



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE LABORATORIO CLINICO (R)**

**Valores de Hierro y Ferritina sérica como factores asociados a anemia  
del embarazo en gestantes en el cantón Alausí, Chimborazo**

**Trabajo de Titulación para optar al título de:  
Licenciado en Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico**

**Autor:**

Quisi Lata Jhosue Alexander

**Tutora:**

Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Jhosue Alexander Quisi Lata, con cédula de ciudadanía 0604756593, autor del trabajo de investigación titulado: Valores de Hierro y Ferritina sérica como factores asociados a anemia del embarazo en gestantes en el cantón Alausí, Chimborazo, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedemos 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 autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, Jueves 1 de Mayo de 2025



---

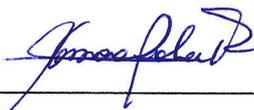
Jhosue Alexander Quisi Lata

C.I: 0604756593

## **DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR**

Quien suscribe Mgs. 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: Valores de Hierro y Ferritina sérica como factores asociados a anemia del embarazo en gestantes en el cantón Alausí, Chimborazo, bajo la autoría de Jhosue Alexander Quisi Lata; 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 25 días del mes de abril de 2025.



---

Mgs. Ximena del Rocío Robalino

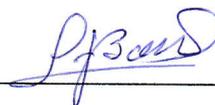
C.I: 0601946940

## **CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos, designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Valores de Hierro y Ferritina sérica como factores asociados a anemia del embarazo en gestantes en el cantón Alausí, Chimborazo, presentado por Jhosue Alexander Quisi Lata con cedula de ciudadanía 0604756593, 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.

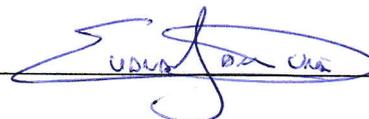
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba Jueves 1 de Mayo de 2025

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**



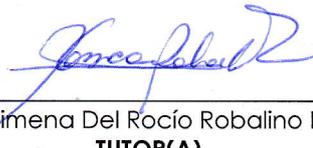
---



# CERTIFICACIÓN

Que, **QUISI LATA JHOSUE ALEXANDER** con CC: **0604756593**, estudiante de la Carrera **LABORATORIO CLÍNICO**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Valores de Hierro y Ferritina sérica como factores asociados a anemia del embarazo en gestantes 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, 8 de abril de 2024



Mgs. Ximena Del Rocío Robalino Flores  
**TUTOR(A)**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi mayor fuente de fortaleza y motivación, en especial a mi madre, por su sabiduría y enseñanzas que me han guiado en cada paso de mi vida.

A mi hermano, por su constante ánimo y compañía en los momentos más difíciles. Este logro es tanto suyo como mío.

Jhosue Quisi

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por darme la salud, la fortaleza y la perseverancia para completar cada nuevo paso.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo, cuyas orientaciones y conocimientos fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su dedicación y compromiso con mi formación académica ha sido invaluable.

A todas aquellas personas que con apoyo y comprensión durante todo este proceso. Su constante ánimo y confianza en mí han sido la motivación que necesitaba para seguir adelante y alcanzar este objetivo.

Jhosue Quisi Lata

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL.....	8
ÍNDICE DE TABLAS. ....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT (Certificado original de Competencias Lingüísticas).....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCION. ....	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	18
Anemia.....	18
Etiopatogenia.....	19
Clasificación de las anemias .....	20
Clasificación Morfológica.....	20
Clasificación Fisiológica de las Anemias.....	21
Anemia por deficiencia de vitamina B12 .....	22
Anemia Hemolítica autoinmune.....	23
Magnitud de la Anemia .....	24
Variaciones Fisiológicas de la Anemia .....	25
Anemia Ferropénica .....	26
Anemia en el embarazo.....	27
Causas de anemia en gestantes.....	28
Diagnóstico de Anemia .....	29
Hierro Sérico (sideremia).....	30
Prueba para la determinación de Hierro por colorimetría .....	31
Receptores solubles de Transferrina .....	32
Ferritina.....	32
Prueba para la determinación de Ferritina sérica .....	33
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	36
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	49

ANEXOS.....	53
-------------	----

## **ÍNDICE DE TABLAS.**

<b>Tabla 1.</b> Concentración de Hierro y Ferritina en gestantes del cantón Alausí .....	40
<b>Tabla 2.</b> Análisis de concentraciones de hierro y ferritina sérica alterados. ....	42
<b>Tabla 3.</b> Análisis de valores de Hierro según rango de edad en gestantes. ....	44
<b>Tabla 4.</b> Análisis de valores de Ferritina según rango de edad en gestantes. ....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Concentración en ug/dl de Hierro en pacientes gestantes .....	55
<b>Figura 2.</b> Concentración en ng/ml de Ferritina en pacientes gestantes .....	56
<b>Figura 3.</b> Rangos de pacientes con concentraciones de Hierro y Ferritina según la Edad.....	56

## **RESUMEN**

La anemia durante el embarazo es un problema de salud pública global que afecta significativamente a la salud materno-fetal, dentro de los múltiples factores que contribuyen a esta condición los niveles de hierro y ferritina son biomarcadores indispensables para comprender esta complicación. El objetivo del presente trabajo es valorar hierro y ferritina sérica como factores asociados a anemia del embarazo en gestantes. Tuvo un enfoque cuantitativo, de nivel relacional, con un diseño tipo campo no experimental con corte transversal con secuencia prospectiva, para lo cual se obtuvo una población de 111 gestantes de las cuales se determinó el hierro y ferritina de 21 de ellas que previamente se identificó tenían anemia. Los resultados indican que 21 pacientes anémicas, el 23.9% presenta niveles de hierro por debajo del rango normal, la mayoría (76.1%) mantiene valores normales, los niveles de ferritina son más estables, con un 99.48% dentro del rango normal, lo que sugiere que las gestantes en Alausí poseen reservas adecuadas de hierro, reduciendo el riesgo de complicaciones materno-fetales. El análisis estadístico reveló que la edad no influye significativamente en los niveles de hierro (22,53 vs. 22,82  $\mu\text{g/dL}$ ) ni en los de ferritina (70,09 ng/mL en el grupo de mayor edad), ya que la prueba de Chi-Cuadrado no mostró diferencias significativas (0,09 y 0,43 contra 3,84). Esto implica que la edad no es un factor determinante para desarrollar anemia gestacional, pero otros factores como la dieta, el metabolismo, la suplementación y condiciones preexistentes podrían influir en su desarrollo.

**Palabras claves:** Anemia, Gestantes, Hierro, Ferritina, Deficiencia

## Abstract

Anemia during pregnancy is a global public health problem that significantly affects maternal and fetal health. Among the multiple factors contributing to this condition, Iron and Ferritin levels are essential biomarkers for understanding this complication. This study aims to evaluate serum Iron and Ferritin as factors associated with anemia during pregnancy in pregnant women. This research had a quantitative approach, a relational level, and a non-experimental field design with a cross-sectional and prospective sequence. A population of 111 pregnant women was studied, from which iron and ferritin levels were determined in 21 individuals previously identified as anemic. The results indicate that among the 21 anemic patients, 23.9% had iron levels below the normal range, while the majority (76.1%) maintained normal values. Ferritin levels were more stable, with 99.48% within the normal range, suggesting that pregnant women in Alausí have adequate iron reserves, reducing the risk of maternal-fetal complications. Statistical analysis revealed that age did not significantly influence iron levels (22.53 vs. 22.82  $\mu\text{g/dL}$ ) or ferritin levels (70.09 ng/mL in the older group), as the Chi-squared test showed no significant differences (0.09 and 0.43 vs. 3.84). It implies that age is not a determining factor for developing gestational anemia, but other factors such as diet, metabolism, supplementation, and pre-existing conditions could influence its development.

**Keywords:** Anemia, Pregnant women, Iron, Ferritin, Deficiency.



Reviewed by:  
Mgs. Jenny Alexandra Freire Rivera  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0604235036

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCION.**

La anemia en el embarazo es una problemática global de salud que afecta en gran medida a la madre y el feto. Los niveles de hierro y ferritina forman parte de la amplia gama de factores que contribuyen al desarrollo de esta patología, estos biomarcadores hematológicos son cruciales en la detección temprana.

La presencia de anemia en gestantes puede desencadenar diversas complicaciones tanto para la madre como para el recién nacido, incluyendo durante el proceso del parto y en el desarrollo temprano del bebé. La anemia se caracteriza por una disminución en el número de glóbulos rojos, provocando alteración en el transporte de oxígeno en el cuerpo. Durante la gestación, la anemia puede presentarse de manera asintomática, siendo descubierta incidentalmente en análisis de rutina, o manifestarse con síntomas inespecíficos, su diagnóstico se confirma mediante análisis de laboratorio en el momento que existan posibles signos que sugieran anemia por deficiencia de hierro<sup>1</sup>.

En esta etapa, se produce una anemia fisiológica debido al aumento del volumen plasmático materno (entre un 30% y un 50%) en comparación con el incremento de la masa eritrocitaria (entre un 20% y un 30%), lo que resulta en un estado de hemodilución. Por lo tanto, los criterios para diagnosticar anemia varían en comparación con la población general. Se considera anemia gestacional cuando los niveles de hemoglobina son menores de 11 g/dL en el primer y tercer trimestres, y menores de 10,5 g/dL en el segundo trimestre. Acorde a los niveles de hemoglobina, se categorizan en distintos grados de severidad: leve (10-10,9 g/dL), moderada (7-9,9 g/dL) y grave (menor de 7 g/dL)<sup>1</sup>.

En relación con el informe sobre el Estado de la Seguridad Alimentaria en el Mundo, y el Informe Mundial de Nutrición de 2020, la prevalencia de anemia en mujeres en edad fértil fue del 32,8%, correspondiente a 613,2 millones de mujeres, de las cuales 35,3 millones estaban embarazadas <sup>2</sup>. En algunos países en desarrollo, incluyendo Latinoamérica, la anemia afecta a entre el 20% y el 39% de las mujeres embarazadas, siendo una de las complicaciones más frecuentes durante este período. Las variaciones en la prevalencia regional de la anemia en el embarazo pueden estar relacionadas con las diferencias en el estatus socioeconómico y nutricional de estas mujeres <sup>3</sup>.

La elevada prevalencia de anemia en las mujeres de edad fértil es una problemática global, especialmente en gestantes en países de desarrollo, estos países incluyen Latinoamérica donde afecta a un número considerable de mujeres siendo de 613,2 millones, lo que resalta su importancia e impacto a nivel mundial. Es visible que las diferencias en los niveles de desarrollo socioeconómico, así como el acceso a la nutrición adecuada, influyen de manera directa para el aumento de la prevalencia de esta condición. En el contexto de la etapa del embarazo, la anemia es la complicación frecuente que tiene efectos negativos para la madre, así como para el bebé. Debido a estos factores se necesita abordar una investigación que sea clave como punto de partida para mejorar la salud materna y reducir las tasas de anemia en la región<sup>3</sup>.

Los principales tipos de anemia durante el embarazo son la megaloblástica, de células falciformes y la ferropénica, siendo esta última la más común debido a la deficiencia de hierro, con una prevalencia del 75% en países subdesarrollados. La anemia en la gestante provoca una reducción en el volumen de glóbulos rojos, lo que se relaciona con una perfusión tisular reducida y una función placentaria inadecuada, dando lugar a múltiples efectos adversos, como aborto, restricción del crecimiento intrauterino, ruptura prematura de membranas, parto prematuro, bajo peso al nacer y oligohidramnios<sup>4</sup>.

En Ecuador, los datos generados por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-ECU) en el periodo 2015-2018 sugiere que el 15% de las mujeres embarazadas padecen de anemia. Entre los posibles factores que contribuyen a esta situación se resalta el bajo nivel socioeconómico de la región, hábitos de vida poco saludables y una alimentación errónea en la infancia<sup>5</sup>.

Las mujeres desde su infancia no reciben nutrientes necesarios y adecuados para su desarrollo, esto debido a la falta de acceso a varios alimentos nutritivos por su nivel social y económico bajo, así como, la falta de acceso a la atención médica y la atención nutricional, esto sumado a la falta de hábitos de vida saludable agrava la malnutrición en el embarazo.

A nivel local, el cantón Alausí presenta en un estudio una alta prevalencia de desnutrición en infantes alrededor de un año de edad, el porcentaje que presenta es de 31.11%. La razón de la desnutrición se busca en 350 personas que son evaluadas, alrededor de 200 niños y niñas y 150 gestantes de cada una de las 10 parroquias rurales de Alausí. Aparentemente de

150 gestantes, aproximadamente el 19.8% se considera que es población desnutrida, entre las razones de anemia son condiciones de índices bajos de calcio, proteínas y hierro<sup>6</sup>.

El presente informe se distribuye de tal manera que el Capítulo I abarca la introducción es decir la presentación de este, el Capítulo II engloba la terminología utilizada es decir presentará el marco metodológico, el Capítulo III, presenta la metodología de este, sobre cómo es la función que va a cumplir el informe según como fue desarrollado en torno a su diseño. Tiempo, tipo, etc.; el Capítulo IV abarca la presentación de los resultados y sus respectivas interpretaciones junto con las discusiones, el Capítulo V emite la interpretación de los mismos y sus futuras repercusiones a través de las conclusiones y recomendaciones.

