ayacucho. Esta información será utilizada para desarrollar estrategias de prevención y tratamiento que ayuden a reducir la alta prevalencia de anemia infantil en la región.

Participación

Este documento explica los detalles de la investigación "Niveles de anemia y marcadores bioquímicos" y solicita el consentimiento de los padres o tutores de los niños de 6 meses a 5 años de edad que son atendidos en el Centro de Salud Quinua para que sus hijos participen en la investigación.

Procedimientos

Se realizará la extracción sanguínea a través de venopunción a los niños en dos tubos de 3 ml cada uno, lo cual tomará un tiempo breve. La información de los datos del menor será registrada en una ficha.

Riesgos

No habrá ningún efecto negativo.

Beneficios

El beneficio que obtendrá por participar en el estudio, es el de recibir información oportuna y actualizada respecto a la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos. Esta información puede ayudarlo a mejorar su calidad de vida y su desarrollo físico y neurológico.

Alternativas

La participación en el estudio es voluntaria. Usted puede escoger si su menor hijo pueda participar o no en la investigación. El que no autorice su participación en este estudio no le representará ninguna penalidad o pérdida de beneficios a los que tiene derecho.

Compensación

No recibirá ningún beneficio económico por participar en el estudio, ni de parte de la investigadora ni del Centro de Salud. Sin embargo, podrá solicitar información sobre los resultados del estudio al Centro de Salud Quinua o a la investigadora responsable después de aproximadamente dos meses.

Confidencialidad de la información

Los datos de los pacientes se mantendrán de manera confidencial cumpliendo con el deber de secreto y sigilo. Las muestras se identificarán con un código al que solo tendrá acceso el investigador. La información no se proporcionará a nadie excepto al centro de salud Quinua para un tratamiento adecuado.

Problemas o preguntas

Escribir al Email: ginataliacanales@Gmail.com o comunicarse al Cel.929460825.

Consentimiento / Participación voluntaria

Acepto voluntariamente que mi hijo participe en esta investigación y entiendo que puedo retirarlo de la investigación en cualquier momento.

Nombre y firma del responsable legal

Nombre: _____

Firma: _____

DNI: _____

Fecha: ____/____/____

Anexo 3. Ficha de resultados de análisis de laboratorio y valoración de los niveles de anemia de los niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023

Nº	Código	Edad	sexo	peso	talla	Hematocrito (%)	Hemoglobina (g/dL)		Niveles de anemia	Distrito Anexo
							Hb obs.	Hb ajust. según msnm		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Anexo 4. Ficha de resultados de análisis de los marcadores bioquímicos de los niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023

Nº	Código	Niveles de concentración de los marcadores bioquímicos							Distrito Anexo
		Hemoglobina		Hierro sérico	Receptores solubles de transferrina	Transferrina	Hepcidina	EPO	
		Hb obs.	Hb ajust.						
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Anexo 5. Base de datos de la investigación sobre los niveles de anemia y marcadores bioquímicos de los niños de 6 a 60 meses que acuden al Centro de Salud Quinua, Ayacucho 2023

