



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO**

**Hemoglobina, hierro sérico y ferritina como indicadores de anemia
en infantes menores de dos años en el cantón Alausí, Chimborazo.**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Licenciado en
Laboratorio Clínico**

Autor:

**Quishpi Lema Heidy Rubí
Tingo Llanes Sofía Micaela**

Tutor:

Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, Heidy Rubí Quishpi Lema, con cédula de ciudadanía 0605078336 y Sofía Micaela Tingo Llanes, con cédula de ciudadanía 0605530518, autoras del trabajo de investigación titulado: Hemoglobina, hierro sérico y ferritina como indicadores de anemia en infantes menores de dos años en el cantón Alausí, Chimborazo, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autores de la obra referida será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 25 de abril de 2025.



Heidy Rubí Quishpi Lema
C.I: 0605078336



Sofía Micaela Tingo Llanes
C.I: 0605530518

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Ximena del Rocío Robalino Flores** catedrático adscrito a la **Facultad de Ciencias de la Salud**, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **Hemoglobina, hierro sérico y ferritina como indicadores de anemia en infantes menores de dos años en el cantón Alausí, Chimborazo**, bajo la autoría de **Heidy Rubi Quishpi Lema**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 17 días del mes de febrero de 2025.



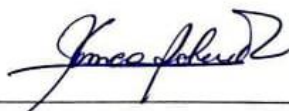
Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores

C.I: 0601946940

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Ximena del Rocío Robalino Flores** catedrático adscrito a la **Facultad de Ciencias de la Salud**, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **Hemoglobina, hierro sérico y ferritina como indicadores de anemia en infantes menores de dos años en el cantón Alausí, Chimborazo**, bajo la autoría de **Sofía Micaela Tingo Llanes**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 17 días del mes de febrero de 2025.



Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores

C.I: 0601946940

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Hemoglobina, hierro sérico y ferritina como indicadores de anemia en infantes menores de dos años en el cantón Alausí, Chimborazo, presentado por Heidy Rubi Quishpi Lema, con cédula de identidad número 0605078336, bajo la tutoría de Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 5 de mayo del 2025.

Aida Mercedes Balladares Saltos, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Eliana Elizabeth Martínez Durán, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Félix Atair Falconí Ontaneda, MsC.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

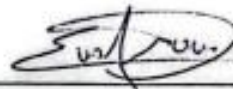
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Hemoglobina, hierro sérico y ferritina como indicadores de anemia en infantes menores de dos años en el cantón Alausí, Chimborazo, presentado por Sofia Micaela Tingo Llanes, con cédula de identidad número 0605530518, bajo la tutoría de Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 5 de mayo del 2025.

Aida Mercedes Balladares Saltos, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Eliana Elizabeth Martínez Durán, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Félix Atair Falconí Ontaneda, MsC.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **QUISHPI LEMA HEIDY RUBI** con CC: **0605078336**, estudiante de la Carrera de **LABORATORIO CLÍNICO**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"HEMOGLOBINA, HIERRO SÉRICO Y FERRITINA COMO INDICADORES DE ANEMIA EN INFANTES MENORES DE DOS AÑOS EN EL CANTÓN ALAUSÍ, CHIMBORAZO"**, cumple con el 7%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 09 de abril de 2025

Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores
TUTOR(A)



CERTIFICACIÓN

Que, **TINGO LLANES SOFIA MICAELA** con CC: **0605530518**, estudiante de la Carrera de **LABORATORIO CLÍNICO**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**HEMOGLOBINA, HIERRO SÉRICO Y FERRITINA COMO INDICADORES DE ANEMIA EN INFANTES MENORES DE DOS AÑOS EN EL CANTÓN ALAUSÍ, CHIMBORAZO**", cumple con el 7 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 09 de abril de 2025

Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores
TUTOR(A)

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico a Dios por iluminar mi camino, darme la fuerza para alcanzar mis metas y bendecirme con la presencia y apoyo incondicional de mis padres, Klever y Judith, pilares fundamentales en mi vida que son fuente de sabiduría e inspiración, por su infinito amor, apoyo incondicional y sobre todo por inculcarme valores, a ustedes, quienes con su ejemplo me han enseñado a perseguir mis sueños con determinación y a nunca rendirme. A mis compañeros de vida y fuente de apoyo constante, por su alegría, por siempre estar presentes en mis momentos más difíciles, Emerson y Alexander.

Heidy Quishpi

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, quien me dio la vida y las fuerzas de seguir adelante y luchar por mis sueños. A mis padres, Julia y Arturo, por ser el pilar y ejemplo de perseverancia, bondad y amor en mi vida, por ser quienes me han impulsado a ser alguien mejor y no dejarme caer por las adversidades, a mis hermanos por ser un apoyo incondicional, a mis pequeños tesoros Micaela y Camila, por ser mi mayor impulso de salir adelante y no dejarme vencer. A todas las personas que conocí en mi vida universitaria y se convirtieron en grandes amigos. Este logro se lo debo a cada uno.

Sofia Tingo

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar un agradecimiento profundo a la Universidad Nacional de Chimborazo, por abrirnos las puertas de tan noble institución y por proporcionarnos los recursos necesarios para nuestra formación.

Nuestro más sincero agradecimiento a los docentes que a lo largo de nuestra carrera nos han acompañado y guiado en todo momento, a nuestra tutora por su orientación y dedicación en este tiempo.

Finalmente, agradecer a las personas, amigos y familiares que han sido parte de este trayecto.

Heidy Quishpi y Sofía Tingo

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
Anemia.....	20
Factores de riesgo asociados con la anemia.....	20
Factores nutricionales	20
Patogenia de la anemia	21
Manifestaciones clínicas	21
Hematopoyesis y eritropoyesis: origen de células sanguíneas	21
Hematopoyesis	21
Eritropoyesis	23
Eritrocito	23
Morfología eritrocitaria.....	24
Analizador automático hematológico	25
Métodos de diagnóstico de laboratorio	25
Biometría hemática	26
Hemoglobina	26
Hematocrito.....	28
Índices eritrocitarios.....	28
Reticulocitos.....	29
Frotis de sangre periférica	29
Hierro y ferritina para el diagnóstico de anemia ferropénica.....	29
Hierro	29
Ferritina	30
Tratamiento y prevención	31
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ajustes de la concentración de hemoglobina (g/dL)	27
Tabla 2. Pruebas hematológicas y bioquímicas para la detección de anemia en niños.	36
Tabla 3. Relación de Hemoglobina, hierro y ferritina con Anemia ferropénica.	37
Tabla 4. Prevalencia de anemia ferropénica en niños menores de 2 años.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Hematopoyesis	22
Figura 2. Eritropoyesis.	45
Figura 3. Manual del equipo automático de hematología.	46
Figura 4. Síntesis de la hemoglobina.....	47
Figura 5. Proceso de dilución de la hemoglobina.	48
Figura 6. Diluyente BF-FBH Lyse.	49
Figura 7. Metabolismo del hierro.	50
Figura 8. Inserto de hierro.	52
Figura 9. Inserto de ferritina.	52
Figura 10. Consentimiento informado.....	54
Figura 11. Procesamiento de las pruebas de laboratorio.	55

RESUMEN

La anemia es la enfermedad más frecuente en niños, se define como un problema de salud pública, el 43% representa a los 280 millones de niños en el mundo que padecen esta patología, los principales efectos en el desarrollo infantil se observan en infantes de 6 a 24 meses, en quienes se pueden presentar consecuencias en el crecimiento, rendimiento cognitivo, disminución de las capacidades físicas y deterioro de las defensas inmunológicas. El objetivo principal fue valorar hemoglobina, hierro sérico y ferritina como indicadores de anemia en infantes menores de dos años en el cantón Alausí, Chimborazo. Se utilizó una metodología relacional, de campo no experimental, de tipo prospectivo, transversal, con un diseño cuantitativo, la población de estudio incluyó 200 infantes de los cuales 58 niños que conformaron la muestra cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Con esta investigación sobre la valoración de hemoglobina, hierro y ferritina se evidenció que el 20,68% presentan anemia ferropénica, siendo más prevalente en la edad de 0-12 meses con un 13,79%, en cuanto a las pruebas hematológicas y bioquímicas se pudo evidenciar que los tres parámetros presentan una relación para el diagnóstico de esta patología. Finalmente, se encontró que existe una prevalencia del 20,69% de anemia ferropénica en la población estudiada.

Palabras claves: anemia, hemoglobina, hierro, ferritina, infantes.

ABSTRACT

Anemia is the most common disease in children, defined as a public health problem; 43% represent the 280 million children worldwide who suffer from this pathology. The main effects on child development are observed in infants aged 6 to 24 months, in whom there may be consequences in growth, cognitive performance, decreased physical abilities, and deterioration of immune defenses. The main objective was to assess hemoglobin, serum iron, and ferritin as indicators of anemia in infants under two years of age in the canton Alausí, Chimborazo. A relational, non-experimental field methodology of a prospective, cross-sectional type with a quantitative design was used. The study population included 200 infants, of whom 58 children made up the sample met the inclusion and exclusion criteria. This research on the assessment of hemoglobin, iron, and ferritin showed that 20.68% present iron deficiency anemia, being more prevalent in the 0-12 months age group with 13.79%. Regarding hematological and biochemical tests, it was evidenced the three parameters show a relationship for diagnosing this pathology. Finally, it was found that there is a prevalence of 20.69% of iron deficiency anemia in the studied population.

Keywords: anemia, hemoglobin, iron, ferritin, infants.



Reviewed by:
Mg. Javier Andrés Saltos Chacán
ENGLISH TEACHER
c.c. 0202481438

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La anemia se define como la existencia de hemoglobina baja, representa una preocupación por los efectos en el desarrollo infantil principalmente en infantes 6 a 24 meses de edad, en quienes se pueden desencadenar consecuencias en el crecimiento, rendimiento cognitivo, disminución de las capacidades físicas, deterioro de las defensas inmunológicas y retraso en el desarrollo normal del infante¹. Un valor de Hemoglobina inferior a 10,5g/dL es considerado como anemia según la Organización Mundial de la Salud (OMS)².

La anemia es la enfermedad más frecuente en los pediátricos, genera un gran impacto y preocupación en los organismos gubernamentales y no gubernamentales, así mismo en los profesionales del área de la salud. Afecta desfavorablemente tanto a los países desarrollados como los países que se encuentran en crecimiento, lo que conlleva a un incremento de la morbilidad y mortalidad³. Cabe destacar que, los primeros años de vida, las necesidades nutricionales son mayores, pues durante los primeros 12 meses, el infante necesita hierro (Fe) para su crecimiento y desarrollo, porque la dieta no aporta suficiente Fe, lo que conduce a tener carencias nutricionales y desencadena en esta enfermedad⁴.

La anemia según la OMS se define como una patología en la que existe una reducción en el número de hematíes y concentración baja de hemoglobina (Hb), afecta sobre todo a los niños, adolescentes y gestantes. Esta enfermedad puede ser causada por mala alimentación, infecciones, enfermedades crónicas, y antecedentes familiares, lo que desencadena, deficiencias en el desarrollo cognitivo y motor de los infantes⁵.

La evolución de anemia ferropénica se da por la carencia de Fe, la ferropenia se da por la deficiencia de los depósitos sistémicos de Fe, hoy en día, la deficiencia de este micronutriente puede ocasionar una anemia microcítica en infantes, si el hierro se mantiene por debajo de sus valores normales, va a contribuir a una ferropenia del cual puede evolucionar a fases más graves como es una ferropenia sin anemia y anemia ferropénica, por lo tanto, el parámetro utilizado es la ferritina para su diagnóstico, ya que posee alta especificidad⁴.

Según cifras de la OMS más de 2 billones de personas presentan déficit de Fe, que representa un 25% de la población mundial, la anemia ferropénica está presente en 280 millones de niños en el mundo, aproximadamente el 43% menores de 5 años son anémicos⁶. África y Asia Sudoriental son las más afectadas por esta enfermedad, 103 y 83 millones de infantes respectivamente⁵, por otra parte, en América Latina y el Caribe existe desnutrición aguda y crónica asociadas a la anemia especialmente en: Argentina, Brasil, Chile y Jamaica, presentando un 2,5% de desnutrición, mientras que, más del 10% de infantes en Guatemala, Guyana y Haití presentan malnutrición⁷.

Así Moyano y colaboradores mencionan que, las zonas más afectadas por la anemia son África 67,6% y Asia Sudoriental 65,5%, mientras que, en el Mediterráneo Oriental es de 46%, y el 20% en las regiones como América, Europa y Pacífico occidental, con relación a América Latina y el Caribe, 22,5 millones de infantes padecen esta enfermedad, siendo la edad más crónica desde los 6 a los 24 meses³.

Por otro lado, Ruiz en su artículo sobre la anemia en edades infantiles en el Ecuador, afirma que más del 60 % de los niños que residen en países en vías de desarrollo tienen esta patología, el déficit de hierro causa anemia en el 34% de los niños de América Latina y el Caribe menores de 5 años⁸, por otro lado, en el Perú existe una alta prevalencia de desnutrición crónica asociada a anemia ferropénica, un estudio realizado en dos provincias (Huancavelica y Tacna) dio como resultado una gran diferencia entre estas dos ciudades, donde Huancavelica alcanzaba el 33,4% y Tacna presentaba 2,3%⁷.

Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), en nuestro país de cada 10 niños, 7 de ellos, padecen anemia ferropénica, cifras que se elevan en las poblaciones rurales, esto se debe a que, los menores de 2 años tienen un crecimiento acelerado, por lo que, requieren mayor cantidad de Fe para su correcto desarrollo, de igual manera, en esta encuesta se obtuvieron valores de prevalencia de anemia en niños de 6 a 59 meses, donde se demostró que los infantes de 6 a 11 meses tienen mayor predominio de anemia que los niños de 5 años⁶.

En la Encuesta Nacional Sobre Desnutrición Infantil (ENDI) publicada en septiembre de 2023, por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), se señala que las provincias con mayor porcentaje de anemia en infantes menores de 5 años son: Esmeraldas (57,9%), Sucumbíos (48,8%), Imbabura (44,5%), Manabí (42,1%) y Pichincha (40,9%), Chimborazo se ubica con 34.5%⁹. El promedio nacional de desnutrición es de 19%, estos son algunos indicadores que demuestran la gravedad del problema y la necesidad de una mayor atención para abordarlo³.

En la provincia de Chimborazo, en las zonas rurales existe mayor prevalencia de anemia e insuficiencia nutricional en niños menores de 5 años, actualmente 1 de cada 4 infantes en el país sufren de desnutrición y esta cifra se duplica en la Sierra; por ejemplo, en el cantón Alausí provincia de Chimborazo, de 5000 infantes de 0 a 5 años, 3000 sufren de desnutrición según cifras del Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES)¹⁰.

Por su parte, el Análisis de situación integral de la salud (ASIS) 2018, afirma que en la parroquia Totoras, la anemia fue la segunda causa más común de enfermedad en la edad de 1 a 4 años, diversos estudios han demostrado que los conocimientos y prácticas sobre la alimentación infantil pueden afectar el estado nutricional de los niños menores de 5 años, los padres son los principales responsables de los hábitos alimentarios de sus hijos e influyen en todos los aspectos a lo largo de la vida, desde la niñez hasta la adolescencia¹¹.

La anemia tiene una elevada prevalencia en niños, especialmente en las zonas rurales, esta enfermedad se encuentra ligada a la mala alimentación, déficit de vitaminas, infecciones, parasitosis, antecedentes familiares y falta de saneamiento en los lugares donde viven los infantes, lo que conlleva a una disminución del número de glóbulos rojos, por lo tanto, la concentración de Hb estará debajo del valor normal, lo que desencadena una preocupación por los efectos en el desarrollo normal del infante⁵.

Existen varias consecuencias de esta patología que perjudican principalmente en la infancia, afectando su crecimiento, interacción social, desarrollo psicomotor y cognitivo, a largo plazo influye en el rendimiento escolar, disminuyendo la capacidad física y la respuesta inmunológica reducida, de igual forma, pueden presentar signos y síntomas como; cansancio, mareos, cefalea, palidez de la piel y aparición de hematomas⁵.

El artículo 42 de la Constitución Política de la República del Ecuador dispone que “El Estado es el encargado de garantizar el derecho a la salud, seguridad alimentaria, provisión de agua, de acuerdo a los principios de equidad”. Además, el artículo 6 en el punto 19, menciona que “Es responsabilidad del Ministerio de Salud Pública (MSP) coordinar con organismos las políticas pertinentes para garantizar la alimentación y nutrición, con el fin de prevenir los trastornos que puedan ser causados por la deficiencia de micronutrientes o daños provocados por desórdenes alimenticios”¹².

El artículo 16 del capítulo II cita que, “El Estado establecerá una política de seguridad alimentaria y nutricional en la que se prefiera el uso de productos propios, se mantengan las prácticas tradicionales de alimentación, y se fomente el consumo de alimentos variados de cada región tomando en cuenta la diversidad de flora existente en nuestro país”¹².

La Ley Orgánica de Alimentación Escolar de Ecuador y su Reglamento General mencionan en el artículo 16 que “El Estado deberá garantizar la alimentación como un derecho humano, al cual se podrá tener acceso en cualquier momento, de igual manera se podrá acceder a una alimentación saludable, agua potable, con el fin de satisfacer las necesidades nutritivas, para llevar una vida sana”¹³.

El presente trabajo es de gran importancia ya que, la anemia en infantes es un problema a nivel mundial, principalmente en Latinoamérica, en las zonas rurales en las que por lo general no se llevan a cabo controles periódicos para conocer sobre el desarrollo normal del infante, además, se desconoce la situación en la que se encuentra el niño, por ello con la realización de las pruebas de laboratorio se tendrá una visión clara sobre la salud de los menores y se conocerá la prevalencia de anemia en este cantón de la provincia de Chimborazo.

Los principales beneficiarios de este trabajo fueron los niños menores de 2 años, así como sus familias, ya que mediante programas de capacitación se describió cual es el cuidado

óptimo que se debe tomar para evitar que los menores padezcan de esta enfermedad y puedan evitar complicaciones en su desarrollo normal.

Los datos de esta investigación aportaron valiosa información que servirá de ayuda y guía a los familiares, personal de salud y autoridades que podrán trabajar en favor de estas poblaciones vulnerables con mayor énfasis en los niños para asegurar su crecimiento óptimo ya que podrán contar con las herramientas necesarias para tratar de minimizar este problema de salud que afecta a los infantes.

El principal objetivo fue valorar los resultados de hemoglobina, hierro sérico y ferritina como indicadores de anemia en infantes menores de dos años en el cantón Alausí, Chimborazo, por ello, para dar respuesta a esta problemática se plantean los siguientes objetivos.

- Aplicar técnicas hematológicas y bioquímicas para la detección de anemia en infantes menores de 2 años.
- Relacionar los niveles de hemoglobina, hierro sérico y ferritina en población infantil como apoyo en el diagnóstico de anemia.
- Determinar la prevalencia de anemia en niños menores de 2 años en base a los resultados de los análisis hematológicos y bioquímicos.

En el presente informe se pretende demostrar que la hemoglobina, hierro sérico y ferritina son indicadores clave en el diagnóstico de anemia ferropénica, así mismo, este trabajo contribuye a futuras investigaciones con datos relevantes sobre esta patología.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Anemia

La anemia es la reducción de la masa eritrocitaria de un individuo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como una enfermedad en la que existe una disminución en el número de hematíes y concentración baja de hemoglobina (Hb), afecta sobre todo a mujeres y niños⁵. En esta patología se describen un sin número de variantes, una de las más importantes es la anemia ferropénica, que desencadena como producto de la deficiente producción de eritrocitos por escasez de hierro (Fe)⁶.

La anemia ferropénica puede ir de leve a moderada, en este sentido, la OMS en el año 2024, presentó los nuevos cortes de hemoglobina de toda la población, su corte en niños de 6-23 meses de edad tiene un valor 10,5 g/dL, no anemia (>10,5 g/dL), anemia leve (9,5-10,4 g/dL), anemia moderada (7,0-9,4g/dL) y anemia severa (<7,0 g/dL)¹⁴.

Factores de riesgo asociados con la anemia

Periodo Neonatal

El mayor porcentaje de anemia se manifiesta en el periodo neonatal por las exigencias nutricionales de los infantes en el nacimiento, debido a que satisfacer las elevadas demandas nutricionales durante este período es primordial para garantizar un crecimiento adecuado, un sistema inmunológico óptimo y evitar deficiencias de nutrientes¹⁵.

Periodo infantil

Generalmente existe una anemia fisiológica microcítica y normocrómica, lo que quiere decir que su VCM (Volumen Corpuscular Medio) se encuentra disminuido y su CHCM (Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media) es normal, por otra parte, la anemia en la infancia puede ser ocasionada por causas fisiológicas y patológicas, como hemorragias, sangrados digestivos, deficiencia de hierro y trastornos en la médula ósea, en los infantes la anemia suele presentar más expresividad que en el adulto, ya que van a presentar alteraciones de la conducta, irritabilidad o falta de concentración, astenia generalmente acompañada de anorexia, disnea y a infecciones, debido a la disminución de las defensas¹⁵.

Factores nutricionales

Lactancia materna exclusiva:

Es la forma ideal de aportar a los niños los nutrientes que necesitan para un crecimiento y desarrollo saludables, según la OMS la lactancia materna exclusiva debe ser hasta los seis meses, a partir de ello se introduce la alimentación complementaria adecuados a la edad y se sugiere mantener la lactancia materna hasta los 24 meses o más¹⁶.

Alimentación adecuada:

La alimentación sana y equilibrada es indispensable para el crecimiento óptimo de los niños, pues representa el principal factor de riesgo a modificar en la prevención enfermedades crónicas, sus hábitos de alimentación influyen en el peso y en la talla según su edad, también afecta en su estado de salud¹⁶.

Patogenia de la anemia

Complicaciones en infantes

Los efectos adversos a largo plazo ocasionan un menor desempeño en las áreas cognitiva, social y emocional, adicional puede menorar el rendimiento escolar, y la productividad, afectando la calidad de vida, por tanto, prevenir esta enfermedad en los primeros 12 meses de vida es necesario para evitar complicaciones en el crecimiento del niño¹⁷.

Pedro Álvarez en su estudio sobre anemia en menores de dos años en el Ecuador, señala que las consecuencias a largo plazo de esta patología incluyen retraso en el crecimiento normal y desarrollo psicomotor, disminución en la respuesta del sistema inmunológico y de la función cognitiva, posibles alteraciones conductuales y alteración en la regulación de la temperatura, por otro lado se observan signos como fatiga, debilidad, palidez, irritabilidad y déficit de atención¹⁸.

Manifestaciones clínicas

Piel, mucosas y faneras: la palidez es el signo más característico de la anemia, se pueden valorar principalmente en las mucosas de la conjuntiva ocular, el velo del paladar y la región subungueal¹⁹.

Sistema muscular: cansancio o astenia, debilidad muscular generalizada, calambres e intolerancia al esfuerzo son los síntomas más comunes en el síndrome anémico¹⁹.

Sistema cardiocirculatorio: los primeros síntomas y signos que se ponen de manifiesto son disnea, taquicardia, aumento de la tensión y soplo al corazón¹⁹.

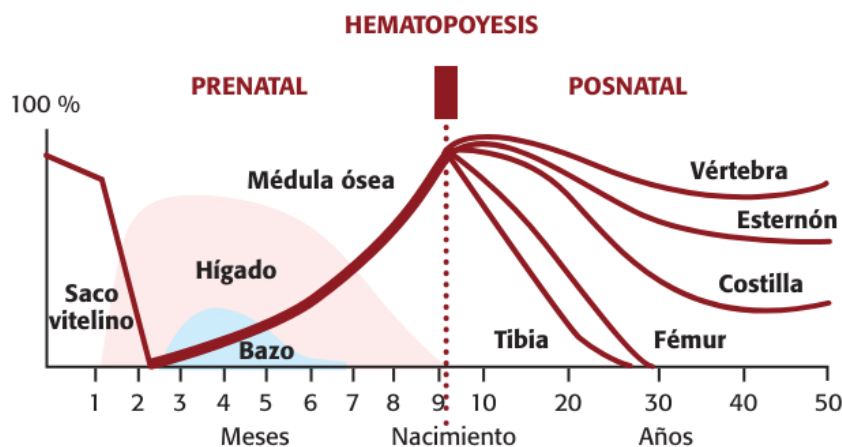
Hematopoyesis y eritropoyesis: origen de células sanguíneas

Hematopoyesis

La hematopoyesis es una evolución biológica que da lugar a la creación de las células sanguíneas, tal como; eritrocitos, leucocitos y trombocitos. La hematopoyesis en el humano tiene diferentes ubicaciones anatómicas a lo largo del desarrollo embrionario; la producción de células en la sangre se origina en el saco vitelino en las primeras semanas de gestación, entre el segundo y el séptimo mes los órganos fundamentales para su producción son el hígado y el bazo, seguido de los ganglios linfáticos y el timo, a partir de ahí la médula ósea (MO) se convierte en el órgano primordial en la formación de células hasta el nacimiento¹⁹.

En el neonato, la médula ósea roja rellena las cavidades de los huesos, a partir de los 5 años los huesos largos van perdiendo su capacidad de producir células hemáticas y, desde los 20 años, el tejido hematopoyético se acorta a las vértebras, esternón, costillas y pelvis¹⁹.

Figura 1. Hematopoyesis



Fuente: Moraleda J y colaboradores. Libro de Pregrado de Hematología.

La médula ósea facilita un microambiente adecuado para la proliferación y diferenciación de las células madre hematopoyéticas, este microambiente se encuentra constituido por un conjunto de células, como son: endoteliales, adipocitos, linfocitos, reticulares, macrófagos, osteoblastos; factores solubles tal como; factores de crecimiento, citocinas, interleucinas, quimiocinas y finalmente fibronectina y colágeno, esto es necesario para el desarrollo adecuado de las células y su regulación¹⁹.