Los niveles de hierro, así como los de ferritina sérica en gestantes del cantón Alausí, Chimborazo, están significativamente relacionados con la presencia de anemia gestacional, estos biomarcadores presentan una variabilidad en la edad materna ya que aparentemente las gestantes más jóvenes serían aquellas que son más propensas a presentar déficit de hierro y ferritina, aumentando su riesgo en el embarazo. Esta hipótesis se basa en la relación conocida entre la deficiencia de hierro y la anemia, así como la importancia en el control según la edad.

La anemia en mujeres embarazadas es un problema creciente de característica global. Ecuador es uno de los países con casos crecientes y dentro de las posibles causas incluyen deficiencias nutricionales, como lo es el bajo consumo de hierro, esencial en la producción de hemoglobina. El hierro como la ferritina son cruciales en la formación de los glóbulos rojos; cuando las cantidades no son adecuadas en el organismo la capacidad del cuerpo para producir hemoglobina se ve deteriorada, resultando en anemia<sup>7</sup>.

Las mujeres embarazadas con anemia tienen graves repercusiones debido a que pueden presentar fatiga intensa, debilidad y complicaciones obstétricas como lo son partos prematuros, bajo peso al nacer y el aumento de mortalidad materna. Además, la anemia puede complicar la función de la placenta y la circulación sanguínea que a largo plazo los hijos de madres anémicas pueden tener riesgo y la posibilidad de desarrollar anemia y otras complicaciones en la infancia<sup>2</sup>.

El artículo 6 de la Ley Orgánica de salud contempla que “Es responsabilidad del Ministerio de Salud Pública: Diseñar e implementar programas de atención integral y de calidad a las personas durante todas las etapas de la vida y de acuerdo con sus condiciones particulares”<sup>8</sup>.

La implementación de medidas como el desarrollo de programas específicos que aborden la anemia en embarazadas, así como la provisión de suplementos nutricionales y educación sobre la importancia del hierro en la dieta son una normativa del Ministerio de Salud Pública.

¿Existe asociación significativa entre los valores de hierro y ferritina sérica con el incremento de anemia en mujeres gestantes del cantón Alausí, Chimborazo?

Investigar los valores de hierro y ferritina sérica en gestantes del cantón Alausí es crucial para entender mejor las causas, así como las consecuencias de la anemia en esta población y para diseñar intervenciones más efectivas. Dada la alta prevalencia de anemia en la región, es esencial identificar los factores específicos que contribuyen a este problema de salud, la identificación de hierro y ferritina sérica en cantidades bajas, sugieren deficiencia de este mineral esencial, que en términos de estudio global son una de las causas más comunes para los problemas en gestantes que sin un cuidado adecuado terminan en la muerte.

Cuando existe deficiencia de hierro durante el embarazo, no solo afecta al bienestar de la madre, aunque si bien genera fatiga, debilidad y mayor riesgo de infecciones, también compromete el desarrollo del bebé, con la posibilidad de complicaciones como retraso en el crecimiento uterino, bajo peso al nacer, parto prematuro, así como mortalidad perinatal.

En localidades rurales como Alausí, la prevalencia de anemia dentro del embarazo, pueden estar influenciados por factores como el déficit en la ingesta de alimentos ricos en hierro, la falta de acceso a servicios de salud de calidad y un nivel educativo limitado. Debido a ello, es necesario identificar posibles complicaciones asociadas a la anemia por deficiencia de hierro en el embarazo para generar mejores estrategias que aseguren adecuadas condiciones de vida y salud de la población.

Este estudio contribuye aportando a futuras investigaciones sobre la salud de gestantes anémicas, así como el enriquecimiento de la literatura científica, proporcionando datos

específicos de esta región poco estudiada sobre la relación de los niveles de hierro y ferritina sérica en mujeres anémicas durante el embarazo.

Los hallazgos de este estudio podrán ser utilizados para mejorar las investigaciones de salud y posiblemente los programas de intervención en el cantón Alausí. Al identificar el nivel de deficiencia de hierro y ferritina en gestantes, se podrá generar fuentes de estudio que sirvan como respaldo de datos certeros que aporten a programas de prevención y educación nutricional más efectivas, así como futuros estudios en la región, reduciendo así la prevalencia de anemia y mejorando los resultados de salud materno-infantil en la región.

El principal objetivo del presente trabajo es valorar hierro y ferritina sérica como factores asociados a anemia del embarazo en gestantes en el cantón Alausí, Chimborazo, se pretende identificar rasgos anormales y contribuir al diseño de estrategias de prevención y tratamiento de la anemia gestacional, para lo cual se destacó desde tres puntos de vista:

1. Evaluar los niveles de hierro y ferritina sérica a través de pruebas de laboratorio, como herramienta diagnóstica para la anemia durante el embarazo.
2. Analizar los resultados de hierro y ferritina en relación con pacientes embarazadas anémicas, contribuyendo así a la prevención de posibles complicaciones materno-fetales.
3. Demostrar la relación entre los niveles de hierro y ferritina sérica con la edad de mayor riesgo para desarrollar anemia gestacional.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

La anemia en mujeres embarazadas es un importante problema de salud pública dado su alto impacto tanto en el desarrollo materno como fetal. La población, no solo de Ecuador se encuentra inmersa en la dinámica de este fenómeno enfrentada a factores multifacéticos que contribuyen a la propagación de esta condición. El presente marco teórico tiene como objetivo brindar una perspectiva de las causas y complicaciones maternas y fetales asociadas a la anemia en mujeres embarazadas en esta región ecuatoriana.

### **Anemia**

La definición más aceptada es conocida por ser aquella de la Organización Mundial de la Salud (OMS), basada en los niveles de hemoglobina (Hb). Según esta definición, se considera que una persona tiene anemia cuando su cantidad de Hb es inferior a los valores considerados normales, los cuales varían según la edad, el sexo y ciertas condiciones, como la altitud. Por ejemplo, se diagnostica anemia en niños de 6 meses a 6 años si la Hb es inferior a 11 g/dL, y en también en niños de 6-12 años si es menor a 12 g/dL. Para los adultos, el límite de valor varía: en hombres, es de 13 g/dL y, en mujeres, de 12 g/dL. Las mujeres embarazadas (al nivel del mar) deben tener una concentración de Hb no inferior a 11 g/dL<sup>9</sup>.

Además de este criterio, la definición de anemia puede incluir valores de hematocrito (Hto) y el recuento de glóbulos rojos (GR). En este sentido, se considera que un hombre tiene anemia cuando su recuento de GR es menor a  $4.5 \times 10^6/\mu\text{L}$ , su Hb es inferior a 13 g/dL y su Hto es menor del 42%. En el caso de las mujeres, estos valores son  $4 \times 10^6/\mu\text{L}$  de GR, 12 g/dL de Hb y 37% de Hto, respectivamente<sup>9</sup>.

Las anemias son una condición importante en la atención primaria debido a su impacto, hay grandes variaciones en su desarrollo y en los subgrupos de población. El cuerpo no recibe suficiente sangre rica en oxígeno si tiene anemia. Con la falta de oxígeno puede sentirse sensación de cansancio o debilidad. Además, se puede experimentar problemas respiratorios, mareos, dolores de cabeza o latidos cardíacos irregulares. Puede ocurrir de repente o gradualmente, y puede ser el resultado de la dieta, los medicamentos ingeridos u otras afecciones médicas; también puede ser crónica, lo que significa que no desaparece por completo y dura mucho tiempo<sup>10</sup>.

## **Etiopatogenia**

La etiopatogenia de la anemia se debe a tres mecanismos principales: 1) pérdida de sangre, 2) disminución de la producción de hematíes y 3) destrucción excesiva de hematíes (hemólisis). La pérdida de sangre es la causa más común en países desarrollados. Los defectos de producción de hematíes se caracterizan por una disminución de los reticulocitos (reticulocitopenia). Los hematíes tienen una vida útil de 120 días, por lo que su renovación diaria es necesaria para mantener los niveles estables. En el caso de una interrupción completa en la producción de hematíes, se observa una disminución en los niveles en un 10% por semana<sup>9</sup>.

La morfología, así como los parámetros hematológicos ayudan a diferenciar los tipos de anemia. Por ejemplo, aquellos hematíes microcíticos sugieren posibles defectos en la síntesis de hemoglobina tales como talasemia o ferropenia, además los hematíes macrocíticos sugieren problemas como en la síntesis de ADN, como en los trastornos relacionados con la vitamina B12 o el folato<sup>9</sup>.

Una respuesta medular adecuada se manifiesta como una reticulocitosis, común en anemias por sangrado o hemólisis. El índice de producción de reticulocitos (**IPR**) mide esta respuesta, y un IPR mayor a 3 indica una respuesta medular adecuada<sup>9</sup>.

En la anemia, los órganos y tejidos experimentan hipoxia, lo que desencadena mecanismos compensatorios para mejorar la oxigenación. Estos incluyen:

- Aumento de la capacidad de la hemoglobina para liberar oxígeno, gracias a un cambio en la curva de disociación de la hemoglobina.
- Redistribución del flujo sanguíneo hacia los órganos más sensibles a la hipoxia, como el cerebro y el corazón.
- Aumento del gasto cardíaco, que puede llegar a cuadruplicarse en casos graves.
- Aumento de la eritropoyesis, mediado por un aumento de la eritropoyetina (EPO), lo que también acelera la maduración de los hematíes<sup>9</sup>.

La velocidad de instauración de la anemia es crucial: en hemorragias agudas, la pérdida del 30% de la masa eritrocitaria puede causar un shock hipovolémico rápido, mientras que, en

anemias más crónicas, la adaptación es más gradual. Además, la edad y el estado cardiovascular del paciente afectan la tolerancia a la anemia. Los pacientes jóvenes suelen tolerar mejores los niveles bajos de hemoglobina que los ancianos, en quienes puede haber un compromiso en la oxigenación del miocardio<sup>9</sup>.

### **Clasificación de las anemias**

Las anemias suelen originarse por tres mecanismos principales: una producción deficiente de glóbulos rojos (eritropoyesis), una destrucción excesiva de estos (hemólisis) o por hemorragias, ya sean agudas o crónicas. En los hombres, la fuente más común de sangrado es el sistema digestivo, mientras que, en las mujeres, la menstruación representa la principal causa de pérdida de sangre<sup>10</sup>.

Por otro lado, las anemias normocíticas y normocrómicas suelen resultar de una baja producción de la médula ósea o de hemólisis periférica. En casos de hemólisis, es importante descartar causas comunes como el secuestro esplénico (acumulación de células sanguíneas en el bazo) y la hemólisis mediada por anticuerpos, así como causas menos frecuentes, como alteraciones en los propios glóbulos rojos, como lo son, hemoglobinopatías, posibles membranopatías y las enzimopatías. Desde el punto de vista clínico, la anemia puede clasificarse de dos formas: una clasificación morfológica y otra fisiopatológica<sup>10</sup>.

### **Clasificación Morfológica**

Este tipo de clasificación refleja las características como es el cambio del tamaño, así como en el contenido de Hb de los eritrocitos, de esta forma se puede clasificar en 3 tipos:

- **Microcíticas (VCM < 80 fL):** Anemias que están relacionadas errores en la producción de hemoglobina, ocurre en la anemia por deficiencia de hierro y las talasemias. Suelen acompañarse de una reducción en la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), lo que resulta en hipocromía.
- **Macrocíticas (VCM > 100 fL):** Aparecen en anemias asociadas a alteraciones en la maduración de los glóbulos rojos, como en las anemias megaloblásticas.
- **Normocíticas-normocrómicas:** Caracterizada por valores normales de VCM y CHCM, incluye anemias por enfermedades crónicas, anemias hemolíticas y anemias

de origen medular, como las causadas por leucemias, mieloma múltiple y aplasia medular <sup>10</sup>.

### **Clasificación Fisiológica de las Anemias**

En este punto se trata de aquellas que generan problemas o condiciones que reflejan los problemas sanguíneos, puede ser de 2 tipos:

#### **Anemias Arregenerativas**

En este tipo de anemias, la médula ósea carece de la producción de glóbulos rojos (GR) suficientes que compensen la anemia, ya sea por un defecto en la médula (como en la anemia aplásica o la leucemia) y la deficiencia de nutrientes esenciales (hierro o vitamina B12). En este tipo de anemia, los reticulocitos están en niveles normales o bajos y el índice de producción reticulocitaria (IPR) es menor a 2, lo que indica que el problema es de origen medular. Las causas principales son<sup>10</sup>.

- **Disminución de células progenitoras:** de GR o de otras líneas sanguíneas, como en la anemia aplásica, provocada por tóxicos, medicamentos, radiación, o causas desconocidas.
- **Infiltración de la médula ósea:** por células extrañas que reemplazan las células progenitoras, como ocurre en leucemias, metástasis de cánceres o mielofibrosis
- **Deficiencia de nutrientes esenciales:** donde la médula es normal, pero carece de los elementos para producir eritrocitos. Esto incluye carencias de hierro, vitamina B12 o ácido fólico, y de hormonas necesarias para la eritropoyesis, como ocurre en enfermedades crónicas o insuficiencia renal <sup>10</sup>.

#### **Anemias Regenerativas**

Las anemias regenerativas ocurren cuando hay una pérdida de glóbulos rojos (GR) debido a dos factores tanta hemorragia o la hemólisis. Estos casos reflejan que la médula ósea compensa produciendo más hematíes, aumentando el recuento de reticulocitos (IPR > 3)<sup>10</sup>.