Código	Edad	Sexo	peso (g)	Talla (cm)	Hb. Ob.	Hb. Correg.
R-01	4 años, 2 meses	M	18500	103	12.6	10.8
R-02	4 años, 2 meses	F	14100	96	11.9	10.2
R-03	1 año, 8 meses	F	10800	79.5	12.4	10.9
R-04	2 años, 2 meses	M	11500	86.4	11.2	9.4
R-05	1 año	F	8900	70	12.1	10.4
R-06	1 año, 6 meses	M	9700	71	10.7	8.9
R-07	2 años, 6 meses	F	11000	86.6	11.1	9.4
R-08	2 años, 3 meses	M	11700	86.7	12.9	10.6
R-09	1 año, 11 meses	F	10900	82.2	12.6	10.8
R-10	3 años	F	15300	90	12.3	10.5
R-11	2 años, 1 mes	F	12000	84.7	12.7	10.9
R-12	10 meses	M	9900	75	13.2	10.9
R-13	6 meses	M	8200	68	9.9	7.7
R-14	3 años	M	14400	93.5	12.2	10.4
R-15	3 años, 6 meses	F	15600	97.4	12.5	10.8
R-16	5 años	M	13500	91.5	12.9	10.7
R-17	2 años	F	9000	78.5	12.4	10.2
R-18	5 años	F	17500	101	12.7	10.5
R-19	8 meses	F	8100	65.6	11.9	9.7
R-20	1 año, 2 meses	M	10300	75.2	12.7	10.5
R-21	4 años	F	12300	86.3	12.1	10.1
R-22	3 años	F	12100	90	12.2	10.5
R-23	1 año, 5 meses	F	9700	77.3	12	9.8
R-24	1 años 3 meses	M	8600	66	12.9	10.6
R-25	9 meses	F	8300	68.8	11.5	9.3
R-26	4 años	F	2700	81.5	12.9	10.7
R-27	1 año, 9 meses	M	11100	80.7	12.7	10.5
R-28	5 años	F	12300	85.7	12.4	10.5
R-29	2 años	F	11600	87.5	12.3	10.1
R-30	3 años	M	11200	90.5	12.8	10.6
R-31	5 años	M	21700	109	12.6	10.3
R-32	9 meses	M	11400	71.5	11.3	9.6
R-33	4 años	F	10600	83	10.7	9
R-34	2 años	M	11300	78.8	10.9	9.2
R-35	3 años	M	16000	98	12.9	10.7
R-36	1 año, 1 mes	F	9600	72	12	10.8
R-37	5 años	M	13100	79.2	13	10.8
R-38	1 año, 6 meses	M	9900	76	12.3	10.1
R-39	4 años, 8 meses	M	14200	86.5	12.4	10.2
R-40	4 años, 5 meses	F	17200	102	12	9.8
R-41	4 años	M	17800	107.8	11.9	10.2
R-42	4 años	M	16100	100.3	12	10.3
R43	2 años	F	1040	81.5	12.3	10
R44	3 años, 4 meses	F	11600	85	12.2	10.2
R45	3 años, 8 meses	M	13600	88	9.6	7.4
R46	3 años, 8 meses	F	13800	93	12	10.2
R47	3 años, 8 meses	M	13800	88	10.9	9.2
R48	3 años, 9 meses	F	11300	85	11.7	10
R49	5 años	F	12500	93.5	13.1	10.8
R50	3 años, 8 meses	M	17000	97.7	12.8	10.5
R51	3 años, 6 meses	F	13200	91.3	12.1	10
R52	3 años, 3 meses	F	11500	89.1	12.8	10.9
R53	3 años, 9 meses	M	10800	86	11.1	8.8
R54	4 años 1 mes	F	11700	89	12.3	10
R55	4 años, 1 mes	M	10000	74	12.9	10.6
R56	4 años , 2 meses	M	10600	77	13	10.7
R57	3 años 1 mes	M	13800	86	11.6	9.3
R58	3 años, 6 meses	F	13600	87	12.6	10.4