Células madre

Las células madre o stem cell son importantes por su capacidad de autorrenovación para dar el origen a otras células madre y su capacidad de diferenciación. Existen 3 grupos de células madre¹⁹:

1. **Célula madre totipotencial:** produce cualquier célula del cuerpo, incluyendo los tejidos extraembrionarios.

2. **Célula madre pluripotencial:** genera cualquier célula de las tres capas germinales (mesodermo, endodermo, ectodermo), puede dar origen a cualquier tipo de célula, pero no puede producir tejido extraembrionario como la placenta.
3. **Célula madre multipotencial:** es la encargada de generar las células de la sangre y del sistema inmunitario durante toda la vida.

Eritropoyesis

Es un proceso donde se forman los glóbulos rojos, su propósito es mantener un número continuo de eritrocitos circulantes que alcancen las necesidades de oxígeno en los tejidos¹⁹.

En el cuerpo humano se pierde aproximadamente el 1% de los hematíes viejos circulantes cada 24 horas y la médula ósea es la encargada de producir nuevos glóbulos rojos para reemplazar las pérdidas, las células madre hematopoyéticas estimulan la maduración y liberación de eritrocitos maduros al torrente sanguíneo, para lo que requiere de algunos factores nutritivos como Fe, vitamina B12 y ácido fólico, la síntesis de Hb también debe ser normal, por esa razón se necesita que se genere la misma cantidad de sangre que se pierde en condiciones normales²⁰ (Anexo 1).

Regulación de la eritropoyesis

El mecanismo principal por el cual los tejidos periféricos manifiestan su necesidad de oxígeno y regulan la masa de hematíes circulantes es la secreción de la eritropoyetina (EPO), la EPO es necesaria para la supervivencia de estos progenitores e induce la proliferación y diferenciación de la unidad formadora de colonias eritroides (CFU-E) en proeritroblastos¹⁹.

Eritrocito

El hematíe es la célula más numerosa del torrente sanguíneo, tiene una vida media es de 120 días, su forma es de disco bicóncavo, no tiene núcleo, su tamaño es de 7,5µm de diámetro, 2 µm de espesor en la periferia, 1 µm en su parte central, su volumen es de 90fl, el glóbulo rojo está estructurado por tres partes: membrana, hemoglobina y componentes no hemoglobínicos¹⁹.

Función del eritrocito:

Su función es el transporte y distribución de oxígeno (O²) hacia los tejidos y la eliminación de dióxido de carbono (CO²) de los mismos, esta función la ejerce a través de la hemoglobina, ya que interviene en la regulación del pH sanguíneo, la Hb sanguínea tiene dos formas en constante equilibrio: la oxihemoglobina (arterial) y desoxihemoglobina (venosa)¹⁹.

Estructura

Membrana eritrocitaria:

Está compuesta por lípidos, proteínas y carbohidratos, que aseguran la forma circular discoide del hematíe¹⁹.

- **Lípidos:** son aproximadamente el 40 % de la membrana del hematíe y se representan por colesterol no esterificado, fosfolípidos y escasos glicolípidos¹⁹.
- **Proteínas:** representan el 50% de la membrana y constituyen dos grupos: las proteínas integrales en la bicapa lipídica en donde se unen mediante enlaces de carácter apolar y así se pueden desplazar, y las proteínas periféricas que constituyen la malla interna o citoesqueleto de los hematíes y están en íntimo contacto con la Hb¹⁹.
- **Carbohidratos:** representan el 10% de la membrana del eritrocito, están presentes como glicolípidos y glicoproteínas, suelen actuar como determinantes antigénicos de sistemas de grupos sanguíneos como el ABO, Lewis, Ii, etc¹⁹.

Componentes no hemoglobínicos:

Corresponden al agua (H₂O), sustratos, sales, cofactores y enzimas que permiten al hematíe obtener la energía necesaria para su supervivencia al realizar las actividades metabólicas¹⁹.

Morfología eritrocitaria

Los eritrocitos pueden presentar anormalidades morfológicas de tres tipos: tamaño, forma y color²¹.

Variaciones del tamaño de los hematíes

Macroцитos: son células sanguíneas rojas con un tamaño mayor a 9.0 μm^2 de diámetro, se visualiza cuando presenta VCM mayor a 100 fl, se puede presentar en anemia megaloblástica, anemia aplásica, hepatopatías, también está asociada a deficiencia de vitamina B12 y/o ácido fólico²¹.

Microцитos: son células sanguíneas rojas con un tamaño menor a 7.0 μm^2 de diámetro, presenta un VCM menor a 80 fl, generalmente se observa en anemias por deficiencia de hierro y talasemias²¹.

Variaciones de la forma de los hematíes

Poiquilocitosis: señala una alteración en la forma de los eritrocitos; en donde se presentan diversas formas de eritrocitos al ser observados en un extendido sanguíneo; se presenta comúnmente en anemia ferropénica grave, en anemias megaloblásticas y en mielofibrosis²¹.

Estomatocitos: son los eritrocitos con la membrana retraída en forma de cúpula, donde se puede apreciar una concavidad unilateral, este cambio se manifiesta en casos de alcoholismo o enfermedades del hígado²¹.

Acantocitos: se trata de eritrocitos contraídos con espículas de dimensión y distribución irregular, son frecuentes en hepatopatías y están relacionados con un metabolismo incorrecto de los fosfolípidos²¹.

Variaciones del color de los eritrocitos

Hipocromía: es la disminución de hemoglobina en el eritrocito, los glóbulos rojos van a presentar un halo central que supera en un tercio a su volumen normal, los indicadores son CHCM y HCM donde un valor por debajo del nivel normal es indicativo de hipocromía²¹.

Hipercromía: representa una coloración excesiva en el hematíe, no poseen ningún halo central por su tonalidad, en algunos casos su CHCM es elevado pero su HCM es normal, donde el CHCM es mayor a 36.0 g/dL²¹.

Analizador automático hematológico

Principio del equipo:

El analizador aplica el método de impedancia eléctrica para comprobar el número y la distribución del volumen de los glóbulos rojos y plaquetas. El método colorimétrico se utiliza para medir la concentración de hemoglobina. La citometría de flujo con láser semiconductor se utiliza para obtener el número total de leucocitos y contar los leucocitos de cinco clasificaciones. El ensayo inmunturbidimétrico con látex se utiliza para medir la concentración de proteína C reactiva. Sobre esta base, se calculan los resultados de otros parámetros²² (Anexo 2).

Métodos de diagnóstico de laboratorio

El diagnóstico de laboratorio clínico se basa en los antecedentes, exámenes físicos y las pruebas que se realiza, los exámenes de laboratorio más comunes para el diagnóstico de anemia en niños incluyen:

Biometría hemática

También conocida como hemograma, valora la cantidad de células en el torrente sanguíneo como: glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, además la cantidad de hemoglobina y hematocrito, los contadores automáticos aportan automáticamente el número de hematíes, cifra de hemoglobina, hematocrito, índices eritrocitarios secundarios¹⁹.

Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína sanguínea que se encarga de transportar oxígeno a las diferentes partes del organismo en donde es requerido para su buen funcionamiento, además excreta productos metabólicos como el CO² y el hidrógeno¹⁹, es una molécula de 68kDa conformada por cuatro subunidades, cada una se compone por una cadena de globina y por un grupo hemo, la Hb representa aproximadamente un tercio del volumen del hematíe²³.

Síntesis de la hemoglobina

En el eritrocito se lleva a cabo la síntesis de la Hb, desde la etapa de normoblastos policromatofílico con el ingreso de hierro proveniente de la transferrina, se combina con la protoporfirina sintetizada en la mitocondria a partir de la succinyl-CoA y glicina para fomentar HEM, esta molécula se une a una globina (cadena de polipéptidos) y como resultado es la constitución de molécula de hemoglobina²⁴ (Anexo 3).

Factores de corrección de la hemoglobina

La determinación de hemoglobina es un valor fundamental para el diagnóstico de anemia, la geografía en el Ecuador es variada, y está afectada por elementos y factores, tales como: latitud, altitud, vientos, corrientes oceánicas y fenómenos climáticos, por lo tanto, la presión de oxígeno se reduce en comparación con el nivel del mar, por esta razón se tiene que realizar la corrección de hemoglobina dependiendo de la altitud del lugar donde habitan²⁵.

Tabla 1. Ajustes de la concentración de hemoglobina (g/dL)

Rango de elevación (metros sobre el nivel del mar).	Concentración de hemoglobina ajustada (g/dL)
1-499	0 g/dL
500-999	0,4 g/dL
1000-1499	0,8 g/dL
1500-1999	1,1 g/dL
2000-2499	1,4 g/dL
2500-2999	1,8 g/dL
3000-3499	2,1 g/dL
3500-3999	2,5 g/dL
4000-4499	2,9 g/dL
4500-4999	3,3 g/dL

Fuente: Organización Mundial de la Salud “Guideline on haemoglobin cutoffs to define anaemia in individuals and populations”.

Medición de concentración de hemoglobina-Método Colorimétrico

El método laurilsulfato sódico (SLS), SLS-Hemoglobina combina el agente tensioactivo catiónico y la hemoglobina, la concentración de hemoglobina se medirá con el método SLS-hemoglobina. En una célula colorimétrica, después de dispensar la muestra diluida para lisar, el glóbulo rojo se disolverá y generará hemoglobina. La combinación de la hemoglobina y el lisado generará el compuesto de hemoglobina. En un extremo de la célula del colorímetro, el luminotrón LED pasa una luz monocromática con una longitud de onda de 540 nm para reflejar la solución del compuesto de Hb²².

En el otro extremo, pasa el fototubo para recibir la luz de transmisión y convierte la señal de intensidad de la luz en señal de voltaje después de la amplificación, A través de la comparación con el voltaje generado por la intensidad de la luz de transmisión antes de que la muestra se dispensara a la celda del colorímetro (sólo diluyente en la celda del colorímetro), se puede obtener la concentración de hemoglobina (HGB) de la muestra y la unidad si es g/dL. El analizador completa automáticamente la medición y el cálculo, y los resultados se muestran en el área de resultados del análisis de la interfaz²² (Anexo 4 y 5).

$$HGB = Constante \times \log_{10} \frac{Intensidad\ de\ transmisión\ de\ fondo}{Intensidad\ de\ transmisión\ de\ la\ muestra}$$

Hematocrito

Señala la relación entre la masa eritrocitaria y el volumen total de sangre, por lo que su valor se ve afectado tanto por el método empleado para su cálculo, como por las situaciones que generen un incremento o una reducción del volumen de sangre, es decir hemodilución o hemoconcentración, los niveles de hematocrito que superen el 60% o sean inferiores al 30% deben ser considerados como patológicos²⁶.

Es un importante indicador del estado corporal de hidratación, anemia o pérdida de sangre, además de la habilidad de la sangre para llevar oxígeno, un valor disminuido señala una hiperhidratación que incrementa el volumen del plasma o una disminución en la cantidad de hematíes a causa de anemias o sangrados, un hematocrito elevado puede ser causado por la pérdida de fluidos, como una deshidratación, un tratamiento con diuréticos, quemaduras, o a un incremento de los glóbulos rojos como ocurre en trastornos cardiovasculares y renales²⁶.

Índices eritrocitarios

Los índices eritrocitarios ofrecen datos sobre el tamaño (VCM), el peso (HCM) y el nivel de hemoglobina (CHCM) en los hematíes, estos indicadores se incluyen de forma habitual como un componente del hemograma, es imprescindible tener en cuenta los resultados del conteo de eritrocitos, el hematocrito y la concentración de hemoglobina para determinar los índices corpusculares. Al estudiar los motivos de una anemia, es beneficioso categorizarla según los índices de los hematíes, ya que esta tiene relación con las fluctuaciones en la forma y tamaño de los glóbulos rojos. Se denomina normocítico, microcítico y macrocítico al tamaño celular, los términos que señalan el nivel de hemoglobina son normocrómico, hipocrómico e hiperocrómico²⁶.

- **Volumen Corpuscular Medio**

Es el tamaño promedio de los hematíes, el cual permite clasificar la anemia en función de su VCM, su aumento se conoce como macrocitosis y su disminución como microcitosis.

- **Hemoglobina corpuscular medio**

La cantidad de hemoglobina promedio de un hematíe, su disminución se conoce como hipocromía y su incremento se conoce como hiperocromía, esto se puede ver en la deficiencia de hierro y hemoglobinopatías.

- **Concentración de hemoglobina corpuscular medio**

Mide el tamaño del eritrocito según la cantidad de hemoglobina, su valor bajo es típico por deficiencia de hierro²⁶.

Reticulocitos

Permite clasificar dos tipos de anemias: regenerativas o arregenerativas, se determina por recuento directo en el frotis teñido de azul de metileno o azul de cresil brillante¹⁹.

Frotis de sangre periférica

Permite el estudio de la morfología de las células sanguíneas, en el caso de los hematíes ayuda a comprobar las alteraciones de su color y tamaño, y así confirmar los índices eritrocitarios, como la microcitosis y macrocitosis, hipocromía e hipercromía¹⁹.