Las causas principales son:

- **Anemias hemolíticas:** Pueden ser intracorporales (causadas por defectos en los GR, como esferocitosis hereditaria o talasemias) o extracorporales (causadas por factores externos como autoanticuerpos, toxinas o hiperesplenismo).
- **Anemias posthemorrágicas:** La gravedad depende del volumen de sangre perdida. En hemorragias agudas, la reticulocitosis puede tardar en aparecer y la acumulación de hemoglobina puede causar hiperbilirrubinemia. En hemorragias crónicas, la pérdida de hierro provoca anemia microcítica e hipocrómica sin reticulocitosis, ya que se agotan las reservas de hierro<sup>10</sup>.

Los niños, mujeres y ancianos son los más vulnerables a estas anemias. Un diagnóstico preciso requiere una anamnesis detallada, examen físico, hemograma y estudios complementarios<sup>10</sup>.

### **Anemia por deficiencia de vitamina B12**

La anemia perniciosa es la forma más común de anemia megaloblástica, con una incidencia anual estimada de 9-17 por cada 100,000 personas, siendo más frecuente en el norte de Europa. Esta enfermedad afecta más a mujeres (con una proporción de 1,6:1) y es más común para aquellas personas que tienen el grupo sanguíneo de tipo A, así como el iris de color azul y afecta a personas entre los 70-80 años. La demanda diaria mínima de vitamina B12 es de  $\leq 5 \mu\text{g}$ , con un promedio de  $2,4 \mu\text{g}$ , aumentando a  $2,6-2,8 \mu\text{g}$  en embarazadas<sup>11</sup>.

Cuando la vitamina B12 es absorbida, debe unirse a un FI (factor intrínseco) que es producido en las células de la mucosa gástrica y posteriormente absorbida en la parte distal del intestino delgado. Posterior a la absorción, se transporta a la sangre y se une a la transcobalamina. En niños con déficit de la vitamina puede presentarse porque las madres también sufrieron este problema o son alimentados exclusivamente con leche materna, lo que genera problemas en el desarrollo cerebral y del crecimiento<sup>11</sup>.

### **Causas del Déficit Grave de Vitamina B12**

- Anemia perniciosa
- Estado post-gastrectomía o post-cirugías bariátricas
- Estado post-resección de íleon

- Deficiencia congénita del factor intrínseco de Castle
- Gastritis causada por *H. pylori*
- Enfermedad de Crohn
- Síndrome de Zollinger-Ellison
- Síndrome de sobrecrecimiento bacteriano
- Déficit de transcobalamina
- La Gastritis de tipo atrófica crónica no inmune leve
- Metformina
- Inhibidores de la secreción de HCL
- Pancreatitis crónica
- Malabsorción selectiva congénita
- Dieta vegana o vegetariana, desnutrición
- Alcoholismo <sup>11</sup>.

### **Anemia Hemolítica autoinmune**

Este tipo de anemia (AHAI) se presenta como la destrucción de los glóbulos rojos en aquellos pacientes que han producido anticuerpos contra antígenos de sus propios glóbulos rojos. Alrededor del 5% de todas las anemias constituyen una AHAI, con una tasa de incidencia que va desde 0,4 y 2,0 por cada 100.000 habitantes, siendo más común en mujeres. Puede aparecer a cualquier edad, aunque dos tercios de los casos se observan en personas mayores de 50 años <sup>12</sup>.

Las causas de AHAI son diversas, abarcando desde condiciones fisiológicas como el embarazo (incidencia de 1 por cada 50.000) hasta el uso de ciertos medicamentos. Sin embargo, la mayoría de los casos son secundarios a alguna enfermedad subyacente. Los síntomas de AHAI suelen estar enmascarados por la enfermedad de base, lo que hace que sus manifestaciones clínicas sean poco específicas. La destrucción de los glóbulos rojos en AHAI depende del tipo de anticuerpo involucrado. Los anticuerpos pueden ser de isotipo IgG o IgM, desarrollando hemólisis extravascular o intravascular, respectivamente <sup>12</sup>.

## **Clasificación**

La forma más común de AHIA se identificó con la prueba de Coombs directa e indirecta en 1945, conocidas hoy como prueba de antiglobulina directa y prueba de antiglobulina indirecta. La PAD se utiliza para determinar glóbulos rojos con inmunoglobulinas G<sup>12</sup>.

En AHAI, los anticuerpos producidos están dirigidos contra sistemas de antígenos eritrocitarios y reaccionan a diferentes temperaturas, lo que permite clasificarlas en: a) anemia hemolítica por anticuerpos calientes, cuando es una inmunoglobulina G (IgG); b) anemia hemolítica por anticuerpos fríos, si la inmunoglobulina es M (IgM); c) anemia hemolítica por anticuerpos bifásicos, que se unen al eritrocito a bajas temperaturas (4°C) y provocan la lisis del glóbulo rojo al retornar la sangre de la circulación capilar a la circulación venosa (37°C); d) anemia hemolítica de tipo mixto, donde se presentan tanto anticuerpos calientes como fríos; y e) AHAI causada por el uso de ciertas drogas <sup>12</sup>.

## **Magnitud de la Anemia**

La OMS en su Meta Mundial de Nutrición para el 2025 considera como objetivo reducir la anemia en mujeres en África Occidental en un 50% para 2025. Para lograr este objetivo, se necesitaría la reducción anual de 1.8 a 2.4 puntos porcentuales en la prevalencia de anemia en mujeres gestantes<sup>13</sup>.

Los grupos de población más susceptibles a padecer anemia son aquellos con niños en edad menor a los 5 años, especialmente en los lactantes y niños menores de 2 años, así como las adolescentes, las mujeres en edad fértil que menstrúan y aquellas en estado de embarazo o en fase puerperal. Se estima que la anemia afecta a una amplia cantidad de personas en todo el mundo. En 2019, las mujeres no embarazadas de 15 a 49 años, aproximadamente el 30% (539 millones) padecía anemia, mientras que, entre las mujeres embarazadas de la misma franja de edad, el porcentaje ascendía al 37% (32 millones) <sup>13</sup>.

Las regiones más afectadas por la anemia, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), son África y Asia Sudoriental, la cifra asciende a 244 millones de mujeres, además de 83 millones de niños y niñas afectados. La anemia, caracterizada por una disminución del nivel de hemoglobina en sangre, cobra especial relevancia durante el embarazo, ya que afecta

directamente a la salud de la madre y al óptimo desarrollo del feto. Este fenómeno no sólo está asociado a problemas clínicos, sino que también está indisolublemente ligado a factores sociales, económicos y culturales que afectan la salud de la madre y el niño <sup>13</sup>.

## **Variaciones Fisiológicas de la Anemia**

### **Embarazo**

Durante un embarazo normal, se observa un incremento en la actividad eritropoyética acompañado de un aumento simultáneo en el volumen plasmático. Esta combinación genera una reducción progresiva en los niveles de hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto) y recuento de eritrocitos (RE). En el segundo trimestre, puede notarse un leve aumento en el volumen corpuscular medio (VCM). La ferritina sérica disminuye desde las primeras etapas del embarazo y, por lo general, se mantiene baja a lo largo de este, incluso con la administración de suplementos de hierro. Los parámetros hematológicos suelen retornar a valores normales después del embarazo<sup>14</sup>.

### **Posición**

La posición corporal influye de manera leve pero significativa en el volumen plasmático, al cambiar de estar acostado a sentado, especialmente en mujeres, se registra un aumento en los niveles de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto). En sentido opuesto, al pasar de caminar a estar acostado, estos valores pueden disminuir entre un 5% y un 10%. Asimismo, la posición del brazo durante la extracción de sangre venosa ya sea por debajo o al mismo nivel de la aurícula, puede afectar los valores de Hto. Estos factores resaltan la necesidad de aplicar un método estandarizado para la recolección de muestras sanguíneas, aunque en la práctica no siempre es posible implementarlo de forma uniforme<sup>14</sup>.

### **Altitud**

La altitud afecta los parámetros hematológicos al reducir el volumen plasmático, incrementar los niveles de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto), y aumentar la cantidad de eritrocitos circulantes, aunque con un volumen corpuscular medio (VCM) menor. El grado de policitemia está directamente relacionado con el nivel de hipoxemia<sup>14</sup>.

Por ejemplo, a 2.000 metros de altitud, la concentración de Hb aumenta entre 8 y 10 g/L, y el Hto es 0,025 mayor que al nivel del mar. A 3.000 metros, la Hb sube 20 g/L y el Hto es 0,060 superior, mientras que, a 4.000 metros, la Hb incrementa 35 g/L y el Hto es 0,110 mayor. Estos cambios también se observan en altitudes intermedias y más elevadas. Estos incrementos son consecuencia de una mayor eritropoyesis estimulada por la hipoxia y de la disminución del volumen plasmático que ocurre en altitudes elevadas<sup>14</sup>.

### **Anemia Ferropénica**

La anemia ferropénica afecta a más de 200 millones de personas en todo el mundo. En la mayoría de los casos, se atribuye, entre otras razones, a una dieta inadecuada. Más del 40% de los niños, el 30% de las mujeres en edad fértil y el 41% de las mujeres embarazadas la padecen. En los países desarrollados, se observa una paradoja, ya que la anemia ferropénica es una de las condiciones más comunes, especialmente en mujeres y personas mayores. Esto se debe a ciertos hábitos alimenticios, a etapas específicas en la vida de la mujer, como la menstruación, y enfermedades que suelen afectar a los ancianos<sup>15</sup>.

### **Características sintomatológicas de una anemia ferropénica**

Los signos clínicos de la anemia ferropénica se dividen en hematológicos y no hematológicos.

#### **Síntomas hematológicos**

Estos se relacionan con la falta de oxígeno en el organismo e incluyen la fatiga, debilidad, dificultad para concentrarse y disminución del rendimiento laboral.

#### **Síntomas no hematológicos:**

Aunque su mecanismo no se comprende completamente, pueden incluir piernas inquietas, picazón en la piel, caída del cabello, uñas frágiles, aparición de aftas bucales, mayor susceptibilidad a infecciones, empeoramiento de la insuficiencia cardíaca, insomnio y una reducción del apetito por la carne, especialmente la roja, en mujeres. En el embarazo, la anemia ferropénica que incrementa el riesgo de posible parto prematuro, además de bajo peso al nacer y muerte neonatal<sup>15</sup>.

## **Anemia en el embarazo**

Petraglia y Dolmans, mencionan que la falta de hierro y la anemia por deficiencia de hierro son muy comunes entre las mujeres a lo largo de sus vidas, especialmente durante su período reproductivo. La deficiencia de hierro está relacionada con una serie de problemas de salud que afectan tanto el aspecto físico como el emocional de las mujeres. La menstruación abundante, la etapa gestacional y posparto son las principales razones de la deficiencia. A pesar de su alta prevalencia y el impacto en la calidad de vida, la falta de hierro y la anemia ferropénica en mujeres en edad fértil continúan siendo poco diagnosticadas y tratadas adecuadamente <sup>16</sup>.

Durante el embarazo, la forma más común de anemia es la hiperplasia eritroide, debido al aumento de la masa eritroide. Sin embargo, el incremento se ve contrarrestado por el aumento desproporcionado del volumen plasmático, lo que resulta en una condición hemodiluida que se conoce como hidremia en el embarazo.

La hemodilución provoca la disminución en el hematocrito, este cambia de 38 al 45%, en mujeres no embarazadas baja aproximadamente al 34% y alrededor de 30% en embarazos múltiples. Para diagnosticar anemia en el embarazo, se considera valores de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto)<sup>17</sup>.

- Primer trimestre: Hb<11 g/dL y Hto <33%
- Segundo trimestre: Hb<10,5 g/dL y Hto <32%
- Tercer trimestre: Hb<11 g/dL y Hto <33%

Si la hemoglobina es inferior al 11,5 g/dL en la primera etapa del embarazo, se puede considerar tratamiento profiláctico, ya que la hemodilución posterior tiende a reducir por debajo a 10 g/dL. La hemodilución, la capacidad de transporte de oxígeno sigue siendo normal durante todo el embarazo y el hematocrito aumenta después del parto<sup>17</sup>.

El diagnóstico de la anemia comienza con un hemograma completo.

- Si se detecta anemia, se procede a realizar pruebas adicionales basadas en el valor de la hemoglobina corpuscular media (HCM):
- Para anemias de tipo microcíticas (HCM < 79 fL): se debe evaluar la búsqueda de deficiencia de hierro (mediante la ferritina sérica) o hemoglobinopatías (a través de la electroforesis de hemoglobina). Si estos estudios no arrojan un diagnóstico claro y no hay respuesta al tratamiento empírico, se suele recomendar una consulta con un hematólogo.
- Para anemias macrocíticas (HCM > 100 fL): se evalúan los niveles séricos de folato y vitamina B12.
- Para anemia con causas mixtas: se solicita un estudio de los 2 tipos de anemia<sup>17</sup>.

### **Causas de anemia en gestantes**

Cappellini, Santini y Colaboradores definen las causas de la anemia en mujeres jóvenes como diversas y pueden ser multifactoriales. Sin embargo, la causa más prevalente es la deficiencia absoluta de hierro. Además, la deficiencia de cobalamina o folato puede estar asociada con la deficiencia de hierro, especialmente hoy en día, ya que algunas personas eligen no consumir carne, huevos o leche<sup>17</sup>.