Muestra	Hierro (µg/dL)	RsTf (nmol/L)	Transferrina (mg/dL)	Hepcidina (ng /mL)	EPO (mIU/mL)
R-01	66.46	30.96	266.9	6.83	12.89
R-02	25.17	35.53	242.5	3.73	13.92
R-03	50.57	19.76	225	20.51	29.18
R-04	22.59	39.6	231.5	11.82	14.26
R-05	23.96	17.01	278.96	6.22	20.58
R-06	13.71	49.05	375.91	5.33	9.42
R-07	13.03	28.74	365.46	4.96	76.55
R-08	74.47	32.99	316.17	10.73	2.8
R-09	68.23	27.39	253.63	6.28	5.77
R-10	19.65	37.19	280.48	6.85	7.21
R-11	114.26	30.58	260.71	6.57	37.45
R-12	95.06	15.66	281.6	1.15	11.21
R-13	11.85	74.18	380.99	14.54	18.01
R-14	22.8	36.34	270.25	2.32	71.54
R-15	77.33	19.7	295.02	6.76	14.85
R-16	19.95	37.22	303.52	5.35	12.48
R-17	15.23	43.89	154.9	0.14	30.55
R-18	24.47	31.96	152.33	11.34	27.55
R-19	24.65	38.21	368.81	3.57	87.52
R-20	22.17	32.59	272.54	1.64	43.91
R-21	25.81	34.68	236	4.64	12.02
R-22	17.78	38.3	341.67	1.98	22.1
R-23	13.81	38.21	363.54	5.32	86.02
R-24	78.94	34.05	232.98	2.23	43.88
R-25	17.51	28.9	361.31	5.39	13.44
R-26	131.37	31.32	244.65	6.54	5.13
R-27	17.16	31.28	196.63	5.17	2.57
R-28	27.92	33.02	256.48	6.43	5.66
R-29	20.51	28.49	327.08	6.46	4.27
R-30	18.55	30.61	198.38	17.33	24.09
R-31	19.6	57.29	247.56	3	8.99
R-32	25.75	75.23	249.93	3.14	43.91
R-33	18.2	30.35	370.04	4.73	10.9
R-34	14.68	52.84	262.73	0.13	34.71
R-35	83.57	25.94	250.85	8.8	17.28
R-36	39.7	10.31	276.69	1.95	9.42
R-37	107.47	35.11	203.91	19.25	25.19
R-38	22.33	56.18	199.88	1.45	11.57
R-39	21.28	22.53	369.03	4.74	9.67
R-40	25.42	28.6	271.4	0.03	15.58
R-41	25.94	31.98	262.73	2.12	22.5
R-42	16.04	31.33	269.25	10.35	37.73
R43	14.96	45.27	280.45	1.44	20.35
R44	27.45	29.88	257.48	1.14	9.04
R45	9.56	85.41	399.77	3.11	89
R46	43.57	33.09	251.03	1.99	24.52
R47	18.57	45.24	260.77	1.14	17.99
R48	23.65	30.85	380.19	11.45	9.87
R49	40.98	15.02	258.42	5.64	14.99
R50	17.89	37.36	279.83	11.21	44.6
R51	15.45	48.08	248.64	2.77	9.55
R52	17.88	38.1	227.09	2.06	54.1
R53	10.95	71.5	376.89	4.33	16.04
R54	14.68	50.22	253.92	3	8.25
R55	64.5	29.66	235.83	2.84	16.99
R56	79.65	31.7	239.66	16.64	11.44
R57	9.56	68.42	220.64	5.32	45.34
R58	23.59	38.05	278.05	7.12	20.86

Anexo 6. Solicitud de permiso para el ingreso al establecimiento del Centro de Salud Quinua; Ayacucho 2023



Solicito: AUTORIZACIÓN Y FACILIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTO DE TESIS

SEÑORA G ERENTE DEL CENTRO DE SALUD QUINUA

Yo, Gina Talía Canales Aybar, identificado con DNI N° 70432076 y con domicilio en Asoc. Ila cruz Mz "D1", Lt 02, Distrito de Jesús Nazareno-Ayacucho, N° de celular 925021858, me presento ante usted y expongo lo siguiente:

Qué; habiendo culminado la carrera profesional de Biología en la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, solicito el permiso para la ejecución del trabajo de investigación titulado **"Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua; Distrito de Quinua; Ayacucho-2023"**, para optar el título profesional de Biología, para lo cual solicito que me autorice y facilite acceder al Servicio de Salud Quinua, para lo cual yo me comprometo respetar de deontología ética profesional el derecho de privacidad de los exámenes de los pacientes, así mismo los insumos a utilizar será de adquisición propia (tubos de extracción al vacío, agujas, lancetas y microcubetas).

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted acceder mi petición por ser justa

Ayacucho, 26 de diciembre del 2022.

Gina Talía Canales Aybar

DNI N° 70432076

Anexo 7. Constancia de autorización para el ingreso al establecimiento del Centro de Salud Quinua; Ayacucho 2023



MEMORANDO N° 001 -2023 -GACLASQ- /J. RRHH

DE : Obst. Betty Llacza Ricaldi
Gerente del Centro de Salud Quinua

A : Gina Talia Canales Aybar

ASUNTO : Autorización para Ejecución del Proyecto de Tesis

REFERENCIA : Solicitud N° 001

Fecha : Huamanga 27 de Febrero del 2023

Por medio del presente comunico a usted que en atención al documento señalado en referencia presentado por la suscrita Gina Talia Canales Aybar, egresada de la carrera profesional de Biología de la UNSCH, se autoriza la ejecución del Proyecto de Tesis "NIVELES DE ANEMIA Y MARCADORES BIOQUÍMICOS EN NIÑOS QUE ACUDEN AL CENTRO DE SALUD QUINUA, DISTRITO DE QUINUA; AYACUCHO-2023", para lo cual se brindará las facilidades del caso bajo el compromiso de respetar la deontología en el Centro de Salud.