Hierro y ferritina para el diagnóstico de anemia ferropénica

Hierro

Es un mineral necesario para el desarrollo y crecimiento del cuerpo humano, es el más abundante y depende del balance entre los nutrientes que componen la dieta y los requerimientos por crecimiento, es un cofactor esencial para las proteínas involucradas en el transporte de O₂, intercambio de electrones y el control de radicales libres tóxicos que van a dañar componentes biológicos esenciales como lípidos, proteínas y ADN, el punto más importante para la homeostasis de Fe está en la célula epitelial del duodeno, la cual detecta cambios de Fe en el organismo²⁷.

Dentro de las células del intestino se encuentran las células precursoras multipotentes, ellas migran hasta la parte vellosa del enterocito que es especializado en la absorción y transporte de Fe, la célula precursora del enterocito difiere en la expresión de proteínas, ya que contiene al receptor transferrina y proteínas de la hemocromatosis hereditaria, las cuales facilitan la absorción de Fe proveniente de la transferrina del plasma y contribuyen a la formación del compartimiento del hierro²⁴ (Anexo 6).

Nuestro organismo utiliza el Fe para la producción de Hb con el fin de contribuir en la elaboración de hormonas y tejido conectivo, es importante en la mayoría de las funciones celulares y fisiológicas como el proceso de reducción-oxidación, la inestabilidad de Fe es fruto de las cantidades insuficientes que ingresan al cuerpo humano²⁸.

Normalmente, hay un equilibrio entre una parte absorbida y otra que se pierde por la descamación de las células del tracto digestivo y de la piel, el Fe se absorbe y se incorpora a la transferrina que la transporta y dirige hacia los tejidos los cuales poseen receptores para esta proteína, en su mayoría en los eritroblastos, estas células lo incorporan a la molécula de Hb⁶.

Gran cantidad de Fe se encuentra almacenado en el interior de las células como Fe del grupo hem, lo que significa que corresponde al Fe que contiene la Hb, y en menor cantidad se encuentra en forma de Fe como ferritina o hemosiderina, almacenado en su forma férrica, en nuestro organismo aproximadamente el 70% de hierro es utilizable, el resto se encuentra unido a la proteína de transporte y más del 80% del Fe funcional está contenido en la hemoglobina⁶.

Cuando el contenido de hierro corporal total empieza a disminuir, aparece una secuencia de episodios característicos; primero, las reservas de Fe en hepatocitos, macrófagos del hígado, bazo y MO disminuyen, y una vez que las reservas han desaparecido, el contenido de hierro sérico disminuye y este metal en la médula ósea llega a ser insuficiente para la regeneración normal de la Hb²⁴.

Método colorimétrico

Principio

En medio ligeramente ácido y en presencia de cloruro de guanidinio se libera el Fe (III) unido a la transferrina. Posteriormente, la hidroxilamina reduce el Fe (III) a Fe (II).

El hierro divalente forma con el FerroZine un complejo coloreado cuantificable espectrofotométricamente²⁹ (Anexo 7).

Valores de referencia:

Niños: 50-150 µg/dL

Hombres: 60 – 160 µg/dL

Mujeres: 37 – 145 µg/dL

Ferritina

La ferritina es la principal proteína de almacenamiento de Fe, esto permite que el hierro esté disponible para procesos celulares, su estructura está compuesta por una capa proteica de 24 subunidades de alto peso molecular (450 kD) y un núcleo de Fe almacenado puede contener hasta 4000-4500 átomos³⁰. La ferritina es una proteína que se encarga de almacenar Fe en el cuerpo humano. Se halla en el citosol celular y en la sangre. La ferritina sérica (FS) es un marcador indirecto de la cantidad total de hierro almacenado. Concentraciones de FS <15 ng/dL permiten el diagnóstico de déficit de hierro, con una sensibilidad del 82% y especificidad del 95%³¹.

Dentro de los índices eritrocitarios se incluyen, el volumen corpuscular medio VCM que es la media del tamaño de cada eritrocito; CHCM, que es la cantidad de Hb en un volumen

determinado de glóbulos rojos y el HCM, que es el promedio de la cantidad de Hb contenida en cada hematíe. Por tanto, la disminución de cada uno se relaciona con niveles disminuidos de FS³¹. Además, la disminución de cada uno de los índices eritrocitarios (VCM, HCM, CHCM) se relaciona con niveles disminuidos de FS³¹.

La mayor parte del hierro almacenado es ferritina, un complejo proteína-hierro presente en todos los tejidos, principalmente en hígado, bazo, MO y músculo esquelético³².

Método por inmunoturbidimetría

Principio

El reactivo de Ferritina consiste en una suspensión de partículas de látex, están sensibilizadas con anti-Ferritina humana. La aglutinación provocada por la presencia de Ferritina en el suero puede cuantificarse al determinar el aumento de absorción producida por la agregación de estas partículas³³ (Anexo 8).

Valores de referencia:

Niños/Adolescentes: 15 – 120 ng/ml.

Hombres: 30 – 300 ng/ml.

Mujeres: 10 – 160 ng/ml.

Es importante estudiar los niveles de hierro sérico, transferrina, la capacidad total de fijación del hierro, el índice de saturación de la transferrina y la ferritina para la detección de anemia ferropénica¹⁹:

Tratamiento y prevención

El propósito del tratamiento de anemia ferropénica es mejorar el estado de salud de los niños, el tratamiento estándar consiste en hierro por vía oral, el sulfato ferroso (SO₄ Fe) evidencia una mejor absorción en el organismo, el medicamento es barato y se encuentra disponible. Un esquema de tratamiento en niños es de 3-6 mg/ kg/día de Fe, dividido en 2-3 dosis, sin embargo, varios estudios han encontrado una alta incidencia de síntomas gastrointestinales secundarios como malestar abdominal, sabor metálico, náuseas y estreñimiento³⁴.

En algunos pacientes que presentan anemia ferropénica muestran resistencia al tratamiento oral, ya sea por intolerancia o porque su organismo necesita que las reservas de Fe aumenten, en este caso, el tratamiento adecuado, es el hierro intravenoso. Este medicamento se requiere cuando la anemia esté asociada a la insuficiencia renal crónica, intolerancia al hierro oral, y antecedentes de anemia severa, es importante destacar que la indicación de administración de hierro intravenoso debe determinarse en colaboración con un médico especialista³⁵.

Además, en la prevención de la anemia se puede optar las siguientes medidas⁵:

- Consumir alimentos ricos en hierro, vitamina B12, vitamina A, carnes rojas, pescado, pollo, legumbres y verduras.
- En la alimentación se tiene que incluir vitamina C, ya que ayuda al organismo a absorber el Fe de una manera adecuada, evitar alimentos que desaceleran la absorción de Fe tal como; cereales, té, café, cacao y calcio⁵.
- Practicar la buena higiene y controlar problemas digestivos (*Helicobacter pylori*).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación titulado “Hemoglobina, hierro sérico y ferritina como indicadores de anemia en infantes menores de dos años en el cantón Alausí, Chimborazo” estuvo caracterizada por medio de los siguientes ítems metodológicos.

Enfoque de la investigación

Un enfoque cuantitativo porque se desarrollaron pruebas de laboratorio clínico para valorar la concentración de hierro, ferritina y hemoglobina en infantes menores de dos años, además, se revelaron los resultados de los datos obtenidos mediante el análisis de las variables usando estadística.

Procedimiento del proyecto de investigación.

Visión Mundial (World Vision) es una organización cristiana humanitaria de desarrollo está dirigida a trabajar con los niños, jóvenes, familias y comunidades con el fin de reducir la pobreza: World Vision, socializó a los padres de familia todo el procedimiento que se realizará a lo largo del proyecto de investigación, en primer lugar, se informó sobre la anemia y sobre las consecuencias de esta patología en la población infantil, los padres de familia firmaron un consentimiento informado (Anexo 9) para que los docentes y estudiantes puedan realizar la toma de muestras y posteriormente las pruebas de laboratorio clínico.

Las muestras sanguíneas fueron tomadas en la mañana a los niños menores de 2 años que habitan en las diferentes parroquias del cantón Alausí y en la tarde, fueron procesadas en el laboratorio de Vinculación e Investigación de la Universidad Nacional de Chimborazo, en donde se realizó la cuantificación de hemoglobina a través del equipo Automatic Hematology Analyzer de la marca DIRUI, por su parte, hierro y ferritina se cuantificaron utilizando reactivos de la casa comercial QCA Química Clínica Aplicada S.A (Anexo 10).

Tipo de Investigación

Según el nivel:

Este trabajo tuvo un nivel relacional porque permite determinar la asociación entre hemoglobina, hierro sérico y ferritina, se trata de un estudio cuantitativo que se apoya en datos estadísticos.

Según el diseño:

El diseño fue de campo no experimental, no se manipularon variables, solo se observaron y analizaron tal como ocurren en su contexto natural.

Según la secuencia:

La secuencia fue transversal, debido a que en una población específica se realizó una sola medición en un momento definido en el mes de octubre a noviembre del 2024.

Según la cronología de los hechos:

Esta investigación fue de tipo prospectivo, ya que se observaron a un grupo de infantes durante un período de tiempo, con el propósito de recopilar información y registrar el desarrollo de los resultados.

Población y Muestra**Población**

En esta investigación la población estuvo conformada por 200 niños menores de dos años que habitan en las parroquias: Achupallas, Alausí, Guasuntos, Huigra, Multitud, Nizag, Sevilla, Sibambe, Tixán, Totoras del cantón Alausí, provincia de Chimborazo.

Muestra

Se trabajó con una muestra de 58 niños menores de dos años del Cantón Alausí, provincia de Chimborazo que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión y exclusión**Criterios de inclusión**

- Se incluyeron a niños menores de dos años a quienes se tomaron muestras sanguíneas para realizar diferentes pruebas de laboratorio en hematología y química sanguínea.
- Niños cuyos padres firmaron el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Se excluyeron muestras de los niños que no se obtuvo muestra suficiente para realizar los análisis de laboratorio.
- Niños que no acudieron a la toma de muestra.
- Muestras hemolizadas.

Técnicas y procedimientos**Técnica**

Se utilizó como técnica la observación y métodos de Laboratorio Clínico en donde se analizaron muestras biológicas de manera directa.

Procedimiento:

Con los resultados obtenidos se realizó una base de datos en Excel y el análisis se desarrolló en el Sistema IBM SPSS Statistics según las variables de estudio, donde se realizaron tablas estadísticas para representar los datos, cuya población fue de 200 infantes de los cuales se trabajó con 58 niños, quienes cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

Consideraciones éticas

Este proyecto de investigación se deriva del proyecto “Factores asociados a la desnutrición crónica en menores de 2 años y embarazadas residentes de Alausí, Chimborazo antes y después de la intervención nutricional y educativa 2023-2024, aprobado por el comité de ética en investigación de seres humanos del Instituto Superior Tecnológico Portoviejo con fecha 15 de noviembre 2023 con código de aprobación 1700088578.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis de hemoglobina, hierro sérico y ferritina para el diagnóstico anemia ferropénica en niños menores de dos años del cantón Alausí mediante la aplicación de técnicas hematológicas y bioquímicas, su relación con la patología y la prevalencia de anemia en infantes menores de dos años se demuestra en las siguientes tablas estadísticas.

Tabla 2. Pruebas hematológicas y bioquímicas para la detección de anemia en niños.

Edad (Meses)	Sexo			Hemoglobina *(>10,5 g/dL)		Hierro sérico *(50-150 µg/dL)		Ferritina *(15-120 ng/mL)		Con Anemia	Sin anemia	Total
	F	M	Total	<10,5	>10,5	<50	50-150	<15	15-120			
0 - 12	10	20	30	8	22	8	22	8	22	8	22	30
	17,24%	34,48%	51,72%							13,79%	41,37%	55,16%
13 - 24	13	15	28	4	24	4	24	4	24	4	24	28
	22,41%	25,86%	48,27%							6,89%	37,94%	44,83
Total	58			12	46	12	46	12	46	12	46	58
										20,68%	79,31%	

*Valor de referencia; F: femenino; M: masculino

Análisis e interpretación:

En la tabla 2, se observa el resultado obtenido de los 3 analitos (Hemoglobina, hierro sérico y ferritina), tomando en cuenta que la muestra está constituida por un total de 58 infantes, de los cuales 30 niños comprenden la edad de 0 - 12 meses y 28 niños entre la edad de 13 - 24 meses. Luego de haber valorado los resultados de los tres parámetros hematológicos y bioquímicos, 12 niños presentaron anemia, ya que sus valores se encuentran por debajo del valor de referencia, lo que representa el 20,68% en los diferentes rangos de edad.

Discusiones:

Toalombo y colaboradores en su estudio sobre anemia ferropénica en el Ecuador, obtuvieron resultados de anemia, un 63,9% de la población infantil entre 6-11 meses, y un 33% de anemia entre 12-23 meses⁶. Por su parte, Pérez y colaboradores, mencionan en su investigación que, entre los 6 y 15 meses existió la mayor concentración de anemia con un valor del 28%, y en menor concentración los niños de 46 a 59 meses con un porcentaje del 2,9%³⁶.