La deficiencia funcional de hierro que aparece en condiciones inflamatorias también podría estar presente en asociación con enfermedades autoinmunes, infecciones o cáncer, que son patologías que los ginecólogos pueden observar en sus pacientes <sup>17</sup>.

En ginecología y obstetricia, uno de los escenarios comunes y graves es el sangrado de diversas causas. Es importante señalar que el sangrado resulta en pérdida de hierro. Algunas de las condiciones que llevan a la pérdida de hierro incluyen sangrado menstrual abundante, parto con o sin cesárea y miomas uterinos. El monitoreo de la pérdida de hierro del paciente es fundamental para realizar el diagnóstico y proporcionar un tratamiento adecuado <sup>17</sup>.

Durante el embarazo, las necesidades de hierro incrementan de manera considerable, usualmente pasa de 7-8 mg diarios a 27 mg. Esto es importante ya que puede prevenir complicaciones como hipertensión, partos prematuros, anemia y problemas inmunológicos.

Es por ello, que se aplica hemogramas a gestantes para evaluar los niveles de Hb y otros nutrientes clave, permitiendo ajustar dietas y suplementar según sea necesario<sup>18</sup>.

Los síntomas en anemia gestacional como fatiga, mareos, uñas frágiles y palidez son similares a los signos habituales del embarazo, lo que puede dificultar su detección. Por ello, se busca realizar un análisis confirmatorio para el diagnóstico y prevenir riesgos mayores. Un tratamiento adecuado incluye una alimentación rica en hierro como carnes, vegetales y legumbres, suplementos vitamínicos y en casos severos terapias con eritropoyetina recombinante<sup>18</sup>.

Mantener niveles óptimos de hierro es importante en la salud de la madre y el desarrollo oportuno del feto. La suplementación controlada, como el uso de sulfato ferroso, mejora el estado hematológico al término del embarazo. No obstante, es crucial evitar dosis excesivas, ya que el exceso de hierro puede ser tóxico, especialmente en mujeres embarazadas. Una correcta suplementación asegura un embarazo más saludable y reduce las complicaciones potenciales<sup>18</sup>.

### **Diagnóstico de Anemia**

La evaluación de laboratorio se inicia con un hemograma completo, que comprende el recuento de hematíes y plaquetas, la medición de índices de los glóbulos rojos y su morfología, el volumen corpuscular medio (VCM), la hemoglobina corpuscular media (HCM), la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y el ancho de distribución de glóbulos rojos (RDW), además del análisis del frotis periférico. El recuento de reticulocitos proporciona información sobre la efectividad de la médula ósea para compensar la anemia (Ver Anexo 1)<sup>19</sup>.

### **Hierro y su metabolismo**

Se considera al hierro como un nutriente fundamental en la fisiopatología del organismo, en el mismo está involucrado el transporte de oxígeno, la síntesis del ADN y en el transporte de electrones en la cadena respiratoria, las alteraciones más frecuentes son causadas por déficit de hierro ya que involucra cambios en factores neurológicos, hematológicos que sin tratamiento puede llevar a la muerte<sup>20</sup>.

Jiménez y autores mencionan que el hierro es un nutriente esencial representa entre 35 y 45 mg/kg del peso corporal en mujeres y hombres, respectivamente. Alrededor del 60-70% se encuentra en el hemo de los eritrocitos circulantes, aproximadamente la mioglobina es del 10%, así como enzimas que contienen hierro y citocromos, el almacenamiento de ferritina y hemosiderina es del 20-30% en los hepatocitos y el sistema reticuloendotelial<sup>20</sup>.

La principal fuente de hierro en el cuerpo es reciclada a través del sistema reticuloendotelial, fagocita los eritrocitos en su final. Cuando el hierro se traslada en el plasma hacia la transferrina, que es la glucoproteína unida a 2 átomos de hierro. La gran parte de las moléculas de transferrina se encuentran cargadas de hierro y se unen a los receptores específicos en precursores de la serie eritroide y luego se adentran en la célula. Al ingresar, el hierro es liberado donde el complejo transferrina-receptor vuelve a la superficie celular y las moléculas de transferrina quedan libres<sup>20</sup>.

Los principales trastornos que se asocian con el metabolismo del hierro pueden ser la anemia ferropénica, se podría decir que la deficiencia de hierro genera efectos tanto en corto como largo plazo; Para evaluar el metabolismo del hierro en el diagnóstico clínico, se analizan principalmente tres parámetros: la concentración de hierro en sangre (sideremia), la capacidad de la transferrina para transportarlo y los niveles de ferritina, que reflejan las reservas de hierro en el cuerpo. En casos más específicos, se pueden realizar estudios de médula ósea para analizar la cantidad de hierro almacenada y los sideroblastos<sup>20</sup>.

También existen pruebas adicionales, como la medición de protoporfirina en los glóbulos rojos y los receptores de transferrina en el sueño. Aunque en investigación se han utilizado técnicas más avanzadas, como el uso de trazadores radiactivos para estudiar la absorción y distribución del hierro, estas no son de uso común en el diagnóstico clínico<sup>20</sup>.

### **Hierro Sérico (sideremia)**

Este tipo de prueba mide la cantidad circulante de hierro en el Torrente sanguíneo, la concentración medida es característica de hierro  $Fe^{3+}$ , ligado a transferrina y no incluye el hierro en hemoglobina libre, esta concentración disminuye en la mayoría de los pacientes con anemia hipocrómica, y en casos de infarto de miocardio concentraciones de hierro sérico elevadas se relacionan con alteraciones hereditarias o por ingesta de medicamentos<sup>22</sup>.

El rango normal en adultos es de 50-170  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Se encuentra disminuida en la anemia ferropénica y en la anemia por enfermedades crónicas, mientras que aumenta en hepatopatías, hemocromatosis y anemias diseritropoyéticas. No debe usarse de forma aislada para diagnosticar anemia ferropénica<sup>9</sup>

### **Capacidad Total de Fijación de Hierro (TIBC)**

La prueba de capacidad total de fijación del hierro (TIBC) se utiliza para evaluar cómo el cuerpo transporta este mineral a través del torrente sanguíneo. El hierro es esencial para la salud, ya que permite la producción de hemoglobina, una proteína presente en los glóbulos rojos. En el organismo, el hierro se transporta principalmente gracias a una proteína producida por el hígado llamada transferrina. La prueba de TIBC mide la capacidad de esta y otras proteínas en la sangre para fijar y movilizar el hierro. Por esta razón, los niveles de transferrina suelen analizarse junto con los de hierro y TIBC para obtener un panorama completo del metabolismo del hierro en el cuerpo<sup>24</sup>.

### **Prueba para la determinación de Hierro por colorimetría**

#### **Fundamento**

Química Clínica Aplicada, presenta el método colorimétrico para determinar in vitro hierro, el principio de este medio se base en crear un medio ligeramente ácido que reacciona a la presencia de cloruro de guanidinio donde libera el  $\text{Fe}^3$  unido a transferrina, adicionalmente la hidroxilamina reduce el  $\text{Fe}^3$  a  $\text{Fe}^2$ , el hierro forma con el FerroZine® un complejo coloreado cuantificable por espectrofotometría<sup>26</sup>.

#### **Técnica**

El esquema de pipeteo para una determinación de hierro es importante para lograr obtener resultados precisos (Ver Anexo 3).

## **Significado clínico**

El hierro se encuentra distribuido por el organismo, generalmente se encuentra en formación con la hemoglobina y la mioglobina, usualmente los valores bajos sugieren una anemia por deficiencia de hierro y ciertas enfermedades infecciosas, los valores elevados por otra parte suelen ser asociados a enfermedades hepáticas, hemocromatosis y concentraciones elevadas de transferrina<sup>26</sup>.

## **Receptores solubles de Transferrina**

También denominados sTfR por sus siglas, aumentan cuando hay deficiencia de hierro, la medición oportuna favorece el diagnóstico de anemia ferropénica. El hierro en la transferrina es esencial para la generación de eritrocitos. Cuando las reservas de hierro disminuyen, el cuerpo debe producir más receptores de transferrina, lo que incrementa los receptores solubles en la sangre. Aunque la ferritina sérica es el indicador esencial de las reservas de hierro, se puede ver alterada por enfermedades inflamatorias, por ende, estos receptores son confiables en la evaluación de hierro en el organismo<sup>25</sup>.

## **Ferritina**

La ferritina, una proteína rica en hierro, representa la forma primaria de almacenamiento de este mineral dentro de las células del cuerpo. Su presencia en la sangre refleja la cantidad total de ferritina almacenada en el organismo. Dado que el cuerpo no puede sintetizar hierro por sí mismo, debe adquirirlo a través de la dieta o de suplementos, en individuos saludables, la mayor parte del hierro absorbido se destina a la hemoglobina de los glóbulos rojos. El excedente se almacena como ferritina y hemosiderina, distribuyéndose principalmente en el hígado, aunque también se acumulan en la médula ósea, el bazo y el músculo esquelético<sup>21</sup>.

Dentro de la investigación de Cappellini, Santini y Colaboradores, se reconoce que pequeños niveles de ferritina pueden estar presentes en el plasma, y así reflejan las reservas de hierro. En sujetos normales, la ferritina es directamente proporcional a las reservas de hierro<sup>17</sup>.

Después de 2016, se utiliza un nivel de ferritina sérica de <30 mg que tiene una sensibilidad del 92% y una especificidad del 98% para diagnosticar la deficiencia de hierro. La ferritina

sérica muestra la mejor correlación con el hierro teñible de la médula ósea en ausencia de condiciones inflamatorias. Además, una ferritina sérica entre 100 y 300 mg indica reservas de hierro adecuadas, en ausencia de comorbilidad activa o inflamación<sup>17</sup>.

La ferritina es una proteína que actúa como un depósito de hierro en el organismo. Su concentración en la sangre permite evaluar las reservas de este mineral. Cuando los niveles de ferritina son bajos, indican una deficiencia de hierro, mientras que los valores elevados pueden estar relacionados con diversas condiciones, como enfermedades hepáticas, inflamaciones crónicas o ciertos tipos de cáncer, lo que puede llevar a una acumulación excesiva de hierro. Algunos grupos de personas tienen un mayor riesgo de presentar alteraciones en sus niveles de ferritina, entre ellos las mujeres embarazadas, los donantes de sangre, los pacientes sometidos a hemodiálisis, los adolescentes y los niños<sup>23</sup>.

## **Prueba para la determinación de Ferritina sérica**

### **Fundamento**

Química Clínica Aplicada, presenta el método inmunoturbidímtrico para determina la ferritina, este método emplea la suspensión de partículas de látex que han sido sensibilizadas con anti-ferritina humana, existe una aglutinación que es generada por la presencia de ferritina en suero que es determinado por el incremento de la absorción que producen las partículas aglutinadas<sup>27</sup>.

### **Técnica**

El esquema de pipeteo para una determinación de ferritina sérica es importante para lograr obtener resultados precisos (Ver Anexo5).

### **Significado clínico**

La ferritina se considera como una proteína siendo la principal reserva de hierro del organismo, cuyo nivel sérico presenta una relación con la cantidad absoluta de hierro en el organismo, además de servir como un indicador de hierro utilizable. Los niveles elevados de ferritina no tienen relación con el nivel de hierro en enfermedades hepáticas, procesos inflamatorios, procesos cancerosos y artritis reumatoides; otra función es ser un marcador tumoral, el control de esta sirve como seguimiento de la evolución del tumor<sup>17</sup>.

## Otras pruebas de laboratorio

Cuando se sospecha un déficit de hierro o alteraciones en su metabolismo, como en la anemia de enfermedades crónicas, se deben realizar estudios de hierro sérico (sideremia), transferrina, capacidad total de fijación del hierro, índice de saturación de transferrina y ferritina. Los parámetros más relevantes son la ferritina y la saturación de transferrina<sup>9</sup>:

- **Capacidad de fijación del hierro por la transferrina:** Aumenta en la anemia ferropénica y disminuye en situaciones de sobrecarga de hierro y en la anemia de enfermedades crónicas. La transferrina por sí sola no es un buen indicador del hierro corporal, pero la capacidad de fijación sí lo es<sup>9</sup>.
- **Índice de saturación de transferrina (IST):** Es el porcentaje de transferrina saturada con hierro, normalmente del 30%. Un valor por debajo al 16% alude al déficit de hierro, y en la anemia ferropénica es posiblemente inferior al 10%. Este índice también puede disminuir en la anemia por enfermedades crónicas y aumentar en la hemocromatosis<sup>9</sup>.
- **Ferritina sérica:** En hombres adultos, los valores normales son de 20-400 ng/ml y en mujeres de 15-120 ng/ml. En casos de sobrecarga férrica, supera los 400 ng/ml. En el déficit de hierro, la ferritina disminuye y es el marcador más sensible y específico. Si es superior a 80-100 ng/ml, en la mayoría de casos excluye un déficit de hierro; si es inferior a 12 ng/ml, indica déficit. En casos de infecciones, inflamaciones o neoplasias, la ferritina puede actuar como reactivo de fase aguda, perdiendo su valor diagnóstico, y se recomienda estudiar los depósitos de hierro en la médula ósea<sup>9</sup>.

Además, algunas pruebas importantes incluyen:

- **Bioquímica sérica:** Es necesario evaluar la función renal y hepática en todos los estudios de anemia. El LDH incrementa cuando hay hemólisis, así como la eritropoyesis ineficaz, mientras que la bilirrubina indirecta puede elevarse por el aumento del catabolismo de la hemoglobina. La medición de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) es útil para descartar trastornos tiroideos<sup>9</sup>.
- **Test de Coombs:** Detecta inmunoglobulinas y complemento en la membrana de los eritrocitos, esencial en el estudio de anemias hemolíticas autoinmunes.

- **Haptoglobina:** Su valor normal es de 80-130 mg/dl. Está disminuida o ausente en hemólisis intravascular y extravascular, así como en casos de eritropoyesis ineficaz.
- **Estudio de coagulación:** Permite identificar tendencias al sangrado o coagulación intravascular diseminada asociada a angiohemólisis<sup>9</sup>.

Otras pruebas específicas para el diagnóstico de anemias incluyen:

- **Resistencia globular osmótica:** Utilizada para diagnosticar esferocitosis hereditaria.
- **Electroforesis de hemoglobinas:** Es esencial para el diagnóstico de hemoglobinopatías y talasemias, ya que separa las hemoglobinas por su movilidad en un campo eléctrico.
- **Determinación de enzimas eritrocitarias:** Métodos rápidos para detectar déficits de glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa (G6PD) y piruvatocinasa.
- **Hemoglobinuria y hemosiderinuria :** Se presentan cuando la hemoglobina libre en suero aparece en la orina debido a hemólisis intravascular. La tinción de Perls puede detectar los gránulos de hemosiderina en el sedimento urinario.
- **Niveles de EPO sérica:** El rango normal es de 3,7-16 U/l.
- **Análisis del ADN:** Para estudiar los genes de las cadenas globínicas  $\alpha$  y  $\beta$  en las talasemias.
- **Citometría de flujo:** Utilizada en el diagnóstico de la hemoglobinuria paroxística nocturna, ya no se realizan las pruebas de Ham y sacarosa<sup>9</sup>.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **Según el enfoque**

La presente investigación adoptó un enfoque cuantitativo, ya que se centró en la medición y análisis de variables numéricas como los niveles de hierro y ferritina sérica en mujeres embarazadas

### **Según el nivel**

El estudio es de nivel relacional, dado que buscó identificar la relación entre los valores de hierro y ferritina sérica en mujeres gestantes que presentaron anemia para su respectivo análisis y comparación de los datos obtenidos.

### **Según el diseño**

Tipo de campo-no experimental porque se basó en la generación y análisis de datos sin manipulación de las variables de estudio, recopilando datos de gestantes en el cantón Alausí y se analizó sus niveles de hierro y ferritina sérica en relación con la anemia.

### **Según la secuencia temporal**

Se empleó un diseño de corte transversal (periodo septiembre-noviembre 2024), recolectando datos en un único punto temporal para evaluar la prevalencia de anemia y sus factores asociados en gestantes del cantón Alausí.

### **Según la cronología de los hechos**

Esta investigación es de tipo prospectivo, ya que los datos se recogieron en tiempo real de las gestantes del cantón Alausí a medida que se desarrollan los eventos, permitiendo una evaluación actual de los datos.

### **Población**

La población de estudio fue conformada por 111 mujeres en estado de gestación provenientes de las 10 parroquias del cantón Alausí durante el periodo del estudio.

### **Muestra**

Se recolectaron datos de gestantes en sitios específicos dentro de las 10 parroquias del cantón Alausí. La muestra fue compuesta por aquellas gestantes que cumplían con los criterios de

inclusión y aceptaron participar en el estudio, permitiendo así una representación de 21 mujeres, debido a que solo se consideró el procesamiento de datos de aquellas mujeres que en base a los valores de hemoglobina presentaban anemia. Se empleará un muestreo no probabilístico por conveniencia debido a que se seleccionó a los participantes de una población de manera arbitraria.

### **Criterios de Inclusión**

- Gestantes de cualquier etapa del embarazo.
- Gestantes entre edades de 15 a 45 años.
- Mujeres residentes del cantón Alausí
- Gestantes que dieron la aprobación del estudio mediante un consentimiento informado.
- Mujeres gestantes con niveles de hemoglobina sugerentes para anemia.

### **Criterios de Exclusión**

- Mujeres que tuvieron a sus hijos previo a la toma de muestras.
- Gestantes con enfermedades crónicas en el rango de edad establecido.
- Gestantes que hayan recibido tratamiento previo con suplementos de hierro o ferritina previo a la toma de muestra.

### **Hipótesis**

Tanto los niveles de hierro como ferritina sérica en gestantes del cantón Alausí, Chimborazo, están significativamente relacionados con la presencia de anemia gestacional, ambos biomarcadores presentan una variabilidad en la edad materna ya que las gestantes más jóvenes tienden a ser más propensas a presentar déficit de hierro y ferritina, aumentando su riesgo en el embarazo.

### **Técnica y Procedimientos**

Este estudio se basó en un enfoque integral que incluyó la realización de una encuesta para la recopilación de información clave de las participantes. También se utilizó una base de datos con información sociodemográfica importantes, como nombres, edades y lugares de residencia de las mujeres embarazadas. Además, se incluyó los resultados del análisis de

laboratorio, lo que permitió evaluar detalladamente y correlacionar los datos con los resultados clínicos. Esto proporcionó una visión más completa sobre la salud de las gestantes en el contexto analizado

### **Consideraciones Éticas**

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 para la ejecución del proyecto titulado “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, este trabajo de investigación se deriva de este proyecto.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el presente capítulo se presentan y discuten los resultados obtenidos a partir de la investigación titulada "Valores de Hierro y Ferritina sérica como factores asociados a anemia del embarazo en gestantes en el cantón Alausí, Chimborazo". La finalidad de este capítulo es detallar y analizar los hallazgos obtenidos mediante las pruebas de laboratorio realizadas y su interpretación, en función de los objetivos planteados en este estudio.

En base a estos objetivos, se presentan las tablas y gráficos que detallan los resultados obtenidos, seguidos de una discusión que analiza estos hallazgos en el contexto de la literatura existente y las implicaciones prácticas para la salud materno-fetal en el cantón Alausí

### Pruebas de hierro y ferritina sérica para identificar de anemia en el embarazo

Los resultados de pruebas de hierro y ferritina sérica como herramienta para entender el desarrollo en el embarazo se encuentran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** *Concentración de Hierro y Ferritina en gestantes del cantón Alausí*

Número de pacientes	EDAD	Hierro (ug/dL) VR: 37-145	Ferritina (ng/ml) VR: 10-160
1	17	<b>26,1</b>	<b>5,2</b>
2	20	44,3	11,2
3	35	-	36,31
4	33	50,9	40,06
5	27	52,03	26,03
6	24	70,86	38,9
7	19	75,3	22,5
8	27	89,5	12,2
9	23	<b>18,1</b>	39,2
10	22	45,8	146,1
11	35	46,4	132,1
12	32	68,5	47
13	26	55,4	79
14	25	48,1	107
15	20	<b>18,2</b>	105
16	18	<b>26,6</b>	65
17	33	<b>37</b>	95
18	33	<b>18</b>	-
19	32	<b>13,46</b>	-
20	15	<b>18</b>	-
21	16	<b>28,15</b>	-

**\*Los resultados con negrilla indican que están fuera de rango**

En la Tabla 1, es posible observar el resultado de los niveles de Hierro y Ferritina analizados en 21 pacientes gestantes que previamente presentaron anemia, los mismos presentan una

variabilidad relativamente significativa entre los grupos analizados; los niveles de hierro sérico varían con algunos casos mostrando valores por debajo del rango normal, sugiriendo deficiencia de hierro en 42.86% casos, por otra parte la ferritina se presenta normal en 76.19% pacientes, sugiriendo un bajo riesgo en complicaciones asociados en anemia gestacional. Los resultados permiten rescatar la importancia del análisis y monitoreo adecuado independientemente de que sea de baja escala para gestionar el cuidado nutricional y reducir complicaciones materno-fetales.

### **Discusión**

El análisis de los resultados de las tablas y graficas implica que existe cierta normalidad, es importante determinar como la naturaleza de estos datos generan importancia en los estudios para el entendimiento de la anemia gestacional y su relación con los niveles de hierro y ferritina, los valores bajos sugerirían la existencia de deficiencia en las reservas de hierro debido a varios factores como lo es en el propio estado de gestación.

Los valores bajos de ferritina son sugerentes a varias complicaciones, Véliz y Colaboradores<sup>28</sup>, mencionan que, durante el embarazo, los niveles de ferritina sérica pueden reducirse incluso en mujeres que toman suplementos diarios de hierro, lo que cuestiona su eficacia como indicador de control. Aunque estas concentraciones por debajo de 12 µg/L suelen indicar una disminución en las reservas de hierro, se recomienda prevenir esta situación mediante modificaciones dietéticas, fortificación de alimentos y suplementación nutricional con hierro. Ninguna de estas estrategias es excluyente, pero lograr una dieta adecuada puede ser desafiante debido a limitaciones económicas o hábitos arraigados.

En un estudio realizado por León y colaboradores<sup>29</sup>, se manifiesta que, se han observado relaciones significativas entre niveles bajos de ferritina materna, que son indicativos de anemia por deficiencia de hierro, y problemas en el crecimiento fetal. Por lo tanto, la presencia de concentraciones bajas de ferritina en el tercer trimestre podría señalar una deficiente alimentación materna.

Dentro de la investigación de Cappellini, Santini y Colaboradores<sup>17</sup>, se reconoce que, en sujetos normales, la ferritina es directamente proporcional a las reservas de hierro. La ferritina sérica muestra la mejor correlación con el hierro teñible de la médula ósea en ausencia de condiciones inflamatorias. Además, una ferritina sérica entre 100 y 300 mg

indica reservas de hierro adecuadas, en ausencia de comorbilidad activa o inflamación, los niveles bajos de ferritina solo aparecen en pacientes con deficiencia de hierro. Además, no hay otras posibles patologías que puedan confundir este hallazgo. Esto significa que cada paciente que tenga un nivel de ferritina sérica <30 mg tiene, por definición, deficiencia de hierro.

### **Análisis de resultados de hierro y ferritina en relación con pacientes embarazadas anémicas**

Los resultados de los porcentajes, analizados en pruebas de hierro y ferritina sérica y su relación con la anemia en gestantes se encuentran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** *Análisis de concentraciones de hierro y ferritina sérica alterados.*

<b>Resultados porcentuales de las concentraciones de Hierro y Ferritina</b>		
<b>Número de pacientes</b>	<b>Hierro (ug/dL)</b>	<b>Ferritina (ng/ml)</b>
Valores Bajos	23.9%	0.52%
Valores normales	76.1%	99.48%
Valores Altos	0.00%	0.00%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

En la tabla 2, se evidencia que el 23.9% de los pacientes presentó deficiencia en los niveles de hierro, mientras que el 76.1% presentó niveles dentro del rango referencial, por otra parte, ninguno presentó niveles sobre el rango de referencia. En cuanto a los niveles de ferritina, el 0.52% presentó niveles por debajo del rango establecido, mientras que el 99.48% tiene sus niveles dentro del rango definido. Estos resultados indican que las gestantes tienen sus niveles tanto de hierro como de ferritina normales, con una proporción significativa en deficiencia de hierro y una mínima en ferritina, lo que es de relevancia para futuros estudios a gran escala ya que oferta una perspectiva base sobre las condiciones de vida de las pacientes.

## Discusión

Garro y Thuel, manifiestan que las gestantes suelen tener mayor demanda de hierro debido al rápido crecimiento de los tejidos, la expansión de la masa de glóbulos rojos y las crecientes necesidades fetales. Algunas ingresan al embarazo con reservas de hierro bajas, ocasionadas por factores no relacionados con la gestación, como la pérdida abundante de sangre durante la menstruación o una nutrición deficiente. Al aumentar las necesidades de hierro durante el embarazo, estas mujeres no pueden satisfacer sus requerimientos de hierro, por lo que deben recurrir a sus reservas, lo que incrementa el riesgo de desarrollar anemia, y establece una de las causas posibles para el reporte bajo de estos datos<sup>30</sup>.

Chamorro y Medina<sup>18</sup>, mencionan que, durante el embarazo, la necesidad de hierro aumenta drásticamente, requiriéndose alrededor de 27 mg de hierro al día, en contraste con los 7 a 8 mg necesarios en condiciones normales para mantener la homeostasis corporal. Esta demanda incrementada se debe a que el cuerpo de la gestante debe soportar tanto su propio crecimiento como el del feto. Para evitar estas complicaciones, es fundamental que, a las gestantes, especialmente a las primerizas, se les realicen hemogramas que midan los niveles séricos de hemoglobina, hierro, calcio y otros componentes esenciales.

Arango, Molina y Mejía<sup>2</sup>, destacan que los niveles bajos de ferritina, cuando es por debajo de 30 ug/L indican reservas de hierro reducidas, menor a 15 ug/L sugieren depleción de hierro y menos de 12 ug/L están asociados con anemia por deficiencia de hierro. Aunque la anemia por deficiencia de hierro no es habitual a menos que la mujer esté anémica. Las directrices para detectar y tratar la anemia durante el embarazo varían según la región y no hay recomendaciones claras para detectar la deficiencia de hierro en ausencia de anemia.

Sin embargo, dada su alta incidencia y los graves riesgos asociados como mayor morbimortalidad materna y perinatal, cesáreas, partos prematuros, y otros problemas de salud, se requiere mayor atención en este tema. Estudios recientes indican que la anemia materna por deficiencia de hierro aumenta el riesgo de bajo peso al nacer, parto prematuro, y mortalidad neonatal y perinatal<sup>2</sup>.

## Relación entre los niveles de hierro y ferritina con la edad de mayor riesgo en la anemia gestacional

En este apartado se presenta la respuesta a la hipótesis acerca de la relación existente entre los valores de hierro y ferritina sérica en 2 grupos de edades de pacientes gestacionales, para lo cual se plantea las siguientes hipótesis.

**H0:** No existe relación entre los niveles de hierro y ferritina sérica con la edad de gestantes del cantón Alausí

**H1:** Existe relación entre los niveles de hierro y ferritina sérica con la edad de gestantes del cantón Alausí

**Tabla 3.** Análisis de valores de Hierro según rango de edad en gestantes.

Edades	Hierro						Valor P	Chi Cuadrado Tabla
	$\bar{x}$ Bajo	$\bar{x}$ Normal	Conteo Bajo	Conteo Alto	%Bajo	%Normal		
15-27	22.53	60.16	6	8	43%	57%	0.09	3.84
28-39	22.82	55.27	3	3	50%	50%		

En la tabla 3 se presenta la comparativa de los niveles de hierro en gestantes de dos grupos etarios; el análisis presenta promedios de hierro bajos y normales, la distribución porcentual y un test de Chi-Cuadrado ( $\chi^2$ ), para determinar la diferencia significativa en los grupos, los valores del promedio resultan ser similares en ambos casos, siendo de 22.53 ug/dL y 22.82 ug/dL para el rango de edad de 15-27 y 28-39 años respectivamente, los niveles de promedio de hierro normal son mucho más altos en el grupo joven que representa el 60.16 ug/dL en comparación al grupo de mayor edad que es de 55.57 ug/dL lo que a breves rasgos puede sugerir una leve disminución en los niveles de hierro con respecto a la edad.

Por otra parte, en cuanto a la distribución de los casos en el grupo de 15-27 años el 43% representa los niveles bajos y el 57% los niveles normales, el grupo de 28 a 39 años, presenta un 58% en ambas categorías, por ende, en este análisis los valores muestran una distribución más equilibrada.

Sin embargo, la estadística plantea que el valor calculado mediante el Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) fue de  $p= 0.09$ , mientras que la referencia es de 3.84, dado que el valor calculado es menor que el valor de la tabla, no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que a su vez indica que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la distribución de los niveles de hierro entre los grupos de edad, por ende la edad no es un factor que influya de manera significativa en los niveles de hierro de las gestantes.

**Tabla 4.** Análisis de valores de Ferritina según rango de edad en gestantes.

Edades	FERRITINA						Valor <i>P</i>	Chi Cuadrado Tabla
	$\bar{x}$ Bajo	$\bar{x}$ Normal	Conteo Bajo	Conteo Alto	%Bajo	%Normal		
15-27	5.20	59.28	1	11	8%	92%	0.43	3.84
28-39	0.00	70.09	0	3	0%	100%		

En la tabla 4 se presenta la comparativa de los niveles de ferritina en gestantes de dos grupos etarios; el análisis presenta promedios de ferritina bajos y normales, la distribución porcentual y un test de Chi-Cuadrado ( $\chi^2$ ), para determinar la diferencia significativa en los grupos, en el rango de edad de 15 a 27 años el promedio de ferritina es de 5,20 ng/ml mientras que la ferritina normal es de 59.28 ng/ml, en contraste con el grupo de 28-39 años que no registran casos de ferritina baja mientras que el promedio normal es de 70.09 ng/ml lo que sugiere un leve aumento en los niveles de ferritina con la edad.

En la distribución se puede ver solo 1 caso siendo el 8% en el grupo de 15-27 años que representa los casos de ferritina baja, mientras que 11 casos siendo el 92% tienen valores normales; en el grupo de 28-39 años todas las mujeres tienen valores de ferritina normales.

La prueba de Chi-Cuadrado ( $\chi^2$ ), mostró un valor calculado de  $p=0.43$  que es menor al valor 3.84, por ende, indica una diferencia en los entre los grupos que no es estadísticamente significativa, por ello se aceptaría la hipótesis nula, además se sugiere que los niveles promedio de la ferritina normal son más altos en mujeres de mayor edad, sin embargo, este dato puede deberse a que son datos al azar y no siguen un patrón significativo relacionado con la edad.

## **Discusión**

Los datos de las Tablas 3 y 4 reflejan una variabilidad marcada entre los valores individuales, lo que indica que otros factores pueden estar influyendo en estos niveles más allá de la edad, por ello es importante el análisis multifactorial para poder correlacionar de mejor manera los datos y así identificar puntos de prevalencia o riesgos marcados en una población de estudio.

Cappellini, Santini y Colaboradores<sup>17</sup>, definen las causas de la anemia en mujeres jóvenes como diversas y multifactoriales. Sin embargo, la causa más común puede ser la falta de hierro, Además, la deficiencia de cobalamina o folato puede estar asociada con la deficiencia de hierro, especialmente hoy en día, ya que algunas personas eligen no consumir carne, huevos o leche. La deficiencia funcional de hierro que aparece en condiciones inflamatorias también podría estar presente en asociación con enfermedades autoinmunes, infecciones o cáncer, que son patologías que los ginecólogos pueden observar en sus pacientes<sup>17</sup>.

Arango y colaboradores<sup>2</sup> menciona que, algunos estudios indican que las mujeres embarazadas que enfrentan inseguridad alimentaria en el hogar tienen un mayor riesgo de desarrollar anemia. Esta situación limita tanto el acceso físico como económico a los alimentos, lo que puede llevar a una ingesta insuficiente de aquellos ricos en hierro. Además, la dieta podría ser deficiente en micronutrientes esenciales, como la vitamina C, la vitamina A, el folato, la vitamina B12 y los carotenoides, que favorecen la absorción y utilización del hierro en el organismo.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Los resultados de laboratorio revelan que aproximadamente de 21 pacientes anémicas, el 42.86% de ellas presentaban niveles por debajo del rango de referencia de hierro sérico, lo que indica un riesgo creciente de anemia por deficiencia de hierro, los niveles de ferritina son mucho más estables lo que de cierta manera refleja que las pacientes del cantón Alausí, poseen reservas adecuadas de hierro a pesar del contraste con sus niveles de hierro sérico.
- En cuanto a la comparación de los valores de hierro con ferritina séricos, se encuentra que el 23.9% de las gestantes con anemia presentan niveles de concentración de hierro por debajo los valores considerados de referencia, mientras que de estos el 76.1% refleja valores dentro del rango establecido y los niveles de ferritina en un 99.48% se encuentran estables y el 0.52% disminuido, lo que indica que las reservas de hierro de la mayoría de gestantes se encuentra en un rango normal, a pesar de que la mayoría presenta una proporción significativa en valores normales de hierro y ferritina es importante su análisis ya que los niveles disminuidos podrían asociarse al desarrollo de complicaciones como parto prematuro y fatiga en las madres así como bajo peso de los recién nacidos.
- El análisis de datos de hierro y ferritina en los diferentes grupos etarios sugiere que no existe una relación estadísticamente significativa entre la edad y la probabilidad de presentar una marcada deficiencia de estos, los niveles promedio de hierro presentaron similitud entre sí, siendo de 22.53 ug/dL en mujeres de 15-27 años y 22.82 ug/dL de 28 a 39 años, la distribución porcentual no mostró diferencias significativas, además la prueba de Chi-Cuadrado con un valor de  $p=0.09$  contra  $\chi^2=3.84$  reveló que la edad no influye significativamente en la distribución de los niveles de hierro.
- Con respecto a los niveles promedio de ferritina, estos fueron normales tanto en el grupo de 17-27 años con 59.28 ng/ml y de 28-39 años de 70.9 ng/ml, la prueba de Chi-Cuadrado presentó un valor de  $p=0.43$  contra  $\chi^2=3.84$ , no se evidenció una relación estadísticamente significativa entre la edad y los niveles de ferritina, los resultados sugieren que en la muestra analizada la edad no representa un factor de riesgo determinante para anemia gestacional, estos resultados podrían estar relacionados a otros factores como dieta, costumbres, factores

socioeconómicos, capacidad de metabolismo del cuerpo, consumo de suplementos o problemas de salud preexistentes.

## **RECOMENDACIONES**

- Es fundamental en futuras investigaciones incluir la combinación en la evaluación de hierro y ferritina con otros biomarcadores como lo son la hemoglobina y el hematocrito, para emitir un prediagnóstico más completo y preciso, ya que nos ofrece una perspectiva más grande en cuanto al análisis y comparación de pacientes con y sin anemia con relación a sus reservas de hierro y generación de posibles complicaciones asociadas al embarazo.
- Las instituciones de salud deben mejorar el acceso y la disponibilidad de servicios de salud prenatal que incluyan pruebas de laboratorio rutinarias para detectar anemia y otras condiciones relacionadas. Esto implica asegurar que todas las gestantes tengan acceso equitativo a pruebas de hierro y ferritina sérica, así como a la atención médica adecuada para cumplir con un seguimiento clínico por parte del laboratorio y de esa manera reducir la posibilidad del desarrollo de complicaciones materno-fetales.
- Los programas de control en salud deberían ser focalizados en adolescentes embarazadas y ser consideradas como grupo de prioridad para la prevención de la anemia, esta investigación, plantea las bases para futuras investigaciones, ya que ofrece una perspectiva en baja escala de las complicaciones que a determinada edad pueden existir en relación a la anemia y sus reservas de hierro, la implementación de políticas deben incluir directrices claras sobre el manejo de la anemia durante el embarazo, la asignación de recursos para la capacitación del personal médico en la identificación y manejo de la anemia, así como la evaluación regular de la efectividad de estas intervenciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. National Heart, Lung and Blood Institute. ¿Qué es la anemia? [Internet]. NHLBI, NIH. 2022 [citado el 15 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/anemia>
2. Arango C, Molina C, Mejía C. Factores asociados con inadecuados depósitos de hierro en mujeres en primer trimestre de gestación. Rev Chil Nutr [Internet]. 2021;48(4):595–608. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v48n4/0717-7518-rchnut-48-04-0595.pdf>
3. Regalado M, Medina A. Metabolismo del hierro: amenaza en las mujeres gestantes. Atención Primaria Práctica [Internet]. 2022;4(2):100138. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2605073022000153>
4. Martínez L, Jaramillo L, Villegas J. La anemia fisiológica frente a la patológica en el embarazo. Rev Cuba Obstet Ginecol [Internet]. 2018 [citado el 15 de octubre de 2024];44(2):1–11. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-600X2018000200017](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2018000200017)
5. Murillo A, Baque G, Chancay C. Prevalencia de anemia en el embarazo tipos y consecuencias. Dominio Científico. 2021;549-56 2.
6. Trujillo S. Desnutrición infantil, la realidad de los niños y niñas en Chimborazo [Internet]. Diario La Prensa Riobamba. Alejandro Lalama; 2024 [citado el 15 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.laprensa.com.ec/desnutricion-infantil-realidad-ninos-ninas-chimborazo/>
7. Proaño D. Cómo evitar la anemia en el embarazo - Fundación de Waal [Internet]. Fundación de Waal. Fundación de Waal; 2022 [citado el 21 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://fundaciondewaal.org/index.php/2022/09/21/como-evitar-la-anemia-en-el-embarazo-2/>
8. Congreso Nacional del Ecuador. LEY ORGANICA DE SALUD [Internet]. Gob.ec. 2015 [citado el 21 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORG% C3% 81NICA-DE-SALUD4.pdf>
9. Moraleda J. PREGRADO DE HEMATOLOGÍA. 4ta Edición. Sociedad Española de Hematología y Hematoterapia; 2017.

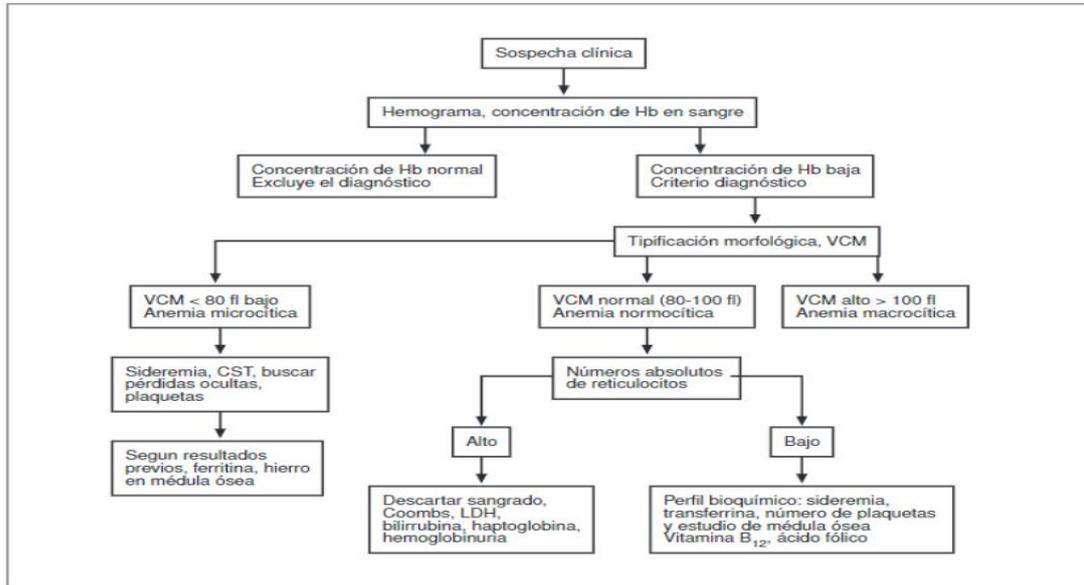
10. Palomo I, Pereira J, Palma J, editores. Hematología Fisiopatología y Diagnóstico. EDITORIAL UNIVERSIDAD DE TALCA; 2005.
11. Empendium. Anemia por déficit de vitamina B12 [Internet]. Empendium. 2024 [citado el 16 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://empendium.com/manualmibe/tratado/chapter/B76.VI.D.5.1>.
12. Rojas M, Opazo T. Anemias hemolíticas autoinmunes, diagnóstico y tratamiento. Dpto Bioquímica Clínica e Inmunohematología, Facultad de Ciencias de la Salud [Internet]. 2020 [citado el 16 de febrero de 2025]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7527631.pdf>
13. Organización Mundial de la Salud. Anemia [Internet]. WHO.int. 2023 [citado el 9 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/anaemia>
14. Bain BJ, Bates I, Laffan MA. Dacie Y Lewis. Hematología a Práctica. 12a ed. Elsevier; 2018.
15. Santamaría A, Losa F. La anemia ferropénica: un problema mundial infravalorado e infradiagnosticado con fácil tratamiento, especialmente en mujeres. Revista Decana de la Especialidad TOKO-GINECOLOGIA [Internet]. 2019 [citado el 20 de enero de 2025];79. Disponible en: <https://www.ginecarefmc.com/wp-content/uploads/2020/07/IRO-0010-La-anemia-ferrop%C3%A9nica-un-problema-infradiagnosticado-TOKO-GINE-2020.pdf>
16. Petraglia F, Dolmans MM. Iron deficiency anemia: Impact on women's reproductive health. Fertil Steril [Internet]. 2022;118(4):605–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fertnstert.2022.08.850>
17. Cappellini MD, Santini V, Braxs C, Shander A. Iron metabolism and iron deficiency anemia in women. Fertil Steril [Internet]. 2022;118(4):607–14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fertnstert.2022.08.014>

18. Regalado Chamorro M, Medina Gamero A. Metabolismo del hierro: amenaza en las mujeres gestantes. *Atención Primaria Práctica* [Internet]. 2022;4(2):100138. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.appr.2022.100138>
19. Manuales MSD. Biopsia de médula ósea [Internet]. 2014 [citado el 9 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/professional/hematolog%C3%ADa-y-oncolog%C3%ADa/abordaje-del-paciente-con-anemia/evaluaci%C3%B3n-de-la-anemia>
20. Jiménez R, Díaz MME. Metabolismo del hierro. *An Pediatr Contin* [Internet]. 2019;3(6):352–6. Disponible en: <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=S1696281805747739&r=51>
21. Labymed. La Ferritina [Internet]. Labymed, S.A. 2021 [citado el 20 de enero de 2025]. Disponible en: <https://labymed.com.gt/la-ferritina/>
22. BIOLABO. Hierro Método Directo [Internet]. BIOLABO. 2022 [citado el 15 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.biolabo.fr/pdfs/noticesSP/biochimieSP/ES-92108.pdf>
23. Monlab. Determinación cuantitativa de Ferritina. Monlab. 2023
24. The StayWell Company. Hierro y capacidad total de fijación del hierro [Internet]. The StayWell Company. 2022 [citado el 16 de febrero de 2025]. Disponible en: [https://twnlivestorage1.blob.core.windows.net/twn-media-public/KRM66717A/KRM66717A\\_es.pdf](https://twnlivestorage1.blob.core.windows.net/twn-media-public/KRM66717A/KRM66717A_es.pdf)
25. LabTestOnline. Receptor soluble de transferrina [Internet]. Labtestsonline.es. 2021 [citado el 16 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.labtestsonline.es/tests/receptor-soluble-de-transferrina>
26. Química Clínica Aplicada S.A. Hierro-Ferrozine Método Colorimétrico. 2018.
27. Química Clínica Aplicada S.A. Ferritina-Determinación Cuantitativa por Inmunoturbidimetría. 2017.

28. Véliz NA, Peñaherrera MV, Quiroz MS, Mendoza HM, Jaramillo JE, Tonguino MD. Prevención frente la presencia de anemia en el embarazo. Anál comport las líneas crédito través corp financ nac su aporte al desarro las PYMES Guayaquil 2011-2015 [Internet]. 2019;3(1):971–96. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.26820/recimundo/3.\(1\).enero.2019.971-996](http://dx.doi.org/10.26820/recimundo/3.(1).enero.2019.971-996)
29. León-Fuenmayor L, Reyna-Villasmil E, Mejia-Montilla J, Santos-Bolívar J, Torres-Cepeda D, Reyna-Villasmil N, et al. Ferritina plasmática materna en el tercer trimestre del embarazo y crecimiento fetal. Clin Invest Ginecol Obstet [Internet]. 2018;45(1):7–11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gine.2016.03.002>
30. Garro Urbina V, Thuel Gutiérrez M. Anemia por deficiencia de hierro en el embarazo, una visión general del tratamiento. Rev Medica Sinerg [Internet]. 2020;5(3):e397. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.31434/rms.v5i3.397>

# ANEXOS

## Anexo 1: Protocolo de Diagnóstico de anemia



Fuente: <https://www.elsevier.es/es-revista-reemo-70-pdf-S1138359303742543>

## Anexo 2: Inserto Método colorimétrico para la determinación 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 óxido de zinc se forma el Fe(II) unido a la transferrina. Posteriormente la hidroxilación reduce el Fe(II) a Fe(III). El hierro divalente forma con el Ferrozine® un complejo coloreado cuantificable espectrofotométricamente.

**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 transferrina.

**REACTIVOS**  
KIT 2 x 100 mL (Ref. 99 13 42). Contiene:  
A, 2 x 100 mL. Disolución tampón.  
B, 1 x 10 mL. Reactivo de color.  
C, 1 x 1 mL. Lubrificador.

**PREPARACIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO**  
Añadir a 40 mL disolución tampón (Reactivo A), 1,5 mL del reactivo de color (Reactivo B).

**COMPOSICIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO**  
Las concentraciones en las disoluciones reactivas son:  
Tampón acetato pH 4,8 300 mM  
Cloruro de zinc 2,4 M  
Cloruro de hidroxilamina 58 mM  
Ferozine® 1,5 mM  
Conservantes y estabilizantes

**Estándar:** Disolución acuosa de hierro equivalente a 200 µg/L (39,8 µmol/L).

**CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD**  
Las componentes del kit, mantenidas 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 (a 23°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 > 0,200.

**MATERIAL NECESARIO NO SUMINISTRADO**  
Material común de laboratorio.  
Espectrofotómetro, analizador automático o fotómetro termostabilizado a 37°C.

**MUESTRA**  
Suero succionado de hemólisis o plasma.  
El hierro en suero se estabiliza durante 3 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 suero control, Seroncorm Normal (Ref. 99 41 48) y Seroncorm Anormal (Ref. 99 40 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 control de las desviaciones en las medidas.

**AUTOMATIZADORES**  
Adaptaciones a ciertos analizadores automáticos, disponibles bajo demanda.

**QUÍMICA CLÍNICA APLICADA S.A.**  
Empresa Certificada ISO 9001 (BOE 13488)  
A.T. Km 10,1 - P.O. Box 20 - E-43010 AMORSTAV (SPAIN)  
Tel. +34 (977) 70 62 30 Fax +34 (977) 70 35 40  
Revisión: 01.2018

**PROCEDIMIENTO**

Técnica	BR	SBR	PO	ST
	mL	mL	mL	mL
Agua desionizada	0,20	-	-	-
Estándar	-	-	-	0,20
Muestra	-	0,20	0,20	-
Reactivo A	-	1,00	-	-
Reac. de trabajo	1,00	-	1,00	1,00

Mezclar e incubar durante 10 min a 17° ambiente (20-25°C) o 5 min a 37°C.

**LECTURA**  
Longitud de onda: 578 nm, 562 nm  
Banco: agua desionizada  
Estabilidad de color: 30 min

**CALCULO**  
Abs. (m) = (Abs. SBR + Abs. BR) x 200 x µg/L.  
Abs. ST = Abs. BR

**Unidades SI**  
(µg/L) x 0,1791 = µmol/L

**VALORES DE REFERENCIA**  
Hombres: 50 - 160 µg/L.  
Mujeres: 37 - 145 µg/L.

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 y ensayo.  
Las titulaciones siguientes se han obtenido de forma manual:  
Sensibilidad: como línea de detección: 18 µg/L.  
Linealidad: hasta 1000 µg/L (179 µmol/L). Para concentraciones superiores, diluir la muestra con agua desionizada (1+1). Medir el resultado final por 2.  
Exactitud: como % de recuperación: 97,2%.  
Precisión: en suero, como CV%: 2,1%.  
Precisión: entre lotes, como CV%: 2,33%.  
Varianza: Los resultados obtenidos con el reactivo no presentan diferencias significativas al compararlo con el reactivo operado 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 nuevo estándar, como por ejemplo Seroncorm Normal (cat. 99 41 48).

**BIBLIOGRAFÍA**  
Slokey L.L. (1970). Anal. Chem. 42, 779-781.  
Van H. and Zin. A. (1971). Clin. Chem. 17, 200-204.  
Pinsky J.P. (1971). Clin. Chem. Acta 35, 91-98.  
Williams J.H., Johnson D.J. and Hual, M.J. (1977). Clin. Chem. 23, 231-240.  
Thompson J.C. and Nichols B.A. (1988). Anal. Chem. 56, 755-757.

PR044\_REFER\_3

Fuente: Química Clínica Aplicada S.A. Hierro-Ferozine Método Colorimétrico. 2018

### Anexo 3: Esquema de pipeteo para determinación de Hierro

Técnica	BR	BPR	PR	ST
	mL	mL	mL	mL
Agua Ionizada	0,2			
Estándar				0,2
Muestra		0,2	0,2	
Reactivo A		1,00		
Reac. De Trabajo	1,00		1,00	1,00

Fuente: Química Clínica Aplicada S.A. Hierro-Ferrozine Método Colorimetrico. 2018

### Anexo 4: Inserto para la determinación de Ferritina Sérica

**FERRITINA**  
DETERMINACIÓN CUANTITATIVA POR INMUNOTURBIDIMETRÍA  
Para diagnóstico "in vitro"

**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.

**UTILIDAD DIAGNÓSTICA**  
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 almacenado.  
Por otra parte, se encuentran niveles elevados de ferritina sin relación con el nivel del hierro almacenado en enfermedades hepáticas, procesos inflamatorios, algunas neoplasias cancerosas 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 metástasis y seguimiento de la evolución del tumor.

**REACTIVOS Y CONTROLES**  
**KR 30 mL (Ref. 99 21 05).** Contiene:  
A. 1 x 20 mL. Disolución tampón  
B. 1 x 10 mL. Reactivo de látex  
C. 1 x 2 mL. Estándar  
La concentración está indicada en la etiqueta del vial.  
**KR 90 mL (Ref. 99 77 30).** Contiene:  
A. 1 x 60 mL. Disolución tampón  
B. 1 x 30 mL. Reactivo de látex  
C. 1 x 2 mL. Estándar  
La concentración está indicada en la etiqueta del vial.  
**Calibrador Ferritina (Ref. 99 21 30).** Contiene:  
A. 1 x 2,5 mL. Calibrador  
B. 1 x 5 mL. Tampón  
Calibrador de ferritina y tampón his para preparar la curva de calibración. La concentración está indicada en la etiqueta del vial.  
**Control Ferritina (Ref. 99 21 60).** Contiene:  
1 x 1,0 mL. Suero valorado  
La concentración está indicada en la etiqueta del vial.

**PREPARACIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO**  
Los reactivos están listos para su uso.

**COMPOSICIÓN DE LOS REACTIVOS**  
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.  
Estándar y controles. Pool de suero humano con los conservantes adecuados.

**CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD**  
Los reactivos, estándar y controles, mantenidos a 2-8°C son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta. No congelar.  
Indicaciones de alteración de los reactivos:  
Grupo de reactivo > 1500. Control de calidad fuera del rango de aceptación.

**MATERIAL NECESARIO NO SUMINISTRADO**  
Material común de laboratorio.  
Espectrofotómetro, analizador automático o fotómetro termostataado a 37°C. Cuentín de 1 cm de paso de luz.

**PRECAUCIONES**  
Los plásticos humanos utilizados en la preparación del calibrador y el control han resultado negativos en la reacción con el látex y el HSA. Al preparar el estándar, manejar con precaución. Por otra parte, todos los reactivos contienen azúcar modificado al 0,050% como conservante.  
Se aconseja consultar la ficha de datos de seguridad antes de la manipulación del reactivo.  
La información de los resultados debe hacerse según la normativa local vigente.

**MUESTRA**  
Suero humano sin anticoagulante ni aspecto lipéptico. La ferritina sérica normalizada a 2-8°C es estable 5 días. Las muestras congeladas son estables 3 meses. Congelar y descongelar una sola vez.

**CONTROL DE CALIDAD**  
Es recomendable la inclusión de suero control, en cada proceso de medida para verificar los resultados (Ref. 99 21 60).  
Se aconseja que cada laboratorio establezca su propio programa de control de calidad y los procedimientos de corrección de las desviaciones en los resultados.

**QUÍMICA CLÍNICA APLICADA S.A.**  
Empresa Certificada ISO 9001 / ISO 13485  
A7 Km 1281 - P.O. Box 20 - E-43870 AMPOSTA / SPAIN  
Tel: ++ 34 (977) 70 62 30 Fax: ++ 34 (977) 70 30 40  
Revisión: 03/2017

**PROCEDIMIENTO**  
**Técnica**  
Para utilizar con analizadores automáticos:  
1. Llevar los reactivos y las muestras a Temperatura ambiente. Homogeneizar por agitación suave el reactivo de látex.  
2. Pipetear en una cubeta de lectura:  
Volumen de disolución tampón: 0,6 mL  
Volumen de látex: 0,2 mL  
Temperatura de reacción: 37°C  
3. Mezclar bien hasta el total homogeneizado y añadir:  
Volumen de muestra: 0,1 mL  
y después de 1 minuto de reacción (Abs) a 630 nm a 100 nm.  
**CÁLCULOS**  
Determinar la variación de Abs para cada una de las muestras, std o controles.  
 $\Delta Abs = Abs_x - Abs_0$   
La concentración de Ferritina en la muestra es:  
 $\Delta Abs \text{ muestra} \times \text{conc. STD} = n \times \text{ng Ferritina/mL}$   
Donde:  
 $\Delta Abs$  muestra: Incremento de absorbancia de la muestra  
 $\Delta Abs$  estándar: Incremento de absorbancia del estándar  
Conc. STD: Concentración del estándar  
**Calibración:** Realizar diluciones seriadas con el tampón his a partir del calibrador. Para una concentración 0 ng/mL, utilizar la disolución tampón his (Ref. 99 21 30)

**VALORES DE REFERENCIA**  
Mujeres premenopáusicas: 15 - 120 ng/mL  
Hombres: 30 - 300 ng/mL  
Mujeres: 10 - 160 ng/mL  
Mujeres (post-menopáusicas): 30 - 300 ng/mL  
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 de reactivo como del sistema de lectura empleado.  
Los resultados siguientes se han obtenido con un autoanalizador:  
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 calibrador Ferritina.  
Sensibilidad: como límite de detección, 0,2 ng/mL.  
Exactitud: como % de recuperación, 98,9%  
Precisión en la serie: como CV%, 3,6%  
Previsión entre series: como CV%, 5,0%  
No se observa efecto proporcional hasta 1000 ng/mL.  
No se observan efectos de matriz con el reactivo. No presentan diferencias significativas al compararlo con el reactivo controlador de ferritina.  
Los datos estadísticos del estudio de las prestaciones de reactivo están disponibles bajo demanda.

**INTERFERENCIAS**  
No se presenta interferencia por Bilirrubina hasta 427  $\mu\text{mol/L}$  ni por hemoglobina hasta 15 g/L.  
No se ve interferencia de homocisteína ni de ácido fólico en la lectura de la muestra.  
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.

**AUTOMATIZACIONES**  
Adequadas a distintos analizadores automáticos, disponibles bajo demanda.

**BIBLIOGRAFÍA**  
Bernard, A. Lawrence, R. 1984, J. Immunol. Methods 71: 141 - 147.  
Cook, J. D. et al. 1974, Am. J. Clin. Nutr. 27: 689-697.  
Mitsui, N. et al. 1993, Eur. J. Haematol. 53: 10 - 20.  
Wintrow, H. 1955, Blood Reviews, 4: 259 - 269

**CE**

PROL\_REGI\_FERR\_3

Fuente: Química Clínica Aplicada S.A. Ferritina-Determinación Cuantitativa por Inmunoturbidimetría. 2017

## Anexo 5: Esquema de pipeteo para determinación de Ferritina Sérica

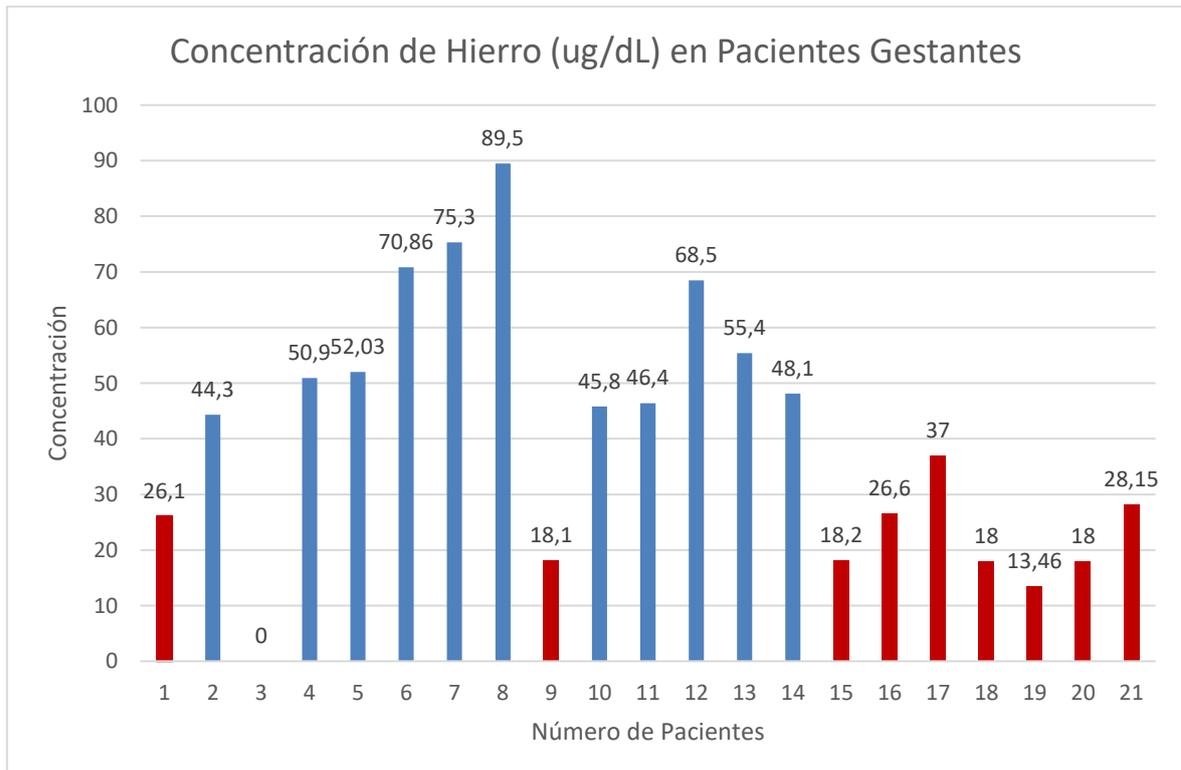
**PROCEDIMIENTO**  
**Técnica**  
Para utilizar con analizadores automáticos

1. Llevar los reactivos y las muestras a temperatura ambiente. Homogenizar por agitación suave el reactivo de látex.
2. Pipetear en una cubeta de lectura  
Volumen de disolución: 0.6 mL  
Volumen de látex: 0.3 mL  
Temperatura de reacción: 37°C
3. Mezclar bien hasta la total homogenización y añadir.  
Volumen de muestra: 0.1 mL
4. Mezclar y poner en marcha el cronómetro y leer inmediatamente la Abs y después de 7 minutos de reacción a 630 o 700 nm.

**Fuente:** Química Clínica Aplicada S.A. Ferritina-Determinación Cuantitativa por Inmunoturbidimetría. 2017

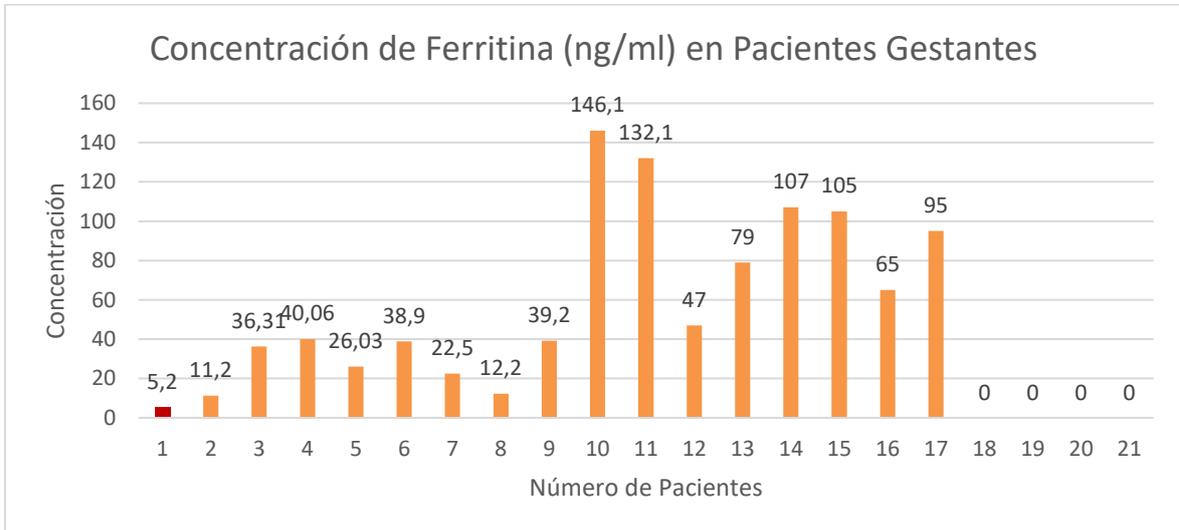
## Anexo 6. Gráfica de concentración en ug/dl de Hierro en pacientes gestantes

**Figura 1.** Concentración en ug/dl de Hierro en pacientes gestantes



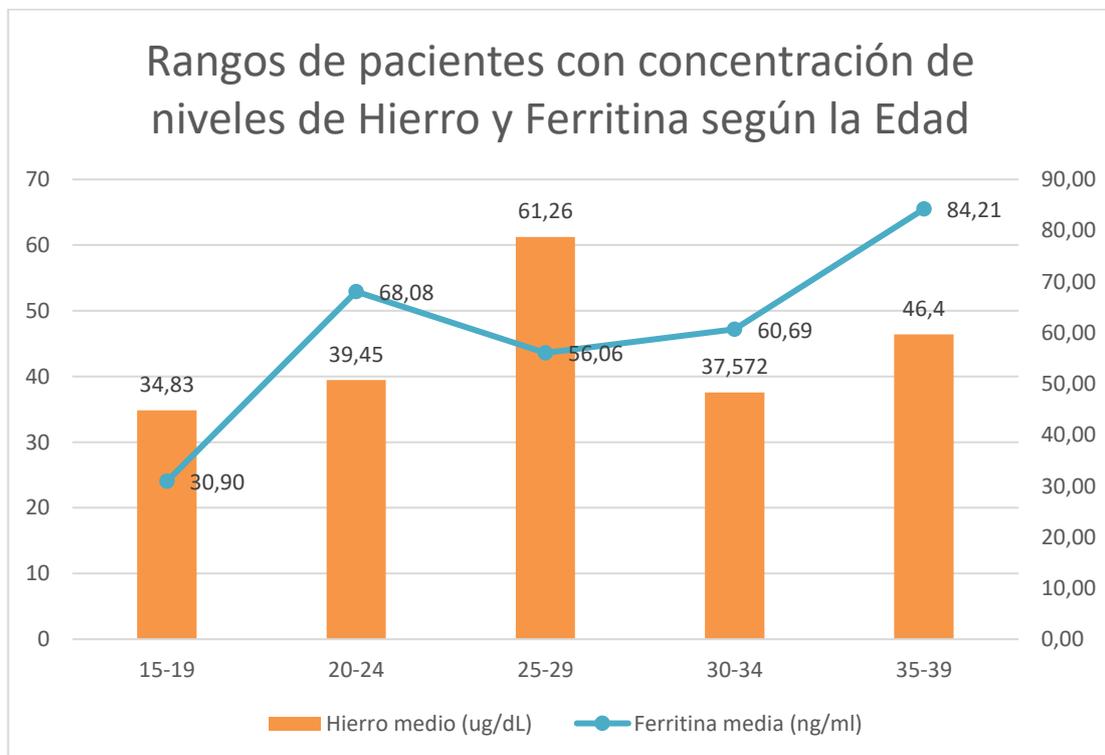
**Anexo 7.** Gráfica de concentración en ng/ml de Ferritina en pacientes gestantes

**Figura 2.** Concentración en ng/ml de Ferritina en pacientes gestantes



**Anexo 8.** Gráfico de pacientes con niveles de Hierro y Ferritina según la Edad

**Figura 3.** Rangos de pacientes con concentración de Hierro y Ferritina según la Edad



**Anexo 9. Procesamiento de Datos Proyecto World Visión**