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

Atentamente,

DIRECCIÓN REGIONAL HUAMANGA
Dr. Betty Llacza Ricaldi
GERENTE

Cc: ARCHIVO

Anexo 8. Evidencias fotográficas de la investigación de niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños que acuden al Centro de Salud Quinua; Ayacucho 2023



Fotografía 1. Centro de Salud Quinua



Fotografía 2. Toma de muestra sanguínea



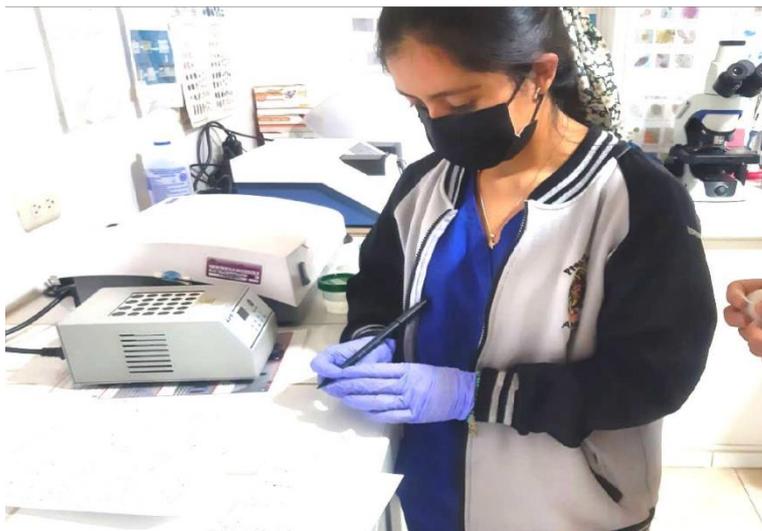
Fotografía 3. Se le hizo la entrega de la galleta Nutri H



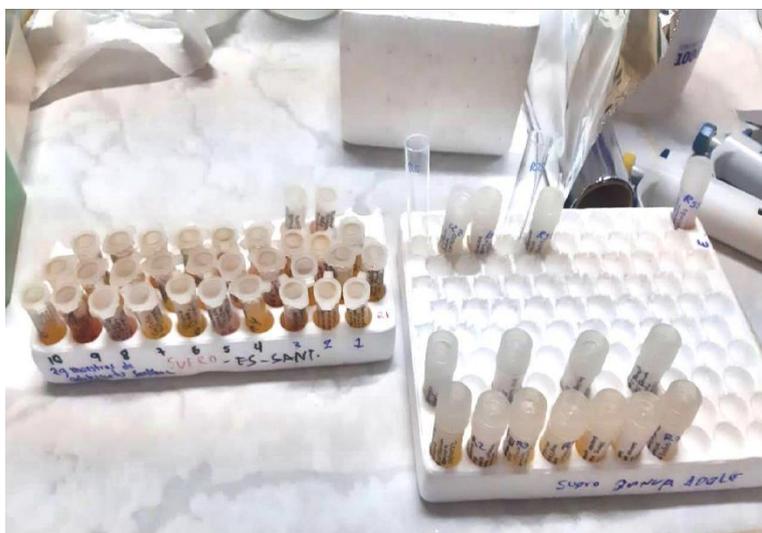
Fotografía 4. Explicando a la madre sobre el procedimiento de toma de muestras