En el año 2024, la OMS cambio los valores de referencia de la Hb, luego de realizar varias investigaciones, publicó los nuevos puntos de corte de Hb para definir anemia, en esta versión, el punto de corte de la concentración de Hb en infantes de 6-23 meses se reduce de

11 g/dL a 10.5 g/dL, además se menciona la importancia de la cuantificación de hemoglobina para la detección de anemia, siendo un parámetro importante en su diagnóstico ³⁷.

Jullien S, en su investigación “Detección de la anemia ferropénica en la infancia” refiere que la ferritina y la Proteína C reactiva (PCR) son reactantes de la fase aguda, por lo tanto, debe medirse en ausencia de infección o inflamación para evitar resultados falsos positivos, la ferritina es considerada como una medida de laboratorio útil del estado del hierro, y un valor bajo es diagnóstico de deficiencia de hierro, además, la misma autora indica que las mediciones de la ferritina y la transferrina son óptimas para la medición del estado del hierro. La ferritina es el mejor indicador para controlar la deficiencia de hierro y se tiene que medir con la concentración de hemoglobina³⁸.

Tekin A y Şule Ü mencionan que, los tres parámetros fundamentales que aportan información sobre el estado del Fe son: ferritina, hemoglobina y transferrina, por lo tanto, se puede utilizar la combinación de estos análisis para el diagnóstico de anemia ferropénica ³⁹.

Tabla 3. Relación de Hemoglobina, hierro y ferritina con Anemia ferropénica.

PRUEBAS DE LABORATORIO	ANEMIA		Total	(x ²)	p
	SI	NO			
HEMOGLOBINA BAJA *(>10,5 g/dL) NORMAL	12	-	20,68%	39,86	0,0001
	-	46	79,31%		
Total	12	46	100%		
HIERRO BAJO *(50-150 µg/dL) NORMAL	12	-	20,68%		
	-	46	79,31%		
Total	12	46	100%		
FERRITINA BAJO *(15-120 ng/mL) NORMAL	12	-	20,68%		
	-	46	79,31%		
Total	12	46	100%		

*Valor de referencia; X²: Chi cuadrado.

Análisis e interpretación:

La tabla 3, presenta la relación de anemia con los niveles bajo y normal de hemoglobina, hierro sérico y ferritina, al aplicar el Chi cuadrado ($p < 0,05$), se evidencia una fuerte relación de hemoglobina y parámetros bioquímicos con respecto a anemia ferropénica lo que se demuestra con un valor $p = 0,0001$ y $x^2 = 39,86$.

Discusiones:

Julien S, en su investigación “Detección de la anemia ferropénica en la infancia” menciona que la hemoglobina y el hematocrito están asociados en la detección de anemia, sin embargo, estos parámetros no permiten identificar si es anemia ferropénica, es por ello, que se requiere de pruebas adicionales: ferritina, hierro sérico, saturación de transferrina, PCR para la detección de este tipo de anemia³⁸.

Se demuestra, según un estudio realizado por Moscheo C y colaboradores que, para la detección de anemia por deficiencia de hierro, inicialmente, se puede observar una anemia microcítica-hipocrómica con un bajo conteo de reticulocitos, lo que se puede comprobar con las pruebas bioquímicas: hierro sérico, ferritina, sideremia, saturación de transferrina y transferrina sérica al estar relacionadas con el diagnóstico de anemia ferropénica.⁴⁰.

Tekin A y Şule Ü en su investigación citan que, existe una relación entre el hierro y ferritina con la anemia ferropénica, debido a que, si se evidencia escasez de hierro en el organismo también va a disminuir el nivel de ferritina, por otro lado, si se trata de una infección o inflamación, la prueba de ferritina no se considera confiable, ya que sus valores estarán alterados, por lo tanto, se recomienda que el valor se interprete junto a la PCR³⁹.

Tabla 4. Prevalencia de anemia ferropénica en niños menores de 2 años.

Edad	Sexo			Muestra estudiada	Condición	Número de individuos	Prevalencia de anemia (%)
0 – 12 meses	M	H	Total	58	Con anemia	12	20,69%
	10	20	30 51,72%				
13 – 24 meses	M	H	Total		Sin anemia	46	
	13	15	28 48,27%				

**Valor de referencia; M: mujer; H: hombre*

Análisis e interpretación:

En la tabla 4, refleja la población total de las parroquias: Achupallas, Alausí, Guasuntos, Huigra, Multitud, Nizag, Sevilla, Sibambe, Tixán y Totoras del cantón Alausí, la muestra estuvo conformada por 58 infantes de los cuales, 12 fueron diagnosticados con anemia, al realizar el cálculo, la prevalencia de anemia ferropénica fue del 20,69%.

Discusiones:

Un estudio realizado en Perú por Al-Kassab A y colaboradores, evidenció una prevalencia de anemia de 38,5% entre las edades similares de nuestra investigación, es decir en niños menores de dos años, además indica la relación entre la edad del niño y la presencia de anemia².

Vázquez realizó un estudio realizado en la ciudad de Punno (Perú) en niños de 6 a 59 meses de edad, tuvieron una prevalencia del 66.8% de anemia, adicionalmente menciona que ante la presencia de anemia, el uso de la suplementación con hierro es importante estrategia de intervención, sin embargo, existe la preocupación de si dicha suplementación aplicada a la población no anémica puede resultar en un exceso de hierro en los tejidos y ello puede a largo plazo generar daño en la salud⁴¹.

Fernando G y colaboradores en su estudio “Prevalencia de anemia en niños de 1 a 4 años en Asunción y Central, Paraguay 2017” encontraron una prevalencia de anemia en el grupo de lactantes del 39 %, en una población en la que incluyeron 806 niños y niñas de 12 a 59 meses de edad que acudían a guarderías y al servicio de pediatría para control de crecimiento y vacunación de los hospitales públicos de Asunción y del Departamento Central⁴².

Pérez J y colaboradores en su estudio titulado “Prevalencia de anemia en la parroquia San Miguel” encontraron una prevalencia del 58% de anemia ferropénica en menores de 5 años, el 42% no presentaron dicha patología, esta enfermedad se evidenció en mayor porcentaje en el sexo femenino con el 31%³⁶.

Molina N y Rens V, en su estudio sobre anemia y déficit de hierro en lactantes de 6 a 12 meses, encontraron una prevalencia de anemia de 50,6% con mayor concentración entre los 6 y 12 meses de edad, además en este estudio se menciona que a menor edad aumenta riesgo de anemia por déficit de hierro por las cargas nutricionales que necesitan los infantes⁴³.

Por su parte, en el estudio realizado por Garrido D y miembros en la provincia del Cañar se encontró una prevalencia del 51,8% de anemia, además de que consideran a esta patología como un problema de salud pública, pues este valor de anemia se puede considerar de alto⁴⁴.

Paredes E, en su estudio titulado “Prevalencia y factores de riesgo de anemia ferropénica en niños menores de cinco años, en la comunidad de Zuleta, provincia de Imbabura, Ecuador” destaca que de los resultados del examen de hemoglobina se encontró que el 60% de los menores tienen anemia; presentándose el mayor porcentaje (33,2%) en niños⁴⁵.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Al aplicar las técnicas de laboratorio se cuantificaron los niveles de hemoglobina, hierro sérico y ferritina que fueron herramientas fundamentales y complementarias para el diagnóstico de la anemia ferropénica en niños, estas pruebas fueron realizadas a los infantes que habitan en las diferentes parroquias del cantón Alausí, en donde se identificó niños con anemia en un porcentaje menor que los que no presentaron esta patología.

Hemoglobina, hierro sérico y ferritina fueron valorados según su nivel: normal y bajo con relación a anemia ferropénica, así se demuestra que existe una relación estadísticamente significativa con esta enfermedad donde el valor de $p=0,0001$, lo que indica la efectividad de realizar estas pruebas en el diagnóstico de esta patología en la población infantil.

Se evidenció una prevalencia del 20,69% de anemia ferropénica en las parroquias: Alausí, Achupallas, Guasuntos, Huigra, Multitud, Nizag, Sevilla, Sibambe, Totoras y Tixán, este valor puede considerarse bajo, pero es importante prestar atención a este grupo de población infantil.

RECOMENDACIONES

Las técnicas hematológicas y bioquímicas son indispensables para el diagnóstico de anemia ferropénica por lo que las autoridades pertinentes de cada parroquia deben gestionar campañas de salud periódicamente con el fin de detectar esta patología de manera oportuna y temprana para prevenir complicaciones en el desarrollo cognitivo y psicomotor de los infantes.

Los exámenes de laboratorio son indispensables para la detección de anemia ferropénica, es por ello que se recomienda a los profesionales del área de la salud, priorizar el análisis de hemoglobina, hierro sérico y ferritina, y valorarlos según su nivel bajo y normal para su diagnóstico y así poder acceder a un tratamiento oportuno.

Con el fin de reducir la prevalencia de esta patología en la población infantil es importante realizar campañas sobre alimentación dirigida a las madres de familia en las que se dé a conocer que es importante seguir una dieta saludable que incluya alimentos ricos en hierro, como verduras y hortalizas, frutas, cereales, tubérculos y leguminosas, carnes, aves, pescados y huevos, alimentos o bebidas con alto contenido de vitamina C ya que mejoran la absorción del hierro que proviene de otros alimentos y de los suplementos preparados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Usama G, Galárraga E. Determinación de factores asociados a la anemia en niños menores de dos años, mediante una revisión bibliográfica. *Revista Sanitaria de Investigación*. 2023; 4(1).
2. Al-Kassab A, Méndez C, Robles P. Factores sociodemográficos y nutricionales asociados a anemia en niños de 1 a 5 años en Perú. *Revista de Chile Nutricional*. 2020.
3. Moyano E, Calderón B, Vintimilla J, Parra C, Ayora E. Factores asociados a la anemia en niños ecuatorianos de 1 a 4 años. *Revista Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*. 2019; 38(6).
4. Navarro W, Rojas M, Hunter J. Anemia ferropénica en niños de 6 a 24 meses en Atención Primaria en Costa Rica. *Revista Médica Sinergia*. 2023; 8(08): p. 1-12.
5. Organización Mundial de la Salud. Organización Mundial de la Salud. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/anaemia>.
6. Toalombo J, Galora N, Quishpe K, Santafe G. Anemia ferropénica en Ecuador. *Ciencia Ecuador Revista Científica*. 2023; 5(22).
7. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Malnutrición en niños y niñas en América Latina y el Caribe. [Online]; 2018. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/enfoques/malnutricion-ninos-ninas-america-latina-caribe>.
8. Ruiz P, Betancourt S. Sobre la anemia en edades infantiles en el Ecuador: causas e intervenciones correctas y preventivas. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 2020; 30(1): p. 218-235.
9. El Telégrafo. El Telégrafo El Decano Digital. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/nacionales/44/la-anemia-afecta-al-38-2-de-ninos-menores-de-5-anos-en-ecuador>.
10. Ministerio de Inclusión Económica y Social. El Nuevo Ecuador. [Online]. Disponible en: <https://www.inclusion.gob.ec/los-cantones-alausi-y-chunchi-se-suman-a-mision-ternura-en-chimborazo/>.
11. Robalino V, Parreño P, Padilla M. Factores asociados con la presencia de anemia en niños y niñas de 1 a 5 años. *Más Vita. Revista de Ciencias de Salud*. 2023; 5(3).
12. Ministerio de Salud Pública. Ley Orgánica de Salud. Ecuador : Ministerio de Salud Pública.
13. FAO. Ley Orgánica de Alimentación Escolar de Ecuador y su Reglamento General..
14. Organización Mundial de la Salud. Guideline on haemoglobin cutoffs to define anaemia in individuals and population. World Health Organization. 2024.
15. Sans J, Besses C, Vives J. Hematología Clínica. Quinta edición ed. Madrid; 2007.
16. Véliz N, Zambrano J, Delgado D, Jaime N. Factores de riesgo que inciden en niños diagnosticados con un cuadro de anemia aguda. *Revista Científica Mundo de la Investigación y Conocimiento*. 2020;; p. 209-216.
17. Torres B. Anemia en niños menores de 5 años y su relación con el crecimiento y desarrollo en la consulta Cred del centro de salud Santiago de Surco, Lima-2022. Universidad de Norbert Wiener.
18. Álvarez P, Vásquez Y. Anemia ferropénica y desarrollo ponderal en niños menores de dos años de Ecuador. *Revista Científica MQR Investigar*. 2024; 8(1).

19. Moraleda J. Pregrado de Hematología, cuarta Edición. Murcia: Sociedad Española de Hematología y Hematoterapia; 2017.
20. Mamani A. Influencia de la anemia en el desarrollo psicomotor en niños de 6 a 24 meses que acuden al consultorio de CRED del Puesto de Salud Huaroscondo, Anta, Cusco – 2018. Cusco-Perú: Universidad Nacional del Cusco.
21. Sanchez S. Alteraciones hematológicas en donantes de sangre del Hospital Nacional Sergio E. Bernales. Tesis. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Tecnología Médica.
22. DIRIU Industrial CD.LTD. Automatic Hematology Analyzer (BF-6900 CRP/ BF-6960CRP).
23. Echeverría C, Grueso R, Coba K, Orfa M. Bioquímica en la vida diaria: el equilibrio químico y la función transportadora de la hemoglobina. Revista Ciencia y Salud Bogotá. 2006; 4(2): p. : 109-115.
24. Ruiz G. Fundamentos de Hematología. Cuarta edición ed. México: Editorial Médica Panamericana; 2009.
25. Montilla , Mora C, Durán M, Patrón F. Contribución al estudio de la geografía climática del Ecuador Continental. Revista Ciencia UNEMI. 2024; 14(44).
26. Ambuludí D. Hematocrito, hemoglobina, índices eritrocitarios y hierro sérico como parámetros en la ayuda diagnóstica y preventiva de anemia ferropénica en los niños del barrio Pasallal-cantón Calvas. Tesis. Loja: Universidad Nacional de Loja, Área de Salud Humana.
27. Cóndor J, Baldeón E. Anemia en niños de 6 a 36 meses en un Centro de Salud urbano. Huánuco, 2016. Revista Peruana de Investigación en Salud. 2019; 3(3).
28. Fuentes E, Alvarado E, Zambrano C. Anemia por deficiencia de hierro en lactantes, causas y consecuencias. Revista Científica MQR Investigar. 2023; 7(3): p. 175-1190.
29. Química Clínica Aplicada S.A. Hierro-Ferrozine Método colorimétrico. [Online].; 2018.. Disponible en: <https://qca.es/es/electrolitos/1491-hierro-ferrozine-2-x-100-ml-8430155002246.html>.
30. Bertoncin A, Dicugno M. Requerimientos analíticos y preanalíticos para el análisis de ferritina. Hematología. 2022; 25(3).
31. Villamonte W. Correlación entre ferritina sérica, índices eritrocitarios y hemoglobina en lactantes que viven a 3400 m de altitud. SciELO. 2023; 94(6): p. 705-712.
32. Abbott Laboratories de México. Atlas de Hematología con interpretación de histograma y escatergramas. Primera edición ed. Buenos Aires; 2002.
33. Química Clínica Aplicada S.A. Ferritina-Determinación cuantitativa por inmunoturbidimetría. [Online].; 2011.. Disponible en: <https://www.miguelstrellarepresentaciones.com/wp-content/uploads/2015/12/FERRITINA.pdf>.
34. Alvarado C, Yanac R, Marron E, Málaga J, Adamkiewicz T. Avances en el diagnóstico y tratamiento de deficiencia de hierro y anemia ferropénica. Anales de la Facultad de Medicina. 2022; 83(1).
35. Agrela Md, Arce M, Notejane M, Lemos F, García L. Uso de hierro intravenoso en el tratamiento de la anemia ferropénica en niños. A propósito de un caso. Archivos de Pediatría del Uruguay. 2024; 95(1).

36. Pérez J, Zambrano E, Hurtado C, Ortega S, Humala J, Mantilla M, et al. Prevalencia de anemia en la parroquia San Miguel. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2021; 5(5).
37. Marull M, Gonzales G. Impacto del cambio de los puntos de corte en el diagnóstico de anemia en la anemia infantil. *Rev Méd Hered.* 2024; 35(2).
38. Julien S. Screening of iron deficiency anaemia in early childhood. *Pediatrics BMC Journal*. 2021; 21(1).
39. Tekin A, Şule Ü. Iron Deficiency Anemia in Infancy, Childhood, and Adolescence. *Turkish Archives of Pediatrics (PubMed)*. 2023; 58(4).
40. Moscheo C, Licciardello M, Samperi P, La Spina M, Cataldo A, Russo G. New Insights into Iron Deficiency Anemia in Children: A Practical Review. *PubMed Central*. 2022; 12(4).
41. Vásquez C, Tapia V, Gonzales G. La nueva guía sobre los puntos de corte de la hemoglobina para definir anemia en individuos y poblaciones. *Rev Soc Peru Med Interna*. 2024; 37(1).
42. Galeano F, Sanabria G, Sanabria M, Kawabata A, Aguilar G, Estigarribia G, et al. Prevalencia de anemia en niños de 1 a 4 años de edad en Asunción y Central, Paraguay 2017. *Pediatría (Asunción)*. 2021; 48(2).
43. Molina N, Rens V. Anemia y déficit de hierro en lactantes de 6 a 12 meses de la ciudad de Necochea: prevalencia y determinantes. *Arch Argent Pediatr*. 2020; 118(3).
44. Garrido D, Garrido S, Vivas G. Anemia frequency in children living at Andean high altitude in Ecuador, Peru, and Bolivia. *Acta Pediatr Mex*. 2019; 40(6).
45. Paredes E. Prevalencia y factores de riesgo de anemia ferropénica en niños menores de cinco años, en la comunidad de Zuleta, provincia de Imbabura, Ecuador. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*. 2019; 4(1).

ANEXOS

Anexo 1: Eritropoyesis

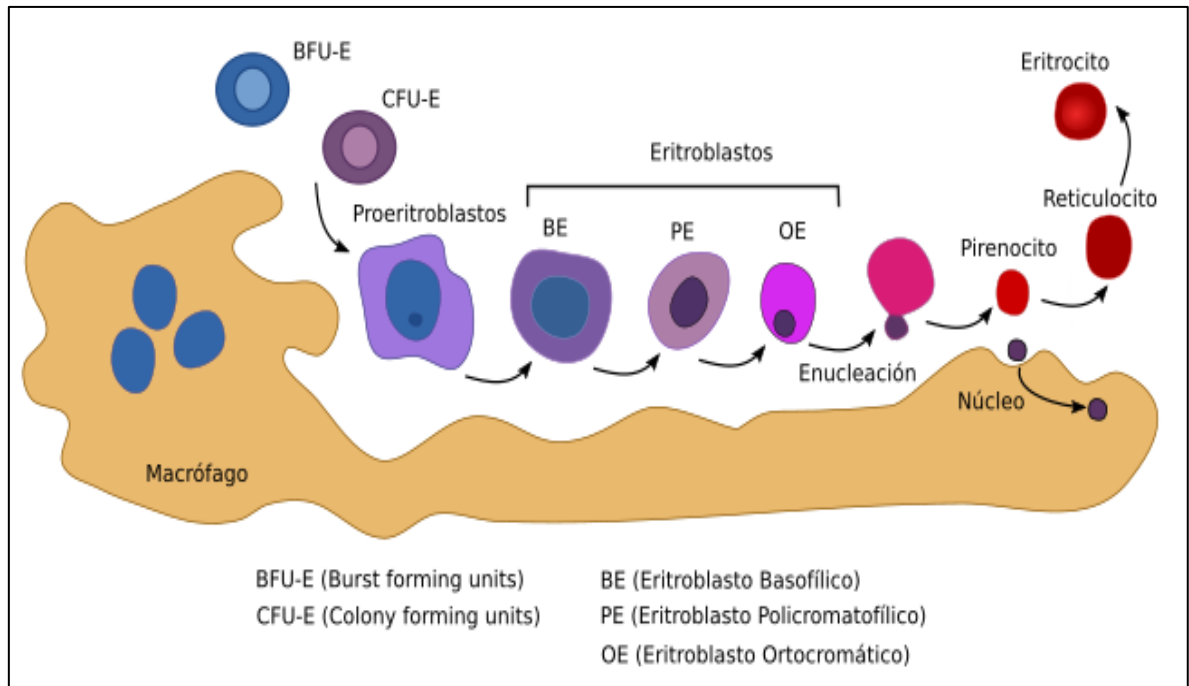


Figura 2. Eritropoyesis.

Obtenido de: <https://mmegias.webs.uvigo.es/8-tipos-celulares/eritrocito.php>

Anexo 2. Manual del analizador automático hematológico

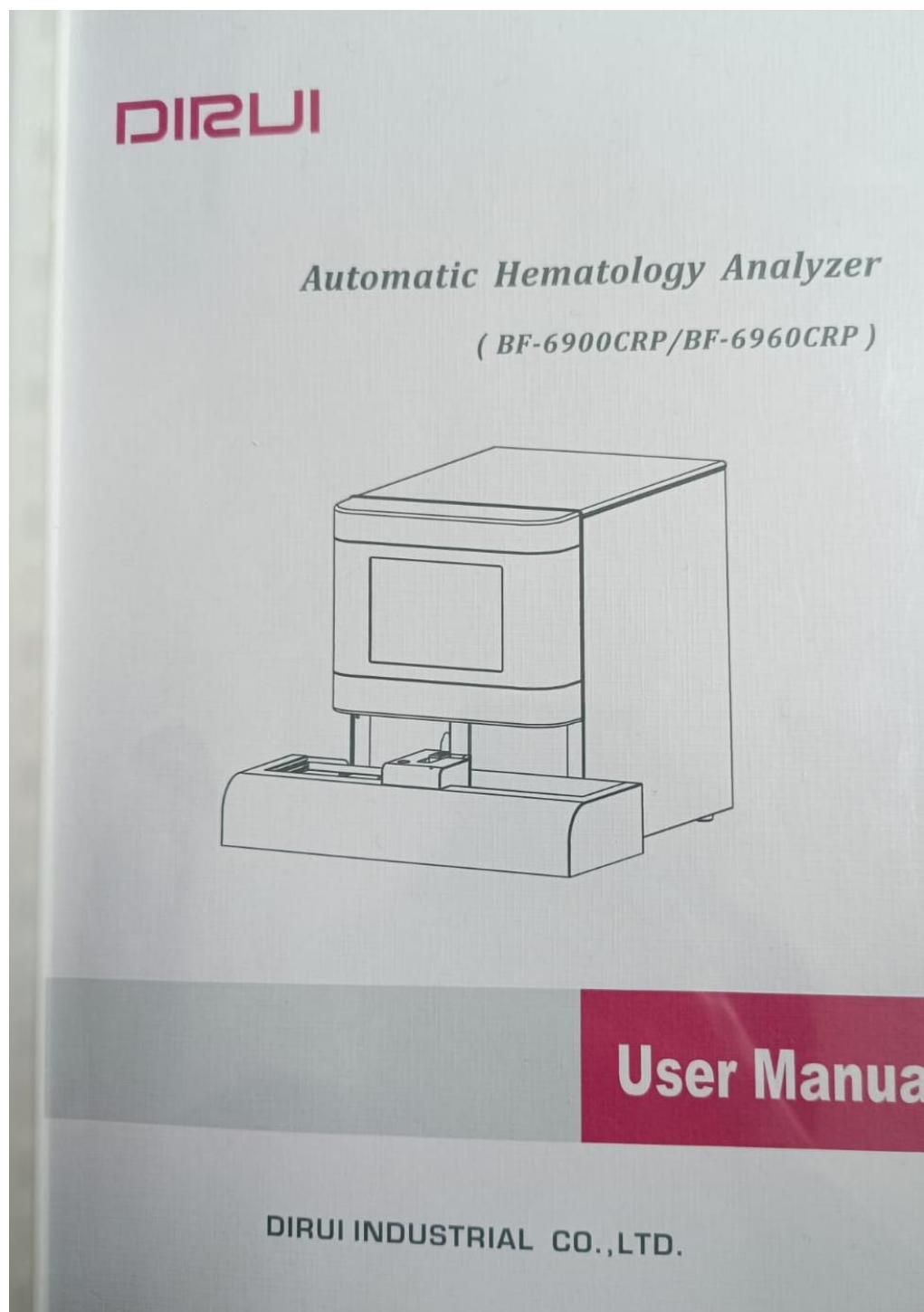


Figura 3. Manual del equipo automático de hematología.

Anexo 3. Síntesis de la hemoglobina

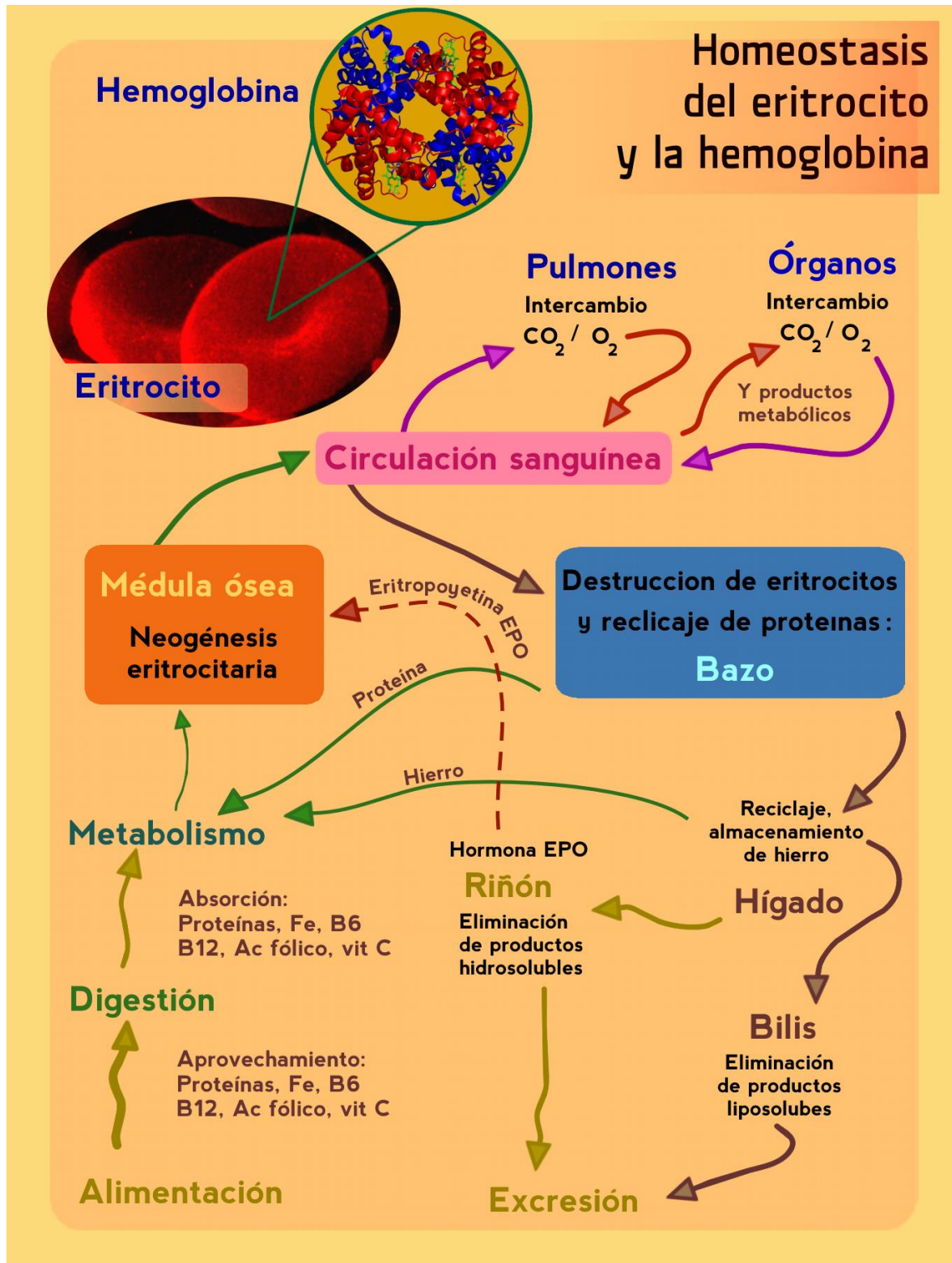


Figura 4. Síntesis de la hemoglobina.

Anexo 4. Proceso de dilución de la hemoglobina

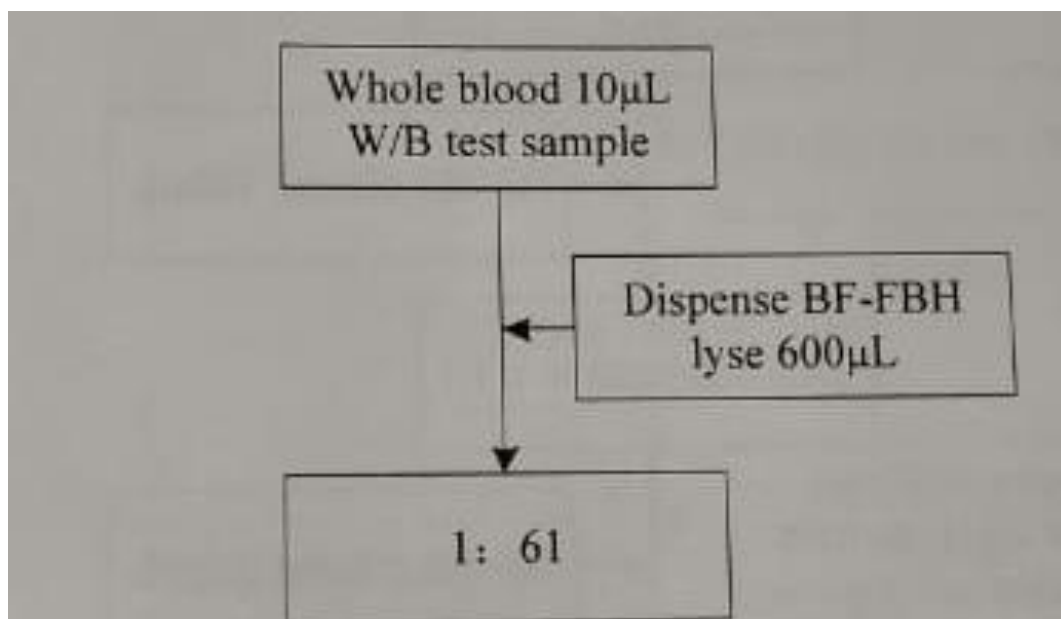


Figura 5. Proceso de dilución de la hemoglobina.

Anexo 5. Diluyente BF-FBH Lyse



Figura 6. Diluyente BF-FBH Lyse.

Anexo 6. Metabolismo del hierro

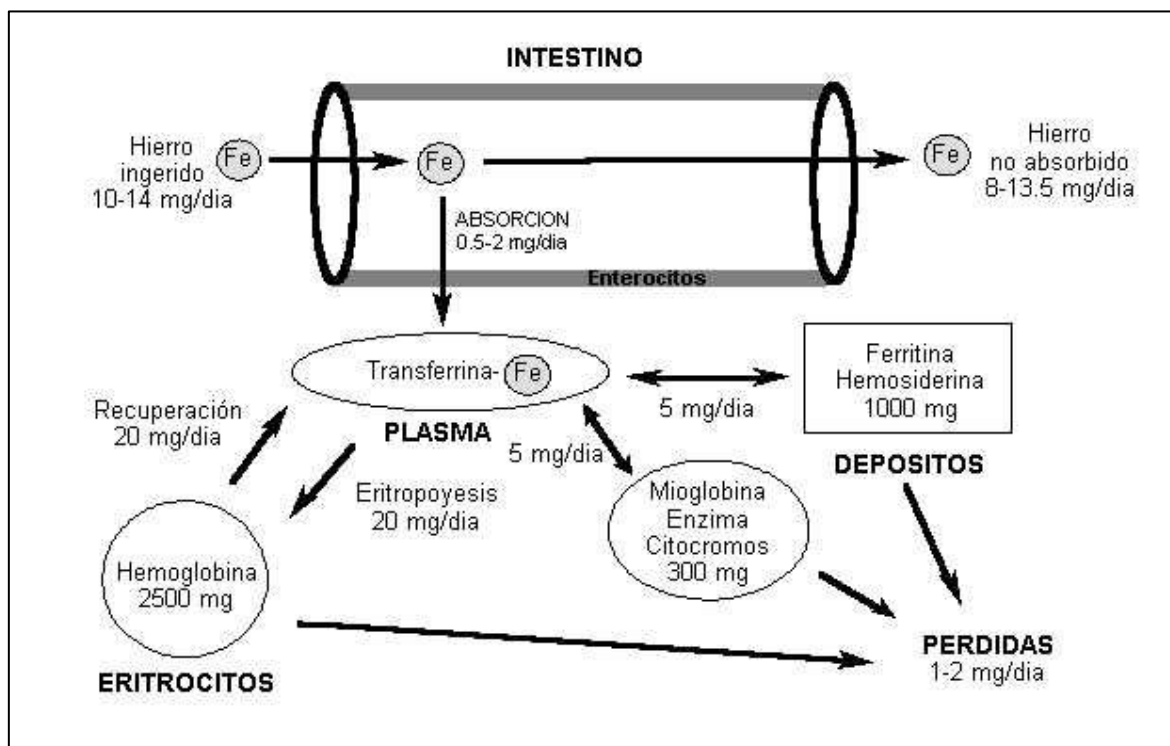


Figura 7. Metabolismo del hierro.

Obtenido de: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000200002

Anexo 7. Inserto de Hierro

HIERRO- FERROZINE®

MÉTODO COLORIMÉTRICO

Para la determinación "in vitro" de hierro en suero o plasma



PRINCIPIO

En medio ligeramente ácido y en presencia de cloruro de guanidinio se libera el Fe(III) unido a la transferrina. Posteriormente la hidroxilamina reduce el Fe(III) a Fe(II). El hierro divalente forma con el FerroZine® un complejo coloreado cuantificable espectrofotométricamente.

(FerroZine®: Hach Chemical Co., Ames, ICWA, EE.UU.).

UTILIDAD DIAGNÓSTICA

El hierro se encuentra distribuido en el organismo, mayoritariamente formando parte de la hemoglobina y de la mioglobina. Valores bajos de hierro se encuentran en anemia por deficiencia de hierro y por enfermedades infecciosas. Se encuentran valores elevados de hierro en enfermedades hepáticas, hemocromatosis y en concentraciones elevadas de transferrina.

Una única prueba de laboratorio no permite establecer un diagnóstico. Los resultados se han de evaluar en el contexto de todos los datos clínicos y de laboratorio obtenidos.

REACTIVOS

Kit 2 x 100 mL (Ref. 99 13 42). Contiene:

A. 2 x 100 mL Disolución tampón
B. 1 x 15 mL Reactivo de color
C. 1 x 5 mL Estándar

Ref. 99 13 20

Ref. 99 04 12

Ref. 99 02 90

PREPARACIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO

Añadir a 40 mL disolución tampón (Reactivo A), 1,5 mL del reactivo de color (Reactivo B).

El estándar está listo para su uso.

COMPOSICIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO

Las concentraciones en la disolución reactiva son:

Tampón acetato pH 4,9	200 mM
Clorhidrato de guanidinio	3,4 M
Clorhidrato de hidroxilamina	58 mM
FerroZine®	1,5 mM
Conservantes y estabilizantes	

Estándar: Disolución acuosa de hierro equivalente a 200 µg/dL (35,8 µmol/L).

CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

Los componentes del kit mantenidos a 2-8°C son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta.

El reactivo de trabajo es estable 3 meses a temperatura ambiente (< 25°C) y hasta 4 meses a 2 - 8°C.

Indicaciones de alteración de los reactivos:

Presencia de partículas o turbidez. Blanco del reactivo de trabajo > 0,300.

MATERIAL NECESARIO NO SUMINISTRADO

Material común de laboratorio
Espectrofotómetro analizador automático o fotómetro termostatzado a 37°C

MUESTRA

Suero exento de hemólisis o plasma
El hierro sérico es estable durante 7 días a 2 - 8°C

PRECAUCIONES

Las indicaciones de seguridad se encuentran en la etiqueta de los productos. Manipular con precaución.

Se aconseja consultar la ficha de datos de seguridad antes de la manipulación del reactivo.

La eliminación de residuos debe hacerse según la normativa local vigente.

CONTROL DE CALIDAD

Es recomendable la inclusión de sueros control, Seriscann Normal (Ref. 99 41 48) y Seriscann Anormal (Ref. 99 46 85), en cada proceso de medida para verificar los resultados.

Se aconseja que cada laboratorio establezca su propio programa de control de calidad y los procedimientos de corrección de las desviaciones en las medidas.

AUTOANALIZADORES

Adaptaciones a distintos analizadores automáticos, disponibles bajo demanda.

PROCEDIMIENTO

Técnica	BR	BPR	PR	ST
	mL	mL	mL	mL
Agua desionizada	0,20	--	--	--
Estándar	--	--	--	0,20
Muestra	--	0,20	0,20	--
Reactivo A	--	1,00	--	--
React. de trabajo	1,00	--	1,00	1,00

Mezclar e incubar durante 10 min a T° ambiente (20-25°C) o 5 min a 37°C.

Lectura.

Longitud de onda: 578 nm, 562 nm

Blanco: agua desionizada

Estabilidad de color: 30 min

CÁLCULOS

$$\frac{\text{Abs. PR} - (\text{Abs. BPR} + \text{Abs. BR})}{\text{Abs. ST} - \text{Abs. BR}} \times 200 = \mu\text{g/dL}$$

Donde:

Abs. PR: Absorbancia de la muestra

Abs. BPR: Absorbancia del blanco de muestra

Abs. BR: Absorbancia del blanco de reactivo

Abs. ST: Absorbancia del Standard

Nota: Se incluye un blanco de muestra (BPR) para eliminar la posible interferencia por turbidez de la muestra.

Unidades SI

(µg/dL) x 0,1791 = µmol/L

VALORES DE REFERENCIA

Hombres: 60 - 160 µg/dL

Mujeres: 37 - 145 µg/dL

Estos valores son orientativos. Se recomienda que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

PRESTACIONES. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Las características de funcionamiento de un producto dependen tanto del reactivo como del sistema de lectura empleado.

Los resultados siguientes se han obtenido de forma manual.

Sensibilidad, como límite de detección: 18 µg/dL

Linealidad: Hasta 1000 µg/dL (179 µmol/L). Para concentraciones superiores, diluir la muestra con agua desionizada (1+1). Multiplicar el resultado final por 2.

Exactitud, como % de recuperación: 97,3%

Precisión en la serie, como CV%: 2,11%

Precisión entre series, como CV%: 2,38%

Veracidad. Los resultados obtenidos con el reactivo no presentan diferencias significativas al compararlo con el reactivo considerado de referencia.

Los datos detallados del estudio de las prestaciones del reactivo están disponibles bajo demanda.

INTERFERENCIAS

No utilizar sueros lipémicos.

Debido a que se trata de una técnica muy sensible, debe evitarse la contaminación por hierro del material a utilizar, por lo que se recomienda el uso de material de plástico desechable.

Se desaconseja la introducción de pipetas en el frasco de reactivo, para evitar contaminaciones.

En caso de contaminación accidental del estándar, se aconseja utilizar como tal un suero valorado, como por ejemplo Seriscann Normal (Ref. 99 41 48).

BIBLIOGRAFÍA

Stookey L.L., (1970). Anal. Chem., 42, 779 - 781.

Yee, H.Y. and Zin, A. (1971). Clin. Chem. 17, 950 - 953.

Persijn, J.P. y col. (1971). Clin. Chim. Acta. 35, 91 - 98.

Williams J.H., Johnson D.J. and Haut, M.J. (1977). Clin. Chem. 23, 237 - 240.

Thompson J.C. and Mottola H.A., (1984). Anal. Chem. 56, 755 - 757.

Figura 8. Inserto de hierro.

Anexo 8. Inserto de Ferritina

FERRITINA

DETERMINACION CUANTITATIVA POR INMUNOTURBIDIMETRIA

Para diagnóstico "in vitro"



Sumario

La Ferritina es la proteína de almacenamiento de hierro cuyo nivel sérico presenta una estrecha relación con la cantidad total de hierro en el cuerpo y es un buen indicador del hierro utilizable.

Por otra parte, se encuentran niveles elevados de Ferritina sin relación con el nivel de hierro almacenado en enfermedades hepáticas, procesos inflamatorios, algunos procesos cancerosos y en algunos casos de artritis reumatoide.

Además de su utilización como parámetro indicador en el metabolismo del hierro, la Ferritina sérica se utiliza como marcador tumoral, para control de la medicación y seguimiento de la evolución del tumor.

Principio

El reactivo de Ferritina consiste en una suspensión de partículas de látex sensibilizadas con anti-Ferritina humana. La aglutinación provocada por la presencia de Ferritina en el suero puede cuantificarse al determinar el aumento de absorción producida por la agregación de las partículas.

Reactivos y controles

a) Presentaciones

Kit 30 ml (Ref. 99 21 05). Contiene:

- | | |
|---------------------------------|---------------|
| A. 1 x 20 ml Disol. Tampón. | Ref. 99 21 09 |
| B. 1 x 10 ml Reactivo de Látex. | Ref. 99 21 07 |
| C. 1 x 2 ml Standard. | Ref. 99 21 12 |

Kit 90 ml (Ref. 99 77 30). Contiene:

- | | |
|---------------------------------|---------------|
| A. 1 x 60 ml Disol. Tampón. | Ref. 99 85 22 |
| B. 1 x 30 ml Reactivo de Látex. | Ref. 99 80 55 |
| C. 1 x 2 ml Standard. | Ref. 99 21 12 |

Kit Standards (Ref. 99 21 30). Contiene:

- | | |
|---|---------------|
| A. 6 x 1,0 ml | Ref. 99 21 35 |
| Standard Ferritina de diferentes concentraciones entre 0 y 500 ng/ml. | |
| Indicadas en la etiqueta del vial | |

Control Ferritina

- | | |
|---|---------------|
| 1 x 1,0 ml Suero valorado. | Ref. 99 21 60 |
| La concentración está indicada en la etiqueta del vial. | |

b) Composición

Reactivo de látex: Suspensión de partículas de poliestireno sensibilizadas con anti-Ferritina en un medio estabilizado y tamponado
Disolución tampón: Tampón fosfato sódico pH 6,5
Standard y Controles: "Pool" de sueros humanos con los conservantes adecuados

Precaución

Los sueros humanos utilizados en los standards y controles han resultado negativos en la reacción del HBsAg y HIV I/II. A pesar de ello, deberán manejarse con precaución. Por otra parte, todos los reactivos del kit contienen azida sódica al 0,09 % como conservante.

La eliminación de los residuos debe hacerse según la normativa legal vigente

Conservación y estabilidad

Los reactivos, standard y controles, mantenidos a 2-8°C son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta. No congelar.

Muestra

Sueros recientes sin turbideces ni aspecto lipémico. La ferritina sérica mantenida a 2 - 8°C es estable 5 días. Las muestras congeladas son estables 3 meses. Congelar y descongelar una sola vez.

Técnica (37°C)

- Llevar los reactivos, y las muestras a temperatura ambiente. Homogeneizar el reactivo de látex
- Pipetear en una cubeta de lectura:
0,6 ml Disolución tampón
0,3 ml Reactivo látex
Mezclar hasta total homogenización.
Añadir 0,1 ml de muestra, std ó control.
- Mezclar bien, poner en marcha el cronómetro y leer inmediatamente la Abs. a 630 nm ó 700 nm. (Ai)
- Efectuar una nueva lectura a los 7 minutos de reacción. (Af)

Cálculos

Determinar la variación de Abs.:

$$\Delta A = A_f - A_i$$

para cada una de las muestras, std ó controles.

La concentración de ferritina en la muestra es:

$$\frac{\Delta A \text{ muestra}}{\Delta A \text{ standard}} \times \text{conc. STD.} = \text{ng Ferritina/ml}$$

Valores normales orientativos

Niños/Adolescentes:	15 – 120 ng/ml.
Hombres:	30 – 300 ng/ml.
Mujeres:	10 – 160 ng/ml.
Mujeres (post-menopáusicas)	30 – 300 ng/ml.

Prestaciones del producto. Características de funcionamiento

El reactivo está formulado para ser usado con analizadores automáticos

Linealidad: hasta 300 ng/ml. Este valor puede variar según el autoanalizador. Para una exacta cuantificación de la Ferritina en muestras con niveles superiores, se aconseja utilizar una curva de calibración obtenida con el Kit de standards.

Construir la curva de calibración representando el valor de ΔA frente a la correspondiente concentración del standard. Interpolando los resultados de las muestras séricas en la curva.

Las prestaciones analíticas pueden variar según el autoanalizador utilizado; se aconseja su determinación para cada instrumento en particular utilizado. Adaptaciones a distintos autoanalizadores automáticos, disponibles bajo demanda.

Control de calidad

Se aconseja incluir en cada serie de determinaciones el control positivo de referencia 99 21 60

Limitaciones del método. Interferencias.

Tener la precaución de homogeneizar bien el reactivo de látex antes de su utilización.

Las muestras lipémicas o turbias no pueden utilizarse a menos que se clarifiquen por centrifugación.

Muestras con valores de Abs. superiores al último valor de la curva estándar deben diluirse y determinar de nuevo la Ferritina en la muestra diluida.

No se presenta efecto prozona hasta concentraciones superiores a 10000 ng/ml.

No se presenta interferencia por Bilirrubina hasta 427 $\mu\text{mol/L}$ ni por Hemoglobina hasta 15 g/L.

Bibliografía

- Bernard, A. Lauwerys, R.; 1984, J. Immunol. Methods, 71: 141 – 147.
Cook, J. D.; et al. 1974, Am. J. Clin. Nutr. 27: 681–687.
Milman, N. et al. 1994, Eur. J. Haematol 53: 16 – 20
Worwood, M. 1990, Blood Reviews, 4: 259 – 269

Figura 9. Inserto de ferritina.

Anexo 9. Consentimiento informado

World Vision

Estimado Sr/Sra padre/madre de familia

PADRE, MADRE O REPRESENTANTE LEGAL DE LA NIÑA, NIÑO O ADOLESCENTE MENOR DE 17 AÑOS

Reciba un cordial saludo de quienes hacemos World Vision Ecuador, especialmente del PE "COMBATE A LA DESNUTRICIÓN CRÓNICA INFANTIL" deseándole bendiciones en sus arduas tareas cotidianas.

Como es de su conocimiento, World Vision Ecuador es una organización no gubernamental cristiana de ayuda humanitaria, que trabaja en procesos de desarrollo en favor del bienestar de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes de las comunidades; acciones que se buscan cristalizar con el apoyo de todos los socios.

Por esta razón hacemos llegar la más cordial invitación para que usted o su representado/a (según corresponda) participe de manera (presencial ☒) en el siguiente espacio: Talleres, entrega de Kits, visitas domiciliarias, asistencia mensual a los centros de salud y correcto consumo de los alimentos recibidos, que esta siendo auspiciado y organizado por la organización.

World Vision Ecuador está apoyando este evento, ya que lo considera un espacio de formación, participación y protagonismo, que va a permitir prevenir la desnutrición crónica infantil en los niños, niñas, adolescentes y jóvenes.

Para mayor seguridad, solicitamos su autorización para que usted y/o su representado/a (según corresponda) participe en el espacio, firmando el presente documento, tal cual lo establecen los protocolos de World Vision Ecuador y la política de salvaguardia.

Atentamente,

Nombre: Adriana Rea y Azucena Aucancela

Cargo: PROMOTOR DE PE/ ASISTENTE DE PE

WORLD VISION ECUADOR

Consentimiento de participación

Yo _____ con cédula de ciudadanía _____, en calidad de MADRE GESTANTE, PADRE, MADRE o REPRESENTANTE LEGAL, declaro haber recibido por parte de World Vision Ecuador una explicación previa del proceso en el que participaré yo y/o mi representado (nombre de el/la representado/a _____ de _____ años de edad. Confirmando que conozco los objetivos del proceso y que AUTORIZO LA PARTICIPACIÓN en el mismo.

(Llenar en caso de evento presencial o cuando un NNA sea movilizado al PA para evento virtual)

Asimismo, confirmo el movilizarme para todos los eventos o actividades convocadas por World Vision, dentro del territorio de Alausí, Provincia de Chimborazo.

Firma: .

Ciudad: .

Fecha: .

Formulario de Consentimiento Informado para historias/fotos/videos de World Vision

Este formulario establece que el personaje (s) dio su consentimiento informado para aparecer en una historia, foto o video grabado por o para World Vision. El comunicador (a), el reportero (a), el o la periodista, el fotógrafo (a) o el camarógrafo (a) debe completar esta sección el día en que se otorga el consentimiento y posteriormente presentarlo con la historia o material fotográfico o audiovisual.

Nombre del comunicador (a), periodista, reportero (a), fotografa (o) o videógrafo:

Oficina y número telefónico: _____

Fecha: _____ Lugar: _____

Historia, video o fotos relacionados con este formulario de consentimiento:

Personaje (s) principal (es) de la historia debe completar esta sección:

Autorizo de forma voluntaria a World Vision International para publicar fotografías, videos o grabaciones de audio que se tomaron de mi persona, así como los comentarios que expresé durante la entrevista en (lugar de entrevista / grabación):

con fines editoriales, publicitarios y promocionales para su uso en cualquier medio impreso, televisivo, radiofónico, electrónico y / o en internet, sin el pago de compensación de ningún tipo. Acepto que World Vision International será el propietario de los derechos de autor de estos materiales y que podrá utilizarlos sin limitaciones de tiempo.

Al firmar a continuación, reconozco que he leído y / o entiendo los términos de este consentimiento. Si posteriormente decido retirar mi consentimiento, tengo derecho a hacerlo y World Vision eliminará los materiales de su base de datos. Sin embargo, también entiendo que World Vision no puede limitar la circulación de imágenes que ya se han publicado.

Firma: _____ Fecha: _____

Nombre

Dirección, teléfono celular (si aplica):

Opcional:
Huella digital

☐ Consentimiento grabado en video (favor de subirlo junto al material de la historia)

☐ Consentimiento verbal

Padre, la madre o tutor de niños y niñas menores de 17 años debe firmar a continuación *:

Firma del padre/madre/tutor:

Fecha:

Nombre:

Relación con el niño (a)

Opcional:
Huella digital

☐ Consentimiento grabado en video (favor de subirlo junto al material de la historia)

☐ Consentimiento verbal

* Niños y niñas no acompañados menores de 17 años también deben firmar este formulario, y se debe realizar una evaluación de riesgos antes de enviar y/o utilizar el contenido o la historia.

Contacte a World Vision

Si tiene preguntas sobre el uso de su historia e imágenes o si desea retirar su consentimiento, comuníquese con nosotros.

World Vision Ecuador

Nombre del contacto: Verónica Proaño

Dirección: Gaspar de Villarroel E2-62 y Londres

Teléfono: +593 98 736 0317

Correo: veronica_proano@wvi.org

Figura 10. Consentimiento informado.

Anexo 10 Procesamiento de las pruebas de laboratorio



Figura 11. Procesamiento de las pruebas de laboratorio.