Fotografía 5. Se procedió a leer la hemoglobina en el equipo hemocontrol



Fotografía 6. Rotulando los crioviales con los datos de los pacientes



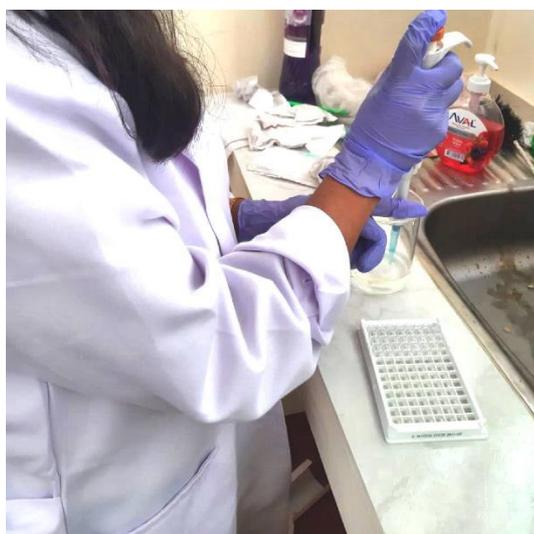
Fotografía 7. Muestras de suero y plasma sanguíneo



Fotografía 8. Adecuando reactivos en la mesa de trabajo



Fotografía 9. Realizando el procedimiento de ELISA



Fotografía 11. Realizando el lavado

Anexo 9. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Valores de medición	Tipo de variable	Escala de medición
Variable Niveles de anemia	La concentración de la hemoglobina en sangre está por debajo de los valores normales. El valor normal de hemoglobina varía según la edad, sexo, embarazo y algunas situaciones como la altitud. (OMS, 2001)	Toma de muestra a través de venopunción de los niños atendidos en el centro de salud Quinua, para luego ser procesadas y leídas en hemocontrol portátil mediante el Método de la azidametahemoglobina		Anemia leve: 10.0-10.9 gr/dL	Cuantitativo	Nominal
				Anemia moderada: 7-9.9 gr/dL		
				Anemia severa: < 7.0 gr/ dL		
Variable Marcadores bioquímicos	son diversos indicadores que permiten evaluar la relación entre el hierro y la eritropoyesis, así mismo trastornos relacionados con el hierro (Marquez et al., 2019).	Muestra: suero o plasma sin EDTA a través de venopunción de los niños atendidos en el centro de salud de Quinua, para luego ser procesadas y leídas en espectrofotómetro mediante el método colorimétrico.	Hierro sérico	Alto: >150 µg/ dL	Cuantitativo	Nominal
				Normal: 50 - 150 µg/dL		
				Bajo: < 50 µg/dL		
		Toma de muestra con EDTA a través de venopunción de los niños atendidos en el centro de salud de Quinua, para luego ser procesadas y leídas en el lector de ELISA.	Receptor soluble de transferrina	Alto: > 28.10 nmol/L	Cuantitativo	Nominal
				Normal: 8.70 - 28.10 nmol/L		
Toma de muestra con EDTA a través de venopunción de los niños atendidos en el centro de salud de Quinua, para luego ser procesadas mediante la técnica Fer color y leídas por espectrofotometro.	Transferrina	Alto: >360 mg/dL.	Cuantitativo	Nominal		
Normal: 200 – 360 mg/dL.						
Bajo: < 200 mg/dL.						
Se medirá en suero, mediante el método ELISA, es un ensayo en fase solida de inmunoadsorción unido a enzimas.	Hepcidina	Alto: > 81 ng/mL	Cuantitativo	Nominal		
Normal: 0,153 ng/mL - 81 ng/mL.						
Bajo: < 0,153 ng/mL						
Se medirá en suero, mediante el método ELISA, es un ensayo en fase solida de inmunoadsorción unido a enzimas.	Eritropoyetina	Alto: > 31,9 mIU/mL	Cuantitativo	Nominal		
Normal: 3,22-31,9 mIU/mL						
Bajo: < 3,22 mIU/mL						

Anexo 10. Matriz de consistencia

Título. Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños con anemia atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distrito de Quinua; Ayacucho 2023.

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Cuál es la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023?</p> <p>Problema específico</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de hierro sérico en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023? • ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de receptor soluble de transferrina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023? • ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de transferrina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023? • ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de hepcidina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023? • ¿Existirá relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de eritropoyetina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023? 	<p>Objetivo general Determinar la relación entre los niveles de anemia y los marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de hierro sérico en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023. • Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de receptor soluble de transferrina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023. • Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de transferrina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023. • Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de hepcidina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023. • Determinar la relación entre los niveles de anemia y los niveles de concentración del marcador bioquímico de eritropoyetina en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distritos de Quinua, Ayacucho-2023. 	<p>Antecedentes Base teórica Anemia Causas Signos y síntomas Marcadores bioquímicos. Receptores solubles de transferrina. Transferrina. Hepcidina Eritropoyetina</p>	<p>Variable 1 Niveles de anemia</p> <p>Variable 2 Marcadores bioquímicos</p> <p>Indicadores Hierro sérico Receptores solubles de transferrina. Transferrina Hepcidina Eritropoyetina</p>	<p>Tipo de investigación No experimental, transversal- correlacional.</p> <p>Población 58 niños de 6 a 60 meses de edad que son atendidos en el Centro de Salud Quinua, distrito de Quinua; Ayacucho-2023.</p> <p>Muestra La muestra estará constituida por la población.</p> <p>Muestreo No probabilístico por conveniencia</p> <p>Recolección de datos Variable 1: Niveles de anemia Se cuantificará la hemoglobina mediante hemoglobimómetro portátil</p> <p>Variable 2: Marcadores bioquímicos Procedimiento: se cuantificará los marcadores bioquímicos: receptores solubles de transferrina, eritropoyetina y hepcidina a través de ELISA; transferrina y hierro sérico a través de métodos colorimétricos y la hemoglobina mediante hemoglobimómetro portátil. Previa aprobación del consentimiento informado.</p> <p>Análisis estadístico: Los datos obtenidos serán presentados en tablas de frecuencia y figuras mediante gráficas de Excel para su ordenamiento, análisis y presentación de los datos recolectados.</p>

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Gina Talia CANALES AYBAR
RESOLUCIÓN DECANAL N.º 244-2023-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del treinta de noviembre del año dos mil veintitrés; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA; Dr. Aurelio CARRASCO VENEGAS (Miembro-Jurado); Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINONZA (Miembro-Jurado); Dra. Kusi YARANGA PALOMINO (Miembro-Jurado); Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ (Miembro-Asesor); actuando como secretario docente el Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **“Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distrito de Quinua; Ayacucho 2023”**; presentado por la Bach. **Gina Talia CANALES AYBAR**; el Presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el Presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta a preguntas	Promedio
Dr. Aurelio CARRASCO VENEGAS	18	18	18
Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINONZA	16	16	16
Dra. Kusi YARANGA PALOMINO	18	17	18
		PROMEDIO	17

La sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las cinco y cincuenta de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA
Presidente

Dr. Aurelio CARRASCO VENEGAS
Miembro – Jurado

Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINONZA
Miembro – Jurado

Dra. Kusi YARANGA PALOMINO
Miembro - Jurado

Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ
Miembro - Asesor

Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR
Secretario – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 14-2024-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distrito de Quinua; Ayacucho 2023 por GINA TALIA CANALES AYBAR**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 24%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario Nº 039-2021-UNSCHE.

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

Ayacucho, 19 de enero de 2024.

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

Dr. Víctor Luis Cárdenas López
DIRECTOR

Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distrito de Quinua; Ayacucho 2023

por GINA TALIA CANALES AYBAR

Fecha de entrega: 18-ene-2024 04:15p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2273466424

Nombre del archivo: 1A-CANALES-AYBAR-Gina-Talia-pregrado-_2024-TURNITIN.docx (343.09K)

Total de palabras: 13569

Total de caracteres: 70986

Niveles de anemia y marcadores bioquímicos en niños atendidos en el Centro de Salud Quinua, Distrito de Quinua; Ayacucho 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	www.ibl-international.com Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
10	D. Pérez Surribas, A. Gella Concustell, E. Cruz Iglesias, S. Hermoso Durán et al. "Estudio de la ferropenia en el laboratorio clínico", Revista del Laboratorio Clínico, 2019 Publicación	<1 %
11	doczz.es Fuente de Internet	<1 %
12	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	search.cosmobio.co.jp Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.medigraphic.com Fuente de Internet	<1 %

20	scielosp.org Fuente de Internet	<1 %
21	anmperu.org.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
24	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
25	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
27	files.wiener-lab.com Fuente de Internet	<1 %
28	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.upsjb.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www.alanrevista.org Fuente de Internet	<1 %
31	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

<1 %

32

dspace.unach.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

33

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

34

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

35

www.somosmamas.com.ar

Fuente de Internet

<1 %

36

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo