



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

**Alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en
adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo en el
periodo enero-septiembre 2024.**

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

Autoras:

Quezada Vega Karen Vanessa
Silva Hidalgo Lizbeth Estefania

Tutor:

Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotras, Karen Vanessa Quezada Vega, con cédula de identidad 2250202245 y Lizbeth Estefania Silva Hidalgo, con cédula de identidad 0605481779, autoras del trabajo de investigación titulado: Alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo en el periodo enero-septiembre 2024, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra 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 autoría de la obra referida, será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 14 de julio de 2025

Karen Vanessa Quezada Vega
C.I. 2250202245

Lizbeth Estefania Silva Hidalgo
C.I. 0605481779

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez 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: Alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo en el periodo enero-septiembre 2024, bajo la autoría de Karen Vanessa Quezada Vega y Lizbeth Estefania Silva Hidalgo, 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 14 días del mes de Julio de 2025



Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez

CI: 0602768277

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

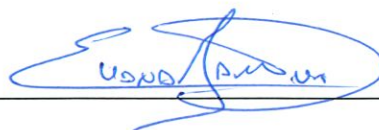
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo en el periodo enero-septiembre 2024 presentado por Karen Vanessa Quezada Vega con cédula de identidad número 2250202245 y Lizbeth Estefania Silva Hidalgo con cédula de identidad número 0605481779 bajo la tutoría de Mgs Carlos Iván Peñafiel Méndez; 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 24 de octubre de 2025.

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



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



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





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



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

CERTIFICACIÓN

Que, **Quezada Vega Karen Vanessa** con CC: **2250202245**, estudiante de la Carrera **Laboratorio Clínico**, Facultad de **Ciencias de la Salud**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo en el periodo enero-septiembre 2024**", cumple con el **13 %**, 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, 23 de septiembre de 2025

Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez
TUTOR



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



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

CERTIFICACIÓN

Que, **Silva Hidalgo Lizbeth Estefania** con CC: **0605481779**, estudiante de la Carrera **Laboratorio Clínico**, Facultad de **Ciencias de la Salud**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo en el periodo enero-septiembre 2024**", cumple con el **13 %**, 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, 23 de septiembre de 2025



Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi madre porque ha sido mi apoyo incondicional, mi motivación y fuente de inspiración, que con su amor y paciencia me ha sabido dirigir en el camino de la vida, es por quien me levanto todos los días de mi vida y por quien quiero ser mejor cada día, a mis hermanos por ser mi pilar y sustento y mi mayor ejemplo.

Karen Vanessa Quezada Vega

Dedico este presente trabajo a mis padres, por ser mi mayor fuente de inspiración, por su amor incondicional, su apoyo constante y su incansable esfuerzo para brindarme siempre lo mejor. Esta tesis es un reflejo de todo lo que me han dado y enseñado. A mis abuelitos, por su sabiduría y por ser un ejemplo de vida, guiándome con sus consejos en cada paso del camino. A mis hermanos, por su apoyo y comprensión en cada momento de este proceso.

Lizbeth Estefania Silva Hidalgo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por haber guiado nuestras vidas e iluminado el camino del saber.

Nuestro reconocimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo digna institución formadora de insignes profesionales, en cuyas aulas forjamos con entusiasmo nuestro porvenir, A nuestro tutor el Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez, que con sus capacidades y conocimientos nos ha brindado una sólida formación competitiva apoyando nuestro crecimiento personal; para proyectarnos a la sociedad que ahora lo vamos a poner en práctica en nuestra vida profesional.

Karen Vanessa Quezada Vega

Agradezco a Dios, por iluminar mi camino, darme la fuerza para superar los desafíos y guiarme en cada paso de mi etapa estudiantil. A mis padres, por siempre alentarme a perseguir mis metas. A mi familia, por su afecto, comprensión y apoyo en los momentos clave. A los docentes y compañeros de la Universidad Nacional de Chimborazo, por compartir sus saberes y contribuir a mi crecimiento integral y de manera especial a nuestro tutor Mgs. Iván Peñafiel, que nos ha brindado su apoyo en este proceso final. Gracias a todos por su amistad, su paciencia y por darme la oportunidad de aprender y crecer tanto en lo personal como en lo profesional.

Lizbeth Estefania Silva Hidalgo

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
Embarazo Adolescente.....	17
Perfil hematológico.....	17
Sangre y sus componentes	17
Índices hematimétricos	18
Alteraciones hematológicas	20
Alteraciones presentes en el frotis sanguíneo	21
Trombocitosis	22
Perfil bioquímico	22
Hierro.....	22
Ferritina.....	23
Transferrina.....	23
Patologías asociadas al déficit de hierro	24
Diagnostico de laboratorio.....	25
Pruebas Automatizadas Hematológicas.....	26
Pruebas Automatizadas Bioquímicas.....	28
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Alteraciones en los índices hematimétricos primarios y secundarios durante el primer y tercer trimestre de embarazo en adolescentes	34
Tabla 2. Perfil férrico y hematológico en adolescentes con y sin anemia ferropénica.....	36
Tabla 3. Alteraciones hematológicas vinculadas a posibles patologías identificadas mediante las pruebas de laboratorio.	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones técnicas del analizador hematológico automatizado- Diriu BF-6900	48
Anexo 2. Características técnicas del analizador automático de química clínica- PKL-PPC 125	49
Anexo 3. Inserto para la determinación “in vitro” de hierro en suero o plasma.	50
Anexo 4. Inserto para la determinación por inmunoturbidimetría cuantitativa de ferritina.....	51
Anexo 5. Inserto para la determinación de transferrina	52
Anexo 6. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición – Cuestionario de Recordatorio de 24 horas.....	53
Anexo 7. Encuesta estratificada del nivel socioeconómico	54
Anexo 8. Matriz de Excel con los resultados de las pruebas hematológicas y químicas aplicadas.	55
Anexo 9. Prueba exacta de Fisher en la herramienta digital SPSS.	56
Anexo 10. Aplicación de encuestas a las pacientes que participaron en el estudio.	57
Anexo 11. Preparación de muestras recolectadas para el análisis químico.....	58
Anexo 12. Alteraciones hematológicas presentes en frotis sanguíneos.	59

RESUMEN

El embarazo adolescente representa un problema social tanto a nivel mundial como nacional, dentro de esta población la deficiencia de hierro es una de las complicaciones más frecuentes que puede provocar alteraciones en el sistema hematológico y en muchos casos desencadenar patologías, siendo la anemia ferropénica la más común. Ante esta problemática, el objetivo principal de nuestra investigación fue especificar las alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, en el periodo enero-septiembre 2024. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, con diseño transversal, de campo y no experimental. Además, se clasificó como prospectivo y de nivel relacional, dado que buscó determinar la relación entre el déficit de hierro y las alteraciones hematológicas en la población estudiada. La muestra fue conformada por 21 adolescentes embarazadas, seleccionadas bajo criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Los resultados mostraron que la prevalencia de anemia ferropénica fue del 9,5%, un valor bajo en comparación con la anemia fisiológica propia del embarazo. Este hallazgo es relevante, ya que permite diferenciar ambas condiciones y orientar un abordaje más preciso en la prevención, diagnóstico y tratamiento de la salud materno-fetal. Para contrastar los hallazgos se aplicó la prueba exacta de Fisher con un nivel de confianza del 95%, obteniéndose un valor de $p = 0,486$ el cual fue mayor al nivel de significancia establecido $p > 0,05$ lo que indica que no existe una relación estadísticamente significativa entre el déficit de hierro y las alteraciones hematológicas en la población estudiada.

Palabras claves: Adolescentes embarazadas, déficit de hierro, anemia ferropénica, alteraciones hematológicas, hierro.

ABSTRACT

Teenage pregnancy is a social problem both globally and nationally. Within this population, iron deficiency is one of the most common complications that can alter the hematological system and, in many cases, trigger pathologies, with iron deficiency anemia being the most common. Given this problem, the main objective of our research was to specify the hematological alterations associated with iron deficiency in pregnant adolescents in the canton of Riobamba, province of Chimborazo, during the period January-September 2024. The research adopted a quantitative approach, with a cross-sectional, field, and non-experimental design. In addition, it was classified as prospective and relational, as it sought to determine the relationship between iron deficiency and hematological disorders in the study population. The sample consisted of 21 pregnant adolescents, selected according to previously established inclusion and exclusion criteria. The results showed that the prevalence of iron deficiency anemia was 9.5%, a low value compared to the physiological anemia typically seen in pregnancy. This finding is relevant, as it allows differentiation between the two conditions and guides a more precise approach to the prevention, diagnosis, and treatment of maternal-fetal health. To contrast the findings, Fisher's exact test was applied at the 95% confidence level, yielding $p = 0.486$, which was higher than the established significance level of $p > 0.05$, indicating that there is no statistically significant relationship between iron deficiency and hematological alterations in the studied population.

Keywords: Pregnant adolescents, iron deficiency, iron deficiency anemia, hematological disorders, iron.



Reviewed by:

Mgs. Hugo Romero

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0603156258

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El embarazo en adolescentes es un fenómeno preocupante derivado de múltiples factores sociales, económicos, culturales, nutricionales y de salud. Esta situación no solo impacta emocional y socialmente, sino que también implica serios riesgos para su bienestar físico, debido a que tienen mayor predisposición a complicaciones obstétricas y perinatales, afectando tanto su salud como la del neonato.

Durante el periodo de gestación, el organismo experimenta múltiples adaptaciones fisiológicas que impactan diversos sistemas, entre ellos el cardiovascular, respiratorio, renal, endocrino y hematológico¹. Este último resulta especialmente relevante, ya que pueden presentarse alteraciones hematológicas, como modificaciones en los índices eritrocitarios, cambios en el frotis periférico y otros hallazgos hematológicos que pueden conducir al desarrollo de diversas patologías.

De acuerdo con los datos globales, la Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que, aproximadamente el 37% de las mujeres gestantes sufren anemia durante la gravidez². A nivel mundial esta afección se asocia con un mayor riesgo de resultados maternos, fetales y perinatales adversos, incluyendo restricción del crecimiento y muerte intrauterina, es por ello que la deficiencia de hierro es responsable de un alto porcentaje de esta patología diagnosticada durante el periodo de gestación³.

Por otro lado, en un estudio realizado por Garro, V. y Thuel, M., manifiestan que la anemia en mujeres embarazadas presenta impactos significativos y variables según la región. En África, la prevalencia se encuentra entre el 53% y el 61%, mientras que en el Sudeste Asiático oscila entre el 44% y el 53%. A diferencia de Europa y Norteamérica donde los índices son notablemente bajos con valores entre el 17% y el 31%, en cambio, en América Latina los valores oscilan alrededor del 37% y el 52%⁴.

El Statista Research Department menciona que “América Latina y el Caribe son una extensa región compuesta por más de 40 países que incluye América del Sur, América Central, el Caribe y México”⁵. En este extenso y diverso territorio, la patología mencionada anteriormente afectó al 17,2 % de las mujeres entre 15 y 49 años en 2019, lo que representa aproximadamente 29,6 millones de personas, se considera que esta cifra se encuentra por debajo del promedio mundial, en cuanto al análisis realizado por subregiones, se observó que la prevalencia en Sudamérica fue del 17,3 % y en Mesoamérica del 14,6 %, mientras que en el Caribe hubo un incremento al 29,2 %, acercándose al nivel global estimado⁶.

De acuerdo, a la distribución por países latinos Haití lidero en porcentajes con un 47,7 % de prevalencia, seguido por Guyana con un 31,7 % y República Dominicana con 26,4 %. Por otra parte, Chile y Guatemala demostraron significativamente índices más bajos con 8,7 % y 7,4 % en comparación con los anteriores. Además, Colombia, Ecuador, México, Perú, San

Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago manifestaron que hubo avances significativos con disminuciones superiores al 30 %⁶.

En lo que se refiere a Ecuador, este es uno de los países con mayor número de casos de menores entre 15 y 19 años en estado de gravidez, en 2018 se registró que el 53 % de dicha población presentó anemia⁷. Una investigación realizada en el hospital Gineco-obstétrico de Guayaquil en el 2016 evidenció que el 78 % de las pacientes gestantes padecían anemia ferropénica (AF) y dentro de este grupo el 29 % presentaba un grado moderado a severo de la afección⁸.

Un estudio llevado a cabo en la provincia del Oro en el Hospital Gineco-Obstétrico Ángela Loayza de Ollague reveló una prevalencia del 69,3 % de gestantes afectadas, estableciendo una relación entre la adolescencia y la presencia de esta patología durante el embarazo. Conforme a los datos obtenidos en este estudio se pudo conocer que estas elevadas cifras pueden estar asociadas a la corta edad materna, el intervalo intergenésico menor a dos años y deficiencias en la adherencia a los protocolos de suplementación con hierro⁹.

En el caso de Chimborazo provincia ubicada en la región central del Ecuador, se evidenció que las investigaciones sobre anemia en adolescentes gestantes son limitadas. Sin embargo, un estudio realizado por Ortiz et al. en la ciudad de Riobamba en el Hospital Provincial General Docente en el 2021, determinó que existe una prevalencia del 18 % de anemia en adolescentes en periodo de gestación, este hallazgo resalta la importancia de fortalecer el papel del laboratorio en la detección temprana de alteraciones hematológicas y en el seguimiento del estado de salud de esta población vulnerable¹⁰.

A raíz de lo expuesto se evidencia una problemática en donde la adolescencia se caracteriza por ser una etapa marcada por diversos cambios físicos, hormonales y emocionales que aumentan los requerimientos nutricionales del organismo, especialmente en lo que respecta al hierro, debido al rápido crecimiento y a la aparición de la menstruación. Cuando una adolescente cursa el periodo de gravidez, estas necesidades nutricionales aumentan considerablemente lo que las hace más susceptibles a desarrollar alteraciones hematológicas, como la anemia ferropénica¹¹.

La AF es la forma más común de anemia, esta se origina cuando el cuerpo carece de una cantidad suficiente de hierro, nutriente esencial para la producción de hemoglobina (Hb), proteína que se encuentra dentro del eritrocito y se encarga de transportar el oxígeno. Esta deficiencia puede surgir por diversas razones incluyendo una ingesta insuficiente de este micronutriente en la dieta, problemas de absorción en el intestino delgado, pérdida de sangre debido a menstruaciones abundantes o sangrado interno, aumento de las necesidades de hierro durante el periodo prenatal o el crecimiento y en menor medida, factores genéticos¹².

Otra de las causas relevantes del desarrollo de esta alteración sanguínea en las gestantes radica en que no se limita únicamente a una deficiencia nutricional, sino que también se debe a una problemática influenciada por factores sociodemográficos, antecedentes

pregestacionales y las propias demandas fisiológicas de la gestación. Entre los elementos que contribuyen a esta situación se encuentra la falta de controles prenatales consecuentes, los intervalos intergenésicos cortos, la multiparidad a edad temprana, siendo todos estos los que limitan la detección y el tratamiento oportuno de esta patología¹³.

Las adolescentes embarazadas que presentan anemia tienen consecuencias en la salud tanto para la madre como para el feto, lo que conlleva a desarrollar algunos síntomas como cansancio, pérdida de resistencia, disnea, debilidad generalizada y palidez evidente. Además de las manifestaciones habituales una deficiencia de hierro pronunciada puede provocar glositis, queilosis, coiloniquia y un deseo anormal de ingerir sustancias no alimentarias como hielo, tierra, pintura, almidón y cenizas¹⁴.

Además, dependiendo de la severidad de esta alteración eritrocitaria se pueden desarrollar complicaciones prenatales y posnatales como el aborto inseguro, la muerte fetal y la hipertensión inducida, siendo estas las principales causas de mortalidad entre niñas de 15 a 19 años en el mundo. Así también, la AF puede presentar resultados adversos en la gestación tales como bajo peso al nacer, parto prematuro, muerte perinatal e infantil y hemorragia posparto¹⁵.

Las embarazadas forman parte del grupo de atención prioritaria por su vulnerabilidad son respaldadas por la Constitución de la República del Ecuador en el Art. 35, donde menciona que “Las personas adultas mayores, niñas, niños y adolescentes, mujeres embarazadas, personas con discapacidad, personas privadas de libertad y quienes adolezcan de enfermedades catastróficas o de alta complejidad, recibirán atención prioritaria y especializada en los ámbitos público y privado. La misma atención prioritaria recibirán las personas en situación de riesgo, las víctimas de violencia doméstica y sexual, maltrato infantil, desastres naturales o antropogénicos. El Estado prestará especial protección a las personas en condición de doble vulnerabilidad”¹⁶.

De igual manera, al ser el proceso gestacional una de las principales etapas que requiere cuidados especiales para proteger la salud de la madre y el bebé, la Constitución de la República del Ecuador ampara sus derechos en el Art. 43, que “El Estado garantizará a las mujeres embarazadas y en periodo de lactancia los derechos a:

1. No ser discriminadas por su embarazo en los ámbitos educativo, social y laboral.
2. La gratuidad de los servicios de salud materna.
3. La protección prioritaria y cuidado de su salud integral y de su vida durante el embarazo, parto y posparto.
4. Disponer de las facilidades necesarias para su recuperación después del embarazo y durante el periodo de lactancia”¹⁶.

En base a esta realidad surge la necesidad de analizar a profundidad el estado hematológico y los factores que influyen en esta problemática, planteándonos así la siguiente interrogante

¿Las alteraciones hematológicas están asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo en el periodo enero-septiembre del 2024?

En cuanto a lo expuesto, la realización de este estudio se justificó por la urgente necesidad de abordar las alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en Riobamba, una condición que, al no contar con estudios específicos en la región, limita la capacidad para diseñar intervenciones adecuadas y eficaces. Es fundamental conocer la problemática de la población, investigar la prevalencia de la anemia en este sector y evaluar la presencia o ausencia de esta afección. Con base en estos hallazgos, el estudio busca generar evidencia clave para optimizar la atención prenatal y guiar la implementación de políticas de salud pública más efectivas en la ciudad.

Por esta razón, el objetivo del proyecto de investigación fue especificar las alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo en el periodo enero-septiembre 2024. Este estudio se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico por el proyecto denominado “Ferrocínética en adolescentes embarazadas atendidas en el Hospital Provincial General Docente Riobamba-Ecuador” del mismo que se deriva el semillero de “Alteraciones fisiológicas y patológicas”.

Cabe destacar que, el laboratorio clínico es una herramienta que brinda la posibilidad de realizar análisis especializados que permiten detectar la deficiencia de hierro de manera precisa para identificar de forma temprana la AF, lo que favorece la aplicación oportuna de medidas preventivas y terapéuticas, consolidando su rol esencial en el diagnóstico y seguimiento de esta alteración, siendo los principales beneficiarios de este estudio la población de mujeres adolescentes embarazadas del cantón Riobamba, motivo por el cual se planteó los siguientes objetivos para dar cumplimiento con la investigación.

- Interpretar los índices hematimétricos primarios y secundarios en adolescentes embarazadas con sospecha de déficit de hierro del cantón Riobamba-Chimborazo mediante el uso de un analizador hematológico automatizado para evaluar alteraciones en la serie roja.
- Distinguir los niveles de hierro, ferritina y transferrina sérica en muestras sanguíneas de adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo, en el periodo enero-septiembre 2024 para reportar casos de anemia ferropénica.
- Relacionar las alteraciones hematológicas mediante los resultados de las pruebas de laboratorio aplicadas en el estudio para el diagnóstico de posibles patologías adicionales en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Embarazo Adolescente

El embarazo adolescente es una problemática social, especialmente en países en vías de desarrollo como el Ecuador. Los principales factores de riesgo son la presencia de vínculos familiares fragmentados, la exposición a situaciones de violencia en el hogar, así como, cuando la madre tuvo su primer embarazo a una edad temprana existe una mayor tendencia a que este patrón se repita por generaciones. Por otra parte, el bajo nivel educativo de los padres y especialmente de la madre, limita el acceso a información adecuada sobre sexualidad y salud reproductiva¹⁷.

El embarazo adolescente se define como la gestación que sucede en mujeres antes de los 20 años de edad, este acontecimiento tiene efectos tanto para las jóvenes afectadas como para la sociedad, cuyas consecuencias son amplias y diversas ya que pueden estar expuestas a enfrentar limitaciones en su educación y restricción en futuras oportunidades de trabajo, entre otras situaciones se pueden desarrollar ciclos de pobreza y dependencia económica en ellas¹⁸.

Por lo tanto, las adolescentes en estado de gravidez se enfrentan a diversas consecuencias importantes que afectan su salud, incluyendo aspectos físicos, emocionales, sociales y fisiológicos, debido a que pueden presentar alteraciones hematológicas por los diversos cambios biológicos que experimentan en esta etapa. Uno de los cambios que presentan es la anemia, la cual es significativa en el embarazo y se presenta cuando la hemoglobina es <11 g/dl en el primer trimestre o <10 g/dl en el segundo y tercer trimestre, mostrando una prevalencia que oscila entre el 2% y el 26%, dependiendo de la población¹⁹.

Perfil hematológico

Sangre y sus componentes

El cuerpo humano es un sistema biológico complejo en el cual cada uno de sus órganos y estructuras tienen funciones vitales para el bienestar general. Entre los distintos procesos que ocurren uno de los más importantes es la circulación sanguínea, principal medio de transporte de un líquido llamado sangre.

La sangre constituye un tejido conectivo especializado compuesto por una variedad de elementos celulares y líquidos que entre sí garantizan la supervivencia del organismo, sin embargo, el volumen presente en un ser humano adulto puede variar dependiendo de factores como el peso, la altura, la edad y el sexo. No obstante, se estima que, en promedio una persona adulta posee entre 4.5 y 6.0 litros de este líquido esencial²⁰.

La totalidad del volumen sanguíneo está constituida en un 55% por su fracción líquida, conocida como plasma, este contiene un 92% de agua y un 8% de sales minerales, proteínas, hormonas, glucosa, grasas y vitaminas. El 45% restante corresponde a los elementos formes que incluye principalmente glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas²¹.

Funciones

La sangre tiene la capacidad de actuar como medio de transporte de nutrientes esenciales como el oxígeno que lo distribuye a las células de todo el organismo, recoge el dióxido de carbono (CO₂) y lo moviliza hasta los pulmones para su eliminación mediante la respiración, además, se encarga de llevar los desechos metabólicos hacia los órganos excretores como los riñones. Por otro lado, en las células sanguíneas se encuentran sustancias amortiguadoras que ayudan a la regulación del pH del cuerpo, también mantienen la temperatura corporal y regulan el contenido de agua a través de la presión osmótica que se da mediante la interacción de iones y proteínas disueltos en ella²².

Elementos formes

Estos se clasifican en tres principales tipos celulares empezando por los más numerosos que son los eritrocitos los cuales son células en forma de disco bicóncavo, sin núcleo y de aproximadamente 8 micras de diámetro. Son producidos en la médula ósea, con una vida útil de alrededor de 120 días, tras los cuales son eliminados por macrófagos en el bazo e hígado. Normalmente se encuentran en una cantidad de 5,5 millones por milímetro cúbico (mm³) en el varón adulto y en mujeres en una cantidad de 4,8 millones por milímetro cúbico (mm³)²².

Los leucocitos son células clave en la defensa inmunológica del organismo, divididas en polimorfonucleares y mononucleares, desempeñando funciones especializadas según su tipo; los neutrófilos predominan en la respuesta inicial frente a infecciones, los basófilos contribuyen a la regulación inflamatoria, y los eosinófilos intervienen en la eliminación de parásitos. Entre los mononucleares, los linfocitos coordinan la inmunidad adaptativa, mientras que los monocitos, remueven patógenos reforzando las defensas del organismo²³.

Las plaquetas son las células más pequeñas circulantes en el torrente sanguíneo, miden entre 2 y 5 micrómetros, son las encargadas de intervenir en la coagulación adhiriéndose a los vasos sanguíneos dañados para formar coágulos y detener el sangrado. Actualmente se conoce que cumplen otro papel importante en procesos como la inflamación, la formación de vasos sanguíneos, defensa contra infecciones y la diseminación de tumores²⁴.

Índices hematimétricos

Los índices hematimétricos (IH) son un conjunto de valores que se obtienen a través del hemograma y permiten describir características de los glóbulos rojos con relación a su tamaño, forma y contenido de hemoglobina y de cierta forma clasificar algunos tipos de

anemia. Estos se dividen en primarios (como la hemoglobina, el hematocrito y el número de eritrocitos) y secundarios, que se calculan a partir de los primeros²⁵.

Índices primarios

Número de eritrocitos

Es el recuento de glóbulos rojos que se encuentran presentes en la sangre, estos resultados se pueden expresar en millones por milímetro cúbico. Un recuento disminuido puede indicar anemias de diferentes orígenes, mientras que un recuento elevado puede observarse en policitemias primarias o secundarias²⁶.

Hematocrito (Hto)

Representa el porcentaje de los glóbulos rojos en la sangre, indicando que cantidad del volumen total de la sangre está compuesto por estos componentes. Este resultado es crucial para identificar diversas afecciones hematológicas. Por un lado, un hematocrito bajo puede indicar anemia o un hematocrito elevado puede sugerir policitemia²⁷.

Hemoglobina (Hb)

Es una proteína esencial que se encuentra en los glóbulos rojos, su principal función es el transporte de oxígeno desde los pulmones hacia los tejidos del cuerpo, así como se encarga también del retorno del dióxido de carbono para su eliminación. Esta molécula compleja tiene en su estructura cuatro cadenas polipeptídicas denominadas globinas y un grupo hemo, que contiene hierro y un pigmento denominado porfirina el cual es el responsable de otorgarle un color rojo intenso característico a la sangre²⁸.

Índices secundarios

Volumen corpuscular medio (VCM)

Hace referencia al tamaño promedio que presenta el eritrocito, se lo calcula a partir de una fórmula matemática que proporciona una medida en femtolitros (fL)²⁹. Se estima que los valores de referencia oscilan entre 80-100 fL, lo que indica un estado normocítico. Un VCM bajo indica una anemia microcítica que puede estar en relación con una deficiencia de hierro o con talasemias, mientras que un VCM alto indica una anemia macrocítica lo cual puede estar asociada a deficiencias de la vitamina B12 o ácido fólico³⁰.

Fórmula matemática para calcular el VCM

$$VCM = \frac{HCT}{RBC} * 10$$

Hemoglobina corpuscular media (HCM)

Representa la carga promedio de contenido de hemoglobina que se encuentra dentro de cada hematíe se lo calcula por fórmula matemática para obtener una medida en picogramos (pg)³¹. Los valores de referencia se encuentran dentro de un rango de 27-32 pg lo que indica un estado normocrómico, valores bajos hacen referencia a una hipocromía que se puede observar en anemias ferropénicas y hemoglobinopatías y valores altos hacen referencia a una hipercromía³⁰.

Fórmula matemática para calcular el HCM

$$HCM = \frac{Hb}{RBC} * 10$$

Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)

Representa el promedio de la cantidad de la hemoglobina presente en 100 mL de eritrocitos y se expresa en gramos/decilitro (g/dL), presentan un rango normal de 32-36 g/dL. Tiene una estrecha relación con la HCM debido a que son útiles para clasificar los eritrocitos en normocrómicos, hipocrómicos o, en casos poco comunes, hipercrómicos, aunque esta última categoría rara vez se reporta²⁹.

Fórmula para el cálculo manual de CHCM.

$$CHCM = \frac{Hb}{HCT} * 100$$

Alteraciones hematológicas

Durante el embarazo el sistema hematológico sufre ciertas adaptaciones fisiológicas, las más frecuentes suelen ser:

Cambios en los Índices Eritrocitarios

Disminución de la hemoglobina

Esto se da cuando la hemoglobina tiene una concentración inferior a 11g/dL independientemente del trimestre en el que se encuentre, sin embargo resalta que fisiológicamente la Hb puede disminuir unos 0,5 g/dL durante el segundo trimestre, esto se da debido a que el volumen plasmático aumenta en un 50 %, mientras que la cantidad de glóbulos rojos solo aumenta un 25% , este aumento desproporcionado provoca que la sangre se diluya y así disminuya la concentración de Hb y Hto³².

Microcitosis

Es la disminución del tamaño normal de los eritrocitos, en la anemia ferropénica la falta de hierro impide que se dé correctamente la síntesis de hemoglobina, lo que provoca la aparición de hematíes más pequeños de lo normal siendo este un principal hallazgo de esta patología³³.

Hipocromía

La hemoglobina es la proteína que le proporciona el color característico al eritrocito, cuando existe una deficiencia de hierro o del grupo hemo por falta de síntesis, provoca una reducción en la coloración de los hematíes incrementando un área central en el mismo, es decir en una observación microscópica de un frotis periférico estas células van a presentar palidez central de gran extensión³³.

Aumento de la Amplitud de Distribución Eritrocitaria (ADE o RDW):

El RDW evalúa la diferencia que existe en el tamaño de los eritrocitos en una muestra de sangre, este se eleva cuando existe anisocitosis, por lo tanto, este parámetro es útil para diferenciar patologías como un rasgo talasémico en el cual se encuentran valores de RDW normales mientras que en una AF están elevados por la falta de hierro en donde suelen aparecer eritrocitos normales, pequeños e hipocrómicos en distintos tamaños³⁴. }

Alteraciones presentes en el frotis sanguíneo

Anisocitosis

Es la discrepancia que existe en el tamaño de los eritrocitos, esta alteración se presenta como una condición fisiológica en las embarazadas, esta es medida por el cociente entre el RDW dividido por el VCM mismo que es expresado en tanto por ciento. En un estudio realizado se evidencio que el coeficiente de variación del ancho de la distribución de los eritrocitos aumenta conforme avanza la gestación³⁵.

Poiquilocitosis

Es la desigualdad en las formas de los eritrocitos que se da cuando hay alteraciones en la membrana del mismo dando como resultado hematíes con formas diferentes, en la anemia por deficiencia de hierro la evaluación del frotis sanguíneo, suele mostrar microcitosis, hipocromía y formas en lápiz también conocidos como eliptositos u ovalocitos debido a la disminución de hierro circulante³⁶.

Otros hallazgos hematológicos

Trombocitosis

La anemia por déficit de hierro puede desencadenar una trombocitosis reactiva, caracterizada por un aumento significativo en el número de plaquetas debido a la expansión y diferenciación de los progenitores de megacariocitos. En la mayoría de los casos esta trombocitosis suele considerarse una condición benigna y rara vez se acompaña de complicaciones trombóticas graves, no obstante, existen reportes de recuentos plaquetarios muy elevados que han sido relacionados con tromboembolismo venoso³⁷.

Perfil bioquímico

Conocer los niveles de hierro, ferritina y transferrina es esencial, ya que permite identificar de manera integral el metabolismo del hierro facilitando la detección de deficiencias

Hierro

Es un micronutriente necesario para el crecimiento y el desarrollo en todas las etapas de la vida humana, el cuerpo en condiciones normales requiere de aproximadamente 75 mg/kg de acuerdo al peso, en el caso de la mujer adulta necesita 35 mg/kg, en base a estos valores se puede evidenciar la elevada frecuencia de deficiencia de hierro que existe en la mujer³⁸.

El hierro (Fe) en el cuerpo almacena sólo una pequeña porción <0.1 % en el plasma sanguíneo. Por otro lado, el ion férrico, en el suero se conserva soluble pegándose a la transferrina, que sirve como un intermediario entre el metabolismo sistémico y celular del hierro, es por ello que la mayor parte del hierro presente en el organismo se encuentra en forma de compuestos hemínicos (compuestos de hierro presentes en los alimentos de origen animal), siendo la hemoglobina y la mioglobina los más abundantes³⁸.

El receptor de la transferrina funciona como puerta de entrada de esta hacia la célula, cuando esta proteína está dentro de la célula el hierro se separa de la transferrina, siendo distribuida en las proteínas celulares que contienen hierro o también puede ser almacenado como en la ferritina o en la hemosiderina. Es por ello que la ferritina y la hemosiderina actúan como las principales formas de almacenamiento de este elemento en el cuerpo, se estima que el hombre tiene alrededor de 1gr de hierro almacenado y la mujer oscila entre 200 y 400 mg³⁸.

Metabolismo de hierro durante el embarazo

Las reservas de hierro en la madre en el momento de la concepción y la cantidad de hierro absorbido durante la gestación son los dos factores que contribuyen a que se desarrolle AF en el embarazo. Durante su estado esta patología es común entre las mujeres de los países en desarrollo, lo que sugiere que las reservas de hierro preexistentes son con frecuencia

insuficientes y que los cambios fisiológicos provocados por el mismo son escasos para satisfacer sus requerimientos³⁹.

Dado que el volumen sanguíneo de la madre aumenta durante el embarazo y el feto crece y se desarrolla, hay un marcado aumento de la necesidad de hierro. En esta etapa, la hepcidina fetal regula la transferencia de hierro del plasma materno al feto, niveles bajos de esta facilitan la transferencia, mientras que niveles altos retienen el hierro en ciertas células. Aunque la necesidad diaria de hierro varía entre 1 y 8 mg, es esencial incrementar su consumo en el embarazo y la lactancia para satisfacer las demandas del feto, la placenta, el volumen sanguíneo materno y reponer las pérdidas del parto³⁹.

Es por ello que las reservas de hierro antes del embarazo son clave para cubrir el aumento de demanda durante la gestación, necesario para la expansión de glóbulos rojos, el desarrollo del feto y la placenta. Se requieren entre 1000–1200 mg de hierro en total, por lo que es fundamental contar con ≥ 500 mg de reservas al momento de la concepción, equivalentes a niveles de ferritina sérica de 70–80 $\mu\text{g/L}$, para evitar deficiencia o anemia sin suplementos³⁹.

Ferritina

Es la proteína principal en donde se almacena el hierro y es esencial para mantener su homeostasis, en el cuerpo una pequeña parte de esa proteína se libera al torrente sanguíneo. Cuando el organismo no cursa por algún proceso inflamatorio activo, la concentración de ferritina sérica refleja de manera confiable las reservas corporales totales de Fe, la concentración de ferritina sérica baja indica depósitos agotados de hierro, mientras que valores altos reflejan muchas reservas de hierro⁴⁰.

La ferritina aún se considera como el mejor indicador para la detección en etapa temprana del déficit de hierro, aunque hay variabilidad en los umbrales utilizados durante el embarazo. Sin embargo, la OMS, menciona que una ferritina $<15\mu\text{g/L}$ es déficit de hierro, pero directrices recientes del Reino Unido sugieren un valor más alto de $<30\mu\text{g/L}$ ⁴¹.

Transferrina

La transferrina (Tf) es una glucoproteína perteneciente a la fracción β -2 globulina que se sintetiza sobre todo en el hígado, aunque también puede formarse en el sistema reticuloendotelial y en algunas glándulas endocrinas como los testículos y los ovarios. Su estructura cuenta con dos sitios de unión para el hierro, aunque normalmente solo se utiliza cerca de un tercio de esa capacidad. La cantidad de transferrina en el plasma depende de la disponibilidad de hierro esta se eleva cuando existe déficit y disminuye en situaciones de exceso, lo que la convierte en un marcador clave del equilibrio del metabolismo del hierro⁴².

La principal función es el transporte del hierro, que consiste en movilizarlo de forma férrica (Fe^{3+}) a través de la sangre, para lo cual interviene la hefaestina que es una enzima que

transforma el hierro ferroso (Fe^{2+}) en férrico y así permite que la transferrina lo capture para que pueda circular por la sangre y distribuya el hierro a las distintas células del organismo mediante receptores específicos localizados en su membrana, los cuales aumentan cuando la célula requiere hierro y disminuyen cuando no lo necesita. Además, participa en el reciclaje del hierro proveniente de eritrocitos envejecidos, ya que, tras ser liberado por los macrófagos y convertido nuevamente a férrico, vuelve a ser captado por la transferrina para continuar su función de distribución en el organismo⁴³.

Patologías asociadas al déficit de hierro

Anemia Ferropénica (AF)

Es un tipo de anemia que se considera que ocurre cuando la cantidad de eritrocitos o de hemoglobina en sangre es inferior a lo normal. La Hb es una proteína rica en hierro la cual es responsable de transportar el oxígeno, en cuanto, a los valores normales se define que en mujeres adultas debe ser superior a 12 g/dL y en hombres adultos superior a 13 g/dL⁴⁴.

La AF se manifiesta debido a una deficiencia de hierro en el organismo, a esta condición se la considera como ferropenia en donde no se puede mantener una homeostasis normal por los valores bajos de este mineral. Se diagnostica cuando los niveles de hemoglobina son inferiores a 11g/dL, el hierro sérico se encuentra menor a 10 $\mu\text{mol/L}$ y la ferritina es menor a 12 $\mu\text{g/L}$ ⁴⁵.

Esta condición puede presentar una variedad de síntomas generales e inespecíficos, entre los más comunes se encuentran la palidez de piel y mucosas, dificultad para respirar, cansancio extremo y piel seca o áspera. También pueden presentarse glositis atrófica que hace referencia a la inflamación y dolor en la lengua, alopecia, síndrome de piernas inquietas, y pica, que es el deseo de consumir sustancias no alimenticias como tierra o hielo. Otros signos incluyen disfagia por red esofágica, queilitis angular, coiloniquia (uñas en forma de cuchara), escleras azules y en algunos casos, clorosis⁴⁵.

Etapas de la anemia ferropénica

Por lo general las anemias se pueden clasificar en fases que van desde ligeras a moderas y finalizando en severas. No obstante, el déficit de hierro abarca distintos estadios entre los cuales se encuentra:

- **Etapas de ferropenia latente:** Es el primer estadio de la deficiencia de hierro, en donde se evalúa principalmente la ferritina debido a su alta especificidad como indicador del estado de las reservas de hierro. Una concentración sérica de ferritina inferior a 10–15 ng/mL tiene una especificidad del 99 % para la detección precoz de ferropenia⁴⁶.

- **Etapas de ferropenia sin anemia:** También denominada eritropoyesis ferropénica, se caracteriza por un aumento en los niveles de transferrina como mecanismo compensatorio, lo que puede llegar a producir un descenso del contenido de Hb en los reticulocitos, lo que indica una producción ineficiente de glóbulos rojos⁴⁷.
- **Etapas de Anemia ferropénica:** Corresponde la fase más tardía de la depleción de las reservas de hierro del organismo por lo que manifiesta una reducción de los niveles de hemoglobina o del número de eritrocitos por debajo de los valores considerados normales según la edad y el sexo⁴⁶.

Anemia de Enfermedad Crónica (AEC) o Anemia Inflamatoria (AI)

La AEC o también denominada AI se asocia a procesos inflamatorios crónicos donde activa el sistema inmune con la liberación de citocinas y aumenta la hepcidina lo que disminuye el hierro plasmático y detiene la eritropoyesis. La hepcidina es sintetizada en el hígado el cual es el principal regulador del metabolismo del hierro y controla su llegada al plasma. Al aumentar durante la inflamación, va a producir hiposideremia y acumulación de hierro en forma de ferritina, por lo cual, aunque existan reservas de hierro, este no está disponible para la eritropoyesis, generando una anemia ferropénica funcional⁴⁸.

En esta patología los pacientes suelen presentar una anemia leve a moderada, generalmente normocítica y normocrómica, acompañada de una disminución en el recuento de reticulocitos. Los reactantes de fase aguda, como la velocidad de sedimentación y la proteína C reactiva se encuentran elevados debido al proceso inflamatorio. Analíticamente se observa hiposideremia y baja saturación de transferrina, mientras que los niveles de ferritina y hepcidina están aumentados, reflejando la acumulación de hierro en los macrófagos⁴⁸.

Diagnóstico de laboratorio

La anemia por deficiencia de hierro es caracterizada por presentar principalmente valores anormales de los resultados de laboratorio, la determinación de los niveles séricos de hemoglobina y hematocrito son la principal prueba para el diagnóstico de la misma, aunque no permita identificar de manera específica la deficiencia de hierro. Los hallazgos de laboratorio típicos en la AF incluyen; anemia microcítica e hipocrómica, reservas de hierro disminuido, bajas concentraciones de hierro en el plasma, incremento de la capacidad total de fijación de hierro y niveles reducidos de ferritina⁴⁹.

El diagnóstico de anemia por déficit de hierro suele ser sencillo de ejecutar ya que se basa en realizar un hemograma que revela el tipo que es en este caso microcítica hipocrómica arregenerativa con un conteo de reticulocitos que permanece normal o disminuido⁵⁰. Por otro lado, se diagnostica anemia gestacional cuando se encuentran los siguientes valores:

- Hb<11 g/dL durante el primer y tercer trimestres
- Hb<10,5 g/dL durante el segundo trimestre.

En función del nivel de Hb se diferencian grados de severidad:

- Leve: 10-10.9 g/dL
- Moderada: 7-9.9 g/dL
- Grave: <7 g/dL ⁵¹.

La medición de ferritina sérica es el parámetro de laboratorio más sensible, específica y económica para evaluar la deficiencia de hierro⁵⁰. Los niveles inferiores a 15 mg/L de hierro son diagnósticos establecidos de deficiencia, por otro lado, una concentración por debajo de 30 mg/L en el embarazo es indicación de tratamiento, no obstante, para que los resultados sean más confiables es necesario determinar ferritina con hierro sérico⁴⁹.

Sin embargo, al ser la ferritina un reactante de fase aguda, es complicado determinar con precisión el nivel límite de ferritina que indica deficiencia de hierro, especialmente cuando el paciente presenta además de ferropenia, alguna enfermedad crónica o inflamatoria que también desata una anemia⁵⁰.

El índice de saturación de la transferrina (IST) también es una prueba accesible que puede contribuir al diagnóstico de la AF, no obstante, es importante recalcar que el IST, también disminuye en casos de anemia inflamatoria. Cuando el IST es inferior a 16% se asocia con una deficiencia de hierro que no es suficiente para mantener una eritropoyesis normal⁵⁰.

Pruebas Automatizadas Hematológicas

Hemograma

Es una prueba de laboratorio esencial que mide y cuantifica los principales componentes celulares de la sangre: eritrocitos, leucocitos y plaquetas, así como parámetros como la hemoglobina y el hematocrito. Esta prueba es muy utilizada en el campo clínico y permite detectar alteraciones en estos valores, lo que puede indicar la presencia de enfermedades como la anemia y orientar hacia estudios más específicos si se encuentran resultados anormales⁵².

Analizador hematológico automatizado- Diriu BF-6900

La automatización en los laboratorios clínicos ha tenido un avance magno en la forma en que se procesan y analizan las muestras, permitiendo una mayor precisión, eficiencia y control en los procedimientos. En este sentido, el analizador hematológico automático Dirui

BF-6900CRP nos permite realizar el análisis completo de sangre (CBC) y proteína C reactiva (CRP) en una sola muestra (Ver Anexo 1).

Este equipo realiza el hemograma completo con diferencial (DIFF) y la prueba de PCR utilizando como muestra sangre completa con un volumen mínimo de 30 µL para procesarlo en tan solo un minuto. Incluye un sistema de rotación automático de 360° para evitar errores en la lectura de códigos de barras, tiene incorporado un sistema de conectividad bidireccional con el sistema LIS lo que facilita la transferencia de datos⁵³.

Principios

El analizador utiliza la técnica de impedancia eléctrica para determinar tanto la cantidad como la distribución del volumen de los hematíes y las plaquetas, en cambio para medir la concentración de hemoglobina se emplea un método colorimétrico. Además, recurre a la citometría de flujo con láser semiconductor para calcular el total de glóbulos blancos y diferenciar los leucocitos en cinco tipos distintos.

Impedancia eléctrica para recuento de eritrocitos y plaquetas

Es un método que se utiliza para el conteo de glóbulos rojos y plaquetas el cual se fundamenta en registrar los cambios en la resistencia eléctrica que se producen cuando las células atraviesan una diminuta abertura⁵⁴.

A medida que las células pasan una tras otra, se genera una serie continua de pulsos eléctricos, donde cada uno representa una célula, y la altura del pulso indica su volumen. Finalmente, el sistema clasifica las células según su tamaño y construye un histograma que muestra su distribución volumétrica⁵⁵.

Colorimetría para medición de concentración hemoglobina

El equipo utiliza el método colorimétrico basado en SLS-Hb que utiliza un agente tensioactivo para reaccionar con la misma. El procedimiento consiste en destruir los eritrocitos de una muestra diluida, liberando la Hb, la cual se une al reactivo y forma un compuesto estable, para que así el sistema pueda comparar la señal con la obtenida previamente con el diluyente (sin muestra) obteniendo así automáticamente la concentración de hemoglobina en gramos por litro⁵⁵.

Citometría de flujo láser para diferencial de leucocitos

Es un método esencial para el análisis de células en suspensión en muestras líquidas, su principio básico se basa en el paso de las células, una por una, a través de un haz de luz láser dentro de una cámara de flujo. En equipos como el Dirui BF-6900, se usan tinciones especiales que resaltan componentes celulares clave antes de la medición⁵⁵.

Cuando cada célula atraviesa el láser genera patrones de dispersión lumínica detectados por sensores. La luz desviada en ángulos bajos refleja el tamaño y volumen celular, mientras que los ángulos más amplios permiten evaluar la complejidad estructural interna de cada célula, revelando detalles sobre la estructura y complejidad de la misma⁵⁶.

Pruebas Automatizadas Bioquímicas

Analizador automático de química clínica - PKL-PPC 125

Es un equipo diseñado para el uso en química clínica que utiliza un método colorimétrico fotoeléctrico para la cuantificación de analitos como hierro, ferritina y transferrina. Este equipo se destaca por su capacidad de realizar métodos de ensayo como punto final, dos puntos finales, cinético y tiempo fijo necesitando un volumen mínimo de reacción de 150 µL (Ver anexo 2).

Determinación de hierro

Se realiza el análisis mediante un método colorimétrico in vitro en suero o plasma, su fundamento radica en que, bajo condiciones ligeramente ácidas y con cloruro de guanidinio, el hierro (Fe^{3+}) unido a la transferrina se libera y posteriormente es reducido a Fe^{2+} por hidroxilamina. El hierro divalente así obtenido forma un complejo coloreado con FerroZine®, el cual es cuantificable mediante espectrofotometría (Ver anexo 3).

Desde el punto de vista diagnóstico, la medición del hierro sérico es fundamental, ya que este elemento se encuentra principalmente en la hemoglobina y mioglobina. Niveles bajos de hierro suelen asociarse a anemias ferropénicas y a enfermedades infecciosas, mientras que valores elevados pueden observarse en patologías hepáticas, hemocromatosis o en situaciones con alta concentración de transferrina⁵⁷.

Determinación de ferritina

La determinación cuantitativa de ferritina por inmunoturbidimetría es un método diagnóstico in vitro que emplea partículas de látex recubiertas con anticuerpos específicos contra la ferritina humana. Cuando la ferritina presente en el suero reacciona con estas partículas, se produce una aglutinación que incrementa la absorbancia de la mezcla. Este aumento de absorbancia es proporcional a la concentración de ferritina y se puede medir espectrofotométricamente (Ver anexo 4).

En cuanto a su utilidad diagnóstica, la ferritina es la principal proteína encargada de almacenar hierro en el organismo, por lo que sus niveles en sangre reflejan de manera confiable las reservas totales de hierro. La medición de ferritina es útil en el diagnóstico de anemia ferropénica y en el seguimiento de enfermedades crónicas, inflamatorias, hepáticas,

algunos tipos de cáncer y artritis reumatoide, donde los niveles pueden elevarse independientemente del estado del hierro⁵⁸.

Determinación de transferrina

La medición cuantitativa de transferrina es una técnica de laboratorio utilizada para el diagnóstico in vitro. Su principio se basa en la reacción entre la transferrina presente en la muestra y un antisuero específico anti-transferrina humana, lo que genera agregados que aumentan la turbidez de la solución. Este cambio en la absorbancia se compara con una curva estándar para determinar la concentración de transferrina en la muestra (Ver anexo 5).

Respecto a su importancia clínica, la transferrina desempeña un papel fundamental en el transporte de hierro en sangre. Sus niveles pueden elevarse en casos de deficiencia grave de hierro o hepatitis viral, mientras que valores disminuidos suelen observarse en enfermedades crónicas o anemias hemolíticas⁵⁹.

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

Enfoque de investigación

Es de tipo cuantitativo debido a que se analizaron datos numéricos mediante los resultados de pruebas de laboratorio como hemogramas completos y pruebas séricas como hierro, ferritina y transferrina ya que al ser buenos indicadores permitieron identificar patrones asociados al déficit de este mineral en las adolescentes embarazadas, además, como técnica se utilizaron encuestas realizadas a estas pacientes con el fin de obtener información adicional de las mismas.

Tipo de investigación

Según el estudio realizado sobre las Alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo en el periodo enero-septiembre 2024 y en función de sus objetivos, esta investigación se desarrolló:

Según el nivel

Es de tipo relacional debido a que se buscó comprender cómo se vincularon las alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro, mediante la implementación de pruebas hematológicas que permitieron la identificación de manera precisa estas variables, contribuyendo así a un diagnóstico.

Según el diseño

Es de campo, dado que se recolectaron los datos de forma directa con las personas que formaban parte de la investigación en el lugar donde sucedieron los hechos, lo que permitió obtener información real y no experimental debido a que no se manipuló intencionalmente ninguna de las variables en el estudio.

Según el corte

Es transversal, dado que los datos se recopilaron en un solo punto temporal dentro del periodo establecido, lo que determinó las diferentes concentraciones de los parámetros hematológicos en la investigación y su relación con el posible estado de anemia, lo que permitió obtener información detallada y precisa en un punto específico en el tiempo.

Según la secuencia temporal

Es prospectivo, debido a que la recolección de datos se efectuó de manera directa y secuencial conforme iban sucediendo los hechos, fortaleciendo así la validez y confiabilidad de los hallazgos obtenidos.

Población de estudio y Tamaño de muestra

Población

La población de estudio estuvo conformada por 66 pacientes adolescentes embarazadas residentes en la provincia de Chimborazo, que reciban atención en las unidades de salud locales entre enero y septiembre de 2024.

Muestreo

El muestro fue no probabilístico por conveniencia, debido a que se seleccionó a las participantes de acuerdo a su fácil acceso y disponibilidad de participar en la investigación.

Muestra

Una vez que se aplicaron los criterios de selección la muestra quedó constituida por 21 pacientes que cumplieron con los criterios establecidos para el estudio. Estas pacientes fueron aquellas que, tras la aplicación de los criterios, fueron consideradas aptas para participar, garantizando así una muestra representativa de adolescentes embarazadas en el cantón Riobamba.

Criterios de inclusión

- Adolescentes en estado de gravidez con edades comprendidas entre 13 y 19 años que reciban atención prenatal en centros de salud del cantón Riobamba durante el periodo de estudio.
- Gestantes que se encontraron en cualquier trimestre de embarazo que cuenten con resultados completos de pruebas hematológicas.
- Pacientes que aceptaron participar en el estudio voluntariamente y firmaron el consentimiento informado garantizando la confidencialidad y ética en el manejo de datos.

Criterios de exclusión

- Pacientes que no asistieron o se negaron a realizarse la toma de muestra sanguínea para la realización de exámenes de laboratorio.
- Gestantes adolescentes que no contaron con registros completos de sus pruebas hematológicas y datos clínicos para el estudio.
- Pacientes que no actualizaron su domicilio para la intervención completa
- Muestras que no estuvieron en las condiciones adecuadas para la realización de los estudios.

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos se llevaron a cabo de manera directa, obteniendo información de las participantes en sus domicilios y también de aquellas que acudieron a la UNACH para la toma de muestra sanguínea. Además, se aplicaron dos encuestas estructuradas, una de ellas enfocada en aspectos de Salud y Nutrición (Ver anexo 6), y otra para determinar el nivel socioeconómico de las participantes (Ver anexo 7).

Procesamiento de datos

El procesamiento de datos se realizó mediante el diseño de una matriz en Excel, destinada a recopilar los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, considerando el procesamiento, análisis e interpretación de las pruebas hematológicas y químicas aplicadas (Ver Anexo 8). Una vez obtenidos los resultados de las pruebas de laboratorio, se efectuó el análisis estadístico con el fin de comprobar la hipótesis, para ello se elaboró una tabla de contingencia de 2x2 que nos sirvió para aplicar la prueba exacta de Fisher a través del software estadístico SPSS (Ver Anexo 9).

Consideraciones éticas

Este proyecto de investigación se deriva del proyecto “Comportamiento de la ferrocínica en adolescentes embarazadas”, aprobado por el comité de ética en investigación en seres humanos de la Universidad UTE con código de aprobación CEISH-2021-011.

Hipótesis

Hipótesis nula (H_0):

No existen alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, durante el periodo enero – septiembre 2024.

Hipótesis alternativa (H_1):

Existen alteraciones hematológicas asociadas al déficit de hierro en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, durante el periodo enero-septiembre 2024.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras analizar los datos recopilados sobre adolescentes embarazadas del cantón Riobamba-Chimborazo, correspondientes al periodo enero-septiembre de 2024, se seleccionaron 21 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y conformaron la muestra de este estudio. A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, organizados en tablas, con el propósito de cumplir con los objetivos planteados.

Índices hematimétricos primarios y secundarios en adolescentes embarazadas.

El seguimiento de los índices hematimétricos primarios y secundarios es esencial para detectar alteraciones en la serie roja durante la gestación, especialmente en adolescentes, quienes son más susceptibles a deficiencias nutricionales y hematológicas.

Tabla 1. Índices hematimétricos primarios y secundarios que conllevan a alteraciones durante el primer y tercer trimestre de embarazo en adolescentes

Índices hematimétricos													
Primer trimestre de embarazo													
Índices primarios							Índices secundarios						
Parámetro	GR (4-6 x 10 ⁶ /μL)		Hto (>33%)		Hb (>11 g/dL)		VCM (80 – 100 fl)		HCM (27 – 31 pg)			CHCM (30% – 36%)	
Alteración	Eritopenia	Normal	Disminuido	Normal	Hipohemo- globinemia	Normal	Microcitosis	Normocitosis	Hipocromía	Normocromía	Hipercromía	Normocromía	Hipercromía
Frecuencia	4	17	8	13	2	19	1	20	1	17	3	20	1
Porcentaje	19,04%	80,95%	38,10%	61,90%	9,52%	90,48%	4,76%	95,24%	4,76%	80,95%	14,29%	95,24%	4,76%
Tercer trimestre de embarazo													
Índices primarios							Índices secundarios						
Parámetro	GR (4-6 x 10 ⁶ /μL)		Hto (>33%)		Hb (>11 g/dL)		VCM (80 – 100 fl)		HCM (27 – 31 pg)			CHCM (30% – 36%)	
Alteración	Eritopenia	Normal	Disminuido	Normal	Hipohemo- globinemia	Normal	Microcitosis	Normocitosis	Hipocromía	Normocromía	Hipercromía	Normocromía	Hipercromía
Frecuencia	4	17	19	2	11	10	3	18	2	17	2	21	-
Porcentaje	19,04%	80,95%	90,48%	9,52%	52,38%	47,62	14,29%	85,71%	9,52%	80,95%	9,52%	100%	-

GR: Glóbulos rojos **Hto:** Hematocrito **Hb:** Hemoglobina **VCM:** Volumen corpuscular medio **HCM:** Hemoglobina corpuscular media **CHCM:** Concentración de hemoglobina corpuscular media

μL: Microlitros **dL:** Decilitros **fl:** Fentolitros **pg:** Picogramos

Análisis e interpretación

En la Tabla 1 se presentan los valores de los índices hematimétricos primarios y secundarios en dos fases importantes de la gestación detallando la frecuencia y porcentaje de valores normales y alterados en la serie roja. Según los datos evidenciados durante la fase inicial se identificaron alteraciones compatibles con ferropenia con un predominio en la reducción del hematocrito del 38,10%, un 9,52% hipohemoglobinemia, mientras que microcitosis e hipocromía se observaron en el 4,76%, indicando alteraciones leves en la serie roja. Hacia el tercer trimestre, estas alteraciones se intensificaron, con un 90,48% de hematocrito disminuido, 52,38% de hipohemoglobinemia, 14,29% de microcitosis y 9,52% de hipocromía, evidenciando una tendencia progresiva hacia la anemia ferropénica conforme aumenta la demanda de hierro durante la gestación.

Discusión

Los resultados obtenidos revelan un incremento de alteraciones en los índices hematimétricos, presentes desde el primer trimestre y que se intensifican en el tercero. Esta tendencia, asociada al aumento de casos sugestivos de anemia ferropénica hacia el final de la gestación, puede explicarse porque, según Carillo et al., la demanda de hierro crece para satisfacer las necesidades maternas, fetales y placentarias. Cuando la ingesta o las reservas de hierro son insuficientes, es más probable que se presenten alteraciones hematimétricas características de la ferropenia, como las observadas en el estudio⁶⁰.

Mina et al., destacan la importancia de una correcta interpretación de estos parámetros para detectar manifestaciones tempranas de deficiencia férrica, subrayando al VCM como el parámetro más relevante debido a su eficacia para detectar microcitosis característica de esta condición. En complemento, el HCM aporta información crucial sobre la cantidad de hemoglobina por eritrocito, siendo especialmente importante en poblaciones con alto riesgo, como las mujeres gestantes, debido a sus mayores exigencias metabólicas durante este periodo⁶¹.

Por otro lado, el estudio realizado por Forwah et al., evidencia que, a lo largo de los tres trimestres del embarazo, los valores promedio de hemoglobina y proteínas plasmáticas en las gestantes disminuyen en comparación con las mujeres no embarazadas. Este descenso se atribuye a la denominada anemia dilucional, provocada por un aumento desproporcionado del volumen plasmático (45–55%) en comparación con el volumen de glóbulos rojos (20–30%), lo cual genera una dilución de la concentración sanguínea sin que ello implique necesariamente una deficiencia real de hierro⁶².

En consecuencia, aunque muchas modificaciones hematológicas en el embarazo responden a procesos fisiológicos, la aparición de microcitosis, hipocromía e hipohemoglobinemia en un número considerable de gestantes debe alertar sobre la posibilidad de anemia ferropénica, especialmente en las últimas fases, cuando la necesidad de hierro es máxima. Estos hallazgos

subrayan la necesidad de una vigilancia prenatal cuidadosa y de un diagnóstico diferencial preciso entre la anemia fisiológica del embarazo y aquella originada por deficiencia de hierro.

Niveles de hierro, ferritina y transferrina.

Para evaluar el estado de hierro en las adolescentes analizar los parámetros bioquímicos como hematológicos son fundamentales dado que permiten detectar la presencia de deficiencia de hierro y anemia ferropénica.

Tabla 2. Perfil férrico y hematológico en adolescentes con y sin anemia ferropénica.

Variable	Categoría / Alteración	Casos (n)		Porcentaje (%)	Total
Edad	Rango	13–20 años			
	Media	~17 años		-	
Anemia Ferropénica	Sí	2	21	9,5%	100%
	No	19		90,5%	
Consumo de Hierro	Sí	5	21	23,8%	100%
	No	16		76,2%	
Hierro	Normoferremia	21		100%	
Ferritina	Normoferritinemia	16	21	76,2%	100%
	Hipoferritinemia	4		19,0%	
	Hiperferritinemia	1		4,8%	
Transferrina	Hipertransferrinemia	13	21	61,9%	100%
	Normotransferrinemia	7		33,3%	
	Hipotransferrinemia	1		4,8%	
Eritrocitos	Normocitemia	17	21	81%	100%
	Eritropenia	4		19%	
Hematocrito (Hto)	Bajo	19	21	90,5%	100%
	Normal	2		9,5%	
Hemoglobina (Hb)	Hipoglobulinemia	11	21	52,4%	100%
	Normoglobulinemia	10		47,6	
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	Normocitosis	18	21	85,7%	100%
	Microcitosis	3		14,3%	

Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	Normocromía	17	21	80,95%	100%
	Hipocromía	2		9,5%	
	Hipercromía	2		9,5%	

Análisis e Interpretación

En la tabla 2 se presentó el análisis del perfil férrico y hematológico con el fin de reportar casos de anemia ferropénica, en los resultados obtenidos se evidenció que los niveles de hierro sérico se mantuvieron dentro del valor de referencia, respecto a la ferritina se observó que el 19% de las pacientes presentaron hipoferritinemia, lo cual sugiere un agotamiento en las reservas de hierro, a diferencia de la transferrina que 13 de las 21 pacientes del estudio mostraron niveles elevados de esta proteína transportadora de hierro representado por el 61,9%, lo cual sugiere un hallazgo claro y característico de las fases iniciales de la anemia ferropénica.

En cuanto al perfil hematológico, el 52,4% de las pacientes presentaron Hipoglobinemia, es decir, valores por debajo del límite normal, así mismo se evidenció que el 90,5% de las pacientes tienen Hematocrito bajo lo cual ayudo a evidenciar una anemia de tipo normocítica normocrómica en algunas de ellas ya que no presentaron alteraciones en los índices hematimétricos, sin embargo, 2 de las 21 pacientes sí presentaron alteraciones en los índices hematimétricos específicamente microcitosis e hipocromía características principales de anemia ferropénica, indicando que solo el 9,5% de la muestra presentan esta patología.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que, a pesar de que los niveles de hierro sérico están dentro de los valores de referencia en la mayoría de las pacientes, existen otros marcadores tanto bioquímicos como hematológicos que nos ayudan a identificar una irregularidad en el metabolismo del hierro. La combinación de la presencia de hipoglobinemia e hipertransferrinemia y ferritina disminuida en algunos casos, sugiere la presencia de anemia ferropénica o una deficiencia funcional de hierro que no siempre se puede apreciar con la cuantificación de los parámetros clásicos.

Es por ello que Rusch et al, manifiestan que el diagnóstico de anemia ferropénica no debe basarse únicamente en la determinación de hierro sérico, sino que, recomiendan una evaluación completa del estado del hierro en general mediante la combinación de pruebas e indicadores clínicos como la ferritina, transferrina y la saturación de transferrina sérica, debido a que estos reflejan de manera más precisa la disponibilidad de la reserva del hierro en el cuerpo, principalmente la ferritina ya que durante las últimas décadas ha sido considerada como la prueba estándar en el diagnóstico de deficiencia de hierro cuando los niveles de la misma están disminuidos⁶³.

Por otro lado, en un estudio publicado en la revista de Europa de Investigación Médica por Rohr, Brandenburg y Brunner, manifiestan que la deficiencia de hierro no siempre está ligada a la presencia de anemia ferropénica debido a que se puede presentar una y no la otra, coincidiendo así que para un buen diagnóstico se debe confirmar tanto la parte bioquímica como hematológica. Además enfatizan que el análisis de la concentración de hemoglobina y los índices hematimétricos no son suficientes para el diagnóstico adecuado de deficiencia de hierro⁶⁴.

Alteraciones hematológicas asociadas a patologías en adolescentes embarazadas.

La identificación de alteraciones hematológicas durante la gestación es fundamental para la prevención y manejo oportuno de patologías asociadas, especialmente en adolescentes que presentan un mayor riesgo de anemias.

Tabla 3. Alteraciones hematológicas vinculadas a posibles patologías identificadas mediante las pruebas de laboratorio.

Alteración Hematológica	Criterios observados en los resultados	Casos observados	Porcentaje	Posible patología asociada
Anemia microcítica hipocrómica	Hb < 11 g/dL Hto < 33% VCM < 80 fl HCM < 27 pg Hierro < 33 µg/dL Ferritina < 15 ng/mL	2	9,52 %	Anemia ferropénica
Anemia normocítica normocrómica	Hb < 11 g/dL Hto < 33% VCM normal (80–100 fl) HCM normal (27–31 pg)	9	42,86 %	Anemia fisiológica del embarazo
Anemia inflamatoria	Hb < 11 g/dL Hto < 33% VCM normal HCM normal Ferritina > 300 µg/L PCR > 5	1	4,76%	Enfermedades crónicas, infecciones
Sin alteración	Ninguno	9	42,86 %	Ninguna
TOTAL DE CASOS		21	100%	

Hto: Hematocrito **Hb:** Hemoglobina **VCM:** Volumen corpuscular medio **HCM:** Hemoglobina corpuscular media
PCR: Proteína C reactiva **µL:** Microlitros **dL:** Decilitros **fl:** Fentolitros **pg:** Picogramos

Análisis e interpretación

En la tabla 3, se evidencian las alteraciones hematológicas agrupadas que presentó cada persona del estudio, lo que permitió identificar las posibles patologías asociadas a los parámetros analizados. Es así como en la población de estudio se observó que el 57,14 % presentó alguna alteración hematológica, siendo la anemia normocítica normocrómica la más común. No obstante, un 9,5 % de adolescentes presentaron anemia ferropénica, lo que refleja la necesidad de un seguimiento nutricional y suplementación con hierro, así también el 4,76 % presentó anemia de tipo inflamatoria, reflejando la posible presencia de procesos inflamatorios subyacentes. Por otro lado, el 42,86 % restante no presentó alteraciones.

Además, en la tabla se muestra los datos con los que se analizó las dos categorías: alteraciones y déficit de hierro con la prueba exacta de Fisher, encontrándose que no existe asociación significativa entre estas variables con un nivel de confianza de 95% y $p > 0,05$, obteniéndose un valor de $p = 0,486$. Esto puede atribuirse al tamaño reducido de la muestra y a que la mayoría de las alteraciones se concentraron en pacientes sin déficit de hierro.

Discusión

Los resultados obtenidos revelan que el 57,14 % de las adolescentes embarazadas evaluadas presentaron algún tipo de alteración hematológica, siendo la anemia normocítica normocrómica la más frecuente situación que se da como una condición fisiológica durante del embarazo. Según Obianeli et al., mencionan que los cambios fisiológicos en el estado de gravidez alteran principalmente la concentración de hemoglobina y por ende el volumen plasmático y masa eritroide aumentan, hallazgo que se conoce como anemia fisiológica del embarazo⁶⁵.

En cuanto a otro hallazgo, la anemia microcítica hipocrómica fue identificada como anemia ferropénica en dos de los casos presentados, condición que se da generalmente en poblaciones con carencia nutricional de micronutrientes como el Fe. En un estudio realizado por Campbell, R et al., mencionan que la AF es la deficiencia nutricional más común a nivel mundial en las mujeres de edad reproductiva, hallazgos que respaldan nuestros resultados⁶⁶.

Por su parte, según Idrovo y Dita mencionan que la AI es la segunda causa más frecuente de anemia a nivel mundial después de la ferropénica y se asocia principalmente con enfermedades crónicas e infecciones que generan un estado inflamatorio persistente que altera la homeostasis del hierro y la eritropoyesis. En concordancia con ello, en el presente estudio se identificó que el 4,76% de las adolescentes embarazadas presentó esta condición, lo que evidencia la posible presencia de procesos inflamatorios subyacentes en esta población vulnerable⁶⁷.

Por otro lado, también se observó que un 42,86 % de las adolescentes no presentó alteraciones hematológicas, lo cual puede interpretarse como un indicio de adecuada salud nutricional y ausencia de procesos inflamatorios o infecciosos activos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La realización de pruebas hematológicas automatizadas fue fundamental en el estudio, debido a que permitió identificar una tendencia creciente de alteraciones en la serie roja compatibles con deficiencia de hierro, los parámetros más indicativos de esta condición fueron la microcitosis e hipocromía que pasaron de un 4,76% en el primer trimestre a un 14,29% en el VCM y un 9,52% en el HCM durante el tercer trimestre. El análisis detallado de estos índices resaltó la importancia de un monitoreo hematológico oportuno y de la suplementación con hierro para evitar la progresión hacia anemia.
- La distinción de valores séricos como hierro, ferritina y transferrina son útiles para el diagnóstico de anemia ferropénica, en este estudio se evidenció que el 9,5% de la muestra presentó anemia ferropénica, confirmada mediante la distinción de estos valores séricos debido a que en conjunto son indicadores sensibles de una deficiencia de hierro, sin embargo, también se analizaron los valores de los índices hematimétricos mismos que sirvieron para correlacionar los resultados de los casos existentes.
- El estudio evidenció que el 57,14% de la población presentó alteraciones hematológicas, lo que permitió diagnosticar diversas patologías asociadas al embarazo. Dentro de estas, la anemia ferropénica fue la de mayor importancia en este estudio presentándose en un 9,52% de los casos, sin embargo, al aplicar la prueba exacta de Fisher a un nivel de confianza del 95%, se determinó que no existe una relación estadísticamente significativa entre las alteraciones hematológicas y el déficit de hierro en esta muestra, obteniéndose un valor de $p = 0,486$ superior al nivel de significancia ($p < 0,05$). En consecuencia, se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis alternativa.

RECOMENDACIONES

- A medida que avanza el embarazo se evidenció un incremento en las alteraciones hematológicas, entre ellas la asociada a la deficiencia de hierro, por lo que es recomendable aumentar su consumo a través de una dieta rica en alimentos con alto contenido de hierro como carnes rojas, hígado, legumbres y vegetales de hojas verdes para evitar patologías y prevenir complicaciones maternas.
- Se sugiere utilizar los niveles séricos de hierro, ferritina y transferrina junto con un hemograma completo para lograr un diagnóstico preciso y así detectar anemia ferropénica en su etapa temprana.

- Se recomienda fortalecer los controles prenatales en adolescentes embarazadas del cantón Riobamba esto permitirá no solo identificar alteraciones tempranas, sino también relacionarlas con posibles patologías adicionales, facilitando un diagnóstico oportuno.
- Se propone desarrollar estrategias de intervención comunitaria dirigidas a adolescentes embarazadas, que incluyan jornadas que permitan una evaluación hematológica. Esto permitirá la realización de estudios posteriores con un mayor número de muestra para obtener resultados más reales y representativos, considerando que en el presente estudio se vio limitado por diversas variables, como dificultades en el agendamiento y asistencia de las pacientes, atribuibles a factores como creencias religiosas, problemas familiares y dependencia de terceros que obstaculizaban su participación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta J, Artaza G, Bagán H, Barral Y, Bassas L, Berrueco R, et al. Abordaje práctico de las alteraciones hematológicas en la mujer embarazada y el neonato [Internet]. 2ª Edición. Salinas R, editor. España: Ambos Marketing Services, S.L; 2024. Available from: https://sehh.es/images/2024/04/18/embarazadas_demo.pdf
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). Anemia. 2023;1–6. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/anaemia>
3. Flores R. Factores de riesgo que influyen para desarrollar anemia en adolescentes embarazadas [Internet]. Universidad de las Américas; 2024. Available from: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/16034/1/UDLA-EC-TMND-2024-35.pdf>
4. Garro V, Thuel M. Anemia por deficiencia de hierro en el embarazo, una visión general del tratamiento. Rev Medica Sinerg [Internet]. 2020;5(3):e397. Available from: <https://www.revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/397/768>
5. Statista Research Department. América Latina y el Caribe - Datos estadísticos. Stat Res Dep [Internet]. 2024;1–5. Available from: <https://es.statista.com/temas/5605/america-latina-y-el-caribe/#topicOverview>
6. FAO, FIDA, OPS, PMA U. América Latina y el Caribe - Panorama Regional de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición 2023 [Internet]. Santiago; 2023. Available from: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/afb901b8-a419-47d8-a523-b35dc31bed7e/content>
7. Chachalo G, Zuñiga V, Chávez K. Características sociales y demográficos de las gestantes con anemia en Ecuador en el año 2018. Rev Ciencias Médicas Pinar del Río [Internet]. 2023;27(S1):e6079. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-31942023000400013&script=sci_arttext
8. Arana A, Gomez S, Intriago A, Torre J. Factores de riesgo que conllevan a la anemia engestantes adolescentes de 13 –19años. Rev Científica Dominio las Ciencias [Internet]. 2017;3(4):431–47. Available from: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/573>
9. Blacio A, Eras J, Floreano L, Saraguro S, Arias I, Escobar J. Anemia en embarazadas atendidas en el hospital obstétrico Ángela Loayza de Ollague. Enfermería Investig Vinculación Docencia y Gestión [Internet]. 2019;4(1):33–8. Available from: https://docs.bvshalud.org/biblioref/2019/07/999119/6-anemia-en-embarazadas-atendidas-en-el-hospital-obstetrico-ang_QmY1Gvh.pdf
10. Ortiz J, Peñafiel C, Díaz A, Chaguaro W. Diagnóstico de anemia en adolescentes embarazadas atendidas en el Hospital General Docente Riobamba mediante el uso de hematocrito, hemoglobina e índices eritrocitarios. Anatomía Digit [Internet]. 2023;6(4.3):960–74. Available from: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/AnatomiaDigital/article/download/2878/7483/>
11. Ruiz J, Jiménez A. Alimentación del adolescente en situaciones especiales: embarazo, lactancia y deporte. Rev Form Contin la Soc Española Med la Adolesc [Internet]. 2016;4(3):31–44. Available from:

- https://www.adolescenciasema.org/ficheros/REVISTA_ADOLESCERE/vol4num3-2016/31_alimentacion_en_el_adolescente.pdf
12. Lecumberri R. Anemia [Internet]. Clinica Universidad de Navarra. 2024. p. 1–9. Available from: <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/anemia>
 13. Gaspar S, Luna A, Carcelén C. Anemia in adolescent mothers and its relationship with prenatal care. *Rev Cubana Pediatr* [Internet]. 2022;94(3):1–15. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/ped/v94n3/1561-3119-ped-94-03-e1931.pdf>
 14. Gerber G. Manual Merck Geriatria. Man MERCK [Internet]. 2023;4. Available from: <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/hematología-y-oncología/anemias-causadas-por-deficiencia-de-la-eritropoyesis/anemia-ferropénica>
 15. Annan R, Gyimah L, Apprey C, Edusei A, Asamoah O, Esi L, et al. Factors associated with iron deficiency anaemia among pregnant teenagers in Ashanti Region, Ghana: A hospital-based prospective cohort study. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(4):1–20. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8078754/pdf/pone.0250246.pdf>
 16. Constitución de la República del Ecuador. 2008; Available from: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/LOTAIP/2017/DIJU/octubre/LA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf
 17. Paredes J, Santa Cruz H. Factores de riesgo asociados al embarazo en adolescentes. *Enferm Glob* [Internet]. 2021;20(2):109–28. Available from: <https://revistas.um.es/eglobal/article/view/438711>
 18. Consejo Nacional para la Igualdad Intergeneracional. Embarazo Adolescente. 2024; Available from: https://www.igualdad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/08/boletin_est_embarazo_adolescente_agosto2024.pdf
 19. Means R. Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia : Implications and Impact in Pregnancy , Fetal Development , and Early Childhood Parameters. *Nutrients* [Internet]. 2020;12(2):447. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7071168/>
 20. National Geographic. ¿Cuántos litros de sangre tiene el cuerpo humano? | National Geographic [Internet]. 2023 [cited 2025 Apr 9]. Available from: <https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2023/06/cuantos-litros-de-sangre-tiene-el-cuerpo-humano>
 21. Felman A. Blood: Components, functions, groups, and disorders [Internet]. *Medical News Today*. 2024 [cited 2025 Apr 9]. Available from: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/196001>
 22. Thierno BO. Sangre: funciones, características y componentes. *Academia* [Internet]. 2019;11(1):1–14. Available from: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
 23. Sanchez S. Composición de la sangre [Internet]. *Academia.edu*. 2017 [cited 2025 Apr 9]. Available from: https://www.academia.edu/38751435/Composición_de_la_sangre

24. Gremmel T, Frelinger A, Michelson A. Platelet physiology. *Semin Thromb Hemost* [Internet]. 2016;42(3):191–204. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26926581/>
25. Hernández J. Índices hematimétricos y enfermedades no hematológicas. *Rev la Fac Med* [Internet]. 2021;44(1). Available from: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fmmed/article/view/20496
26. Haldeman C, Novick T, Dozier T. Recuento de glóbulos rojos [Internet]. Hospital Brigham and Women's. 2022 [cited 2025 Apr 13]. Available from: https://myhealth.ucsd.edu/Spanish/Encyclopedia/167,red_blood_cell_Count_ES
27. Sarah Vallie. Hematocrit Test: Levels and Normal Range [Internet]. 2024 [cited 2025 Apr 13]. Available from: <https://www.webmd.com/a-to-z-guides/what-is-the-hematocrit-test>
28. Clínica Universidad de Navarra. Hemoglobina [Internet]. 2023 [cited 2025 Apr 13]. Available from: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/hemoglobina>
29. López N. Blood cytometry. *Acta Pediatr* [Internet]. 2016;37(4):246–9. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/actpedmex/apm-2016/apm164h.pdf>
30. CLILAB Diagnostics. Hemograma: entendiendo los índices eritrocitarios en el laboratorio [Internet]. 2024 [cited 2025 Apr 15]. Available from: <https://clilab.cat/es/indices-eritrocitarios-laboratorio>
31. Huerta J, Cela E. Hematología práctica: interpretación del hemograma y de las pruebas de coagulación. In: Ediciones L, editor. *Curso de Actualización Pediatría* [Internet]. 3.0. Madrid: AEPap; 2018. p. 507–26. Available from: https://www.aepap.org/sites/default/files/507-526_hematologia_practica.pdf
32. Benson C, Shah A, Frise M, Frise C. Iron deficiency anaemia in pregnancy: A contemporary review. *Obstet Med* [Internet]. 2021;14(2):67–76. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8358243/pdf/10.1177_1753495X20932426.pdf
33. Ventimiglia F, Rivas M, Vildoza A, Orsilles M. Valor diagnóstico de la morfología eritrocitaria en la anemias. *Acta Bioquímica Clínica Latinoam* [Internet]. 2017;51(3):379–86. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53553013013>
34. Pérez S, Gómez L. Study of Microcytic Anemias in the Clinical Laboratory. *NPunto* [Internet]. 2023;5(67):52–85. Available from: <https://www.npunto.es/content/src/pdf-articulo/65411d3f8cd33art3.pdf>
35. Gonzales GF, Olavegoya P. Pathophysiology of anemia in pregnancy: Anemia or hemodilution? *Rev Peru Ginecol y Obstet* [Internet]. 2019;65(4):489–502. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rgo/v65n4/a13v65n4.pdf>
36. Iolascon A, Andolfo I, Russo R, Sanchez M, Busti F, Swinkels D, et al. Recommendations for diagnosis, treatment, and prevention of iron deficiency and iron deficiency anemia. *HemaSphere* [Internet]. 2024;8(7):1–16. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11247274/pdf/HEM3-8-e108.pdf>
37. Laboratorio Rontag. Trombosis arterial secundaria a anemia ferropénica [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 2]. Available from: <https://www.rontag.com/trombosis-arterial->

- secundaria-a-anemia-ferropenica/
38. Tresguerres J, Aeiznavarreta C, Cachofeiro V, Gil P, Escrich E, Cardinali D, et al. Fisiología Humana [Internet]. 3ra ed. Femenia R, Sanchez C, editors. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2015. 1208 p. Available from: <https://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros10/libro123.pdf>
 39. Raut A, Hiwale K. Iron-deficiency anaemia in pregnancy. Cureus [Internet]. 2022;14(9). Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9541841/pdf/cureus-0014-00000028918.pdf>
 40. World Health Organization. WHO guideline on use of ferritin concentrations to assess iron status in individuals and populations [Internet]. Barcelona, Spain; 2020. Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/331505/9789240000124-eng.pdf?sequence=1>
 41. McCarthy E, Schneck D, Basu S, Xenopoulos-Oddsson A, McCarthy F, Kiely M, et al. Longitudinal evaluation of iron status during pregnancy: a prospective cohort study in a high-resource setting. Am J Clin Nutr [Internet]. 2024;120(5):1259–68. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.08.010>
 42. Ancajima M. Niveles de transaminasas y transferrina sérica de los pacientes con hemodialisis atendidos en la clínica de hemodiálisis nefrocare, Enero- Junio 2020 [Internet]. Universidad Nacional FedericoVillareal; 2023. Available from: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7429>
 43. Rodríguez L, González A, Domínguez J. Érase una vez el Hierro [Internet]. Granada, España: Universidad de Granada, Grupo de Investigación FQM-368 BioNanoMetals; 2022. Available from: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/103990/Eraseduna-vez-el-Hierro-El-Comic.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 44. Kumar A, Sharma E, Marley A, Samaan M, Brookes M. Iron deficiency anaemia : pathophysiology , assessment , practical management. BMJ Open Gastro [Internet]. 2022;(9):1–9. Available from: <https://bmjopengastro.bmj.com/content/9/1/e000759.long>
 45. Toalombo J, Galora N, Quishpe K, Santafe G. Anemia ferropénica en Ecuador. Rev Cient Multidiscip [Internet]. 2023;5(22):1–20. Available from: y
 46. Fernández S, Viver S. Anemia ferropénica. Pediatría Integr [Internet]. 2021;XXV(5):222–32. Available from: <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2021-07/anemia-ferropenica-2021/>
 47. Barahona M, Guerra T. Deficiencia de hierro en niños con o sin anemia: diagnóstico diferencial y factores de riesgo [Internet]. Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2021. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9535749.pdf>
 48. Allende R, Díaz L, Conde S. Anemia de las enfermedades crónicas: fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. Med Clin (Barc) [Internet]. 2021;156(5):235–42. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025775320306539>
 49. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Diagnóstico y tratamiento de la anemia en el embarazo. Guía de Práctica Clínica (GPC). [Internet]. 1ª Edición. Vol. 1, Ministerio de Salud Pública de Ecuador. Quito; 2014. 34 p. Available from: <https://www.salud.gob.ec/wp->

- content/uploads/2018/03/Diagnostico_y_tratamiento_de_la_anemia_en_el_embarazo.pdf
50. Las Heras Manso G. Diagnóstico y tratamiento de la anemia ferropénica en la asistencia primaria de España. *Med Clínica Práctica* [Internet]. 2022;5(4):100329. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-practica-5-pdf-S2603924922000118>
 51. Hospital Clínic | Hospital Sant Joan de Déu | Universitat de Barcelona. Anemia durante la gestación y el puerperio. 2024;1–26. Available from: <https://fetalmedicinebarcelona.org/wp-content/uploads/2024/02/Anemia-durante-la-gestacion-y-el-puerperio.pdf>
 52. Delgado S, Montenegro J, Pérez S. Actualización del diagnóstico diferencial de anemias. *NPunto* [Internet]. 2023;VI:29–51. Available from: <https://www.npunto.es/revista/67/actualizacion-del-diagnostico-diferencial-de-anemias>
 53. DIRIU INDUSTRIAL. Dirui BF-6900 Automatic Hematology Analyzer [Internet]. Available from: https://www.indiamart.com/proddetail/dirui-bf-6900-automatic-hematology-analyzer-2849012710348.html?srsId=AfmBOoruaDp-URb8PZiiLX_BF7cuCsDSXNyeGbHKCBCcJz0V9K63UUi
 54. Annar Health Technologies. Conteo Celular por el Método de Impedancia Eléctrica - ANNAR Health Technologies - Colombia [Internet]. 2021 [cited 2025 May 6]. Available from: <https://colombia.annarht.com/conteo-celular-por-el-metodo-de-impedancia-electrica/>
 55. DIRUI INDUSTRIAL CO. L. Automatic Hematology Analyzer (model: BF-6900/ BF-6960) [Internet]. 2020. Available from: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/toaz.info-bf-6900-6960-user-manual-1039472-2020-04-pr_a65700cf93e0ab1c6fb7756ed68b8b59.pdf
 56. Patiño Uriostegui LN, Velazquez Cruz R. Fundamentos de citometría de flujo. *Men Bioquim*. 2022;46:67–77.
 57. QUIMICA CLINICA APLICADA S.A. HIERRO- FERROZINE® [Internet]. 2024. Available from: <https://qca.es/es/electrolitos/1491-hierro-ferrozine-2-x-100-ml-8430155002246.html>
 58. QUIMICA CLINICA APLICADA S.A. FERRITINA. 2024; Available from: <https://www.miguelstrellarepresentaciones.com/wp-content/uploads/2015/12/FERRITINA.pdf>
 59. QUÍMICA CLÍNICA APLICADA S.A. TRANSFERRINA. 2024; Available from: <https://www.miguelstrellarepresentaciones.com/wp-content/uploads/2015/12/TIBC.pdf>
 60. Carrillo P, García A, Soto M, Rodríguez G, Johendi P, Daniela M. Cambios fisiológicos durante el embarazo normal. *Rev la Fac Med la UNAM* [Internet]. 2021;64:39–48. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2021/un211g.pdf>
 61. Mina B, Fuentes E, Vitonera R, Cetre M. Relevancia de los índices hematimétricos en el diagnóstico y monitoreo de la anemia por deficiencia de hierro. 2025;10(3):2695–716. Available from: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/9210/pdf>

62. Forwah N, Otti J, Edeani D, Korzerzer S, Ebot O, Okorie O, et al. Development of a Novel Early Diagnostic Criteria for Dilutional Anemia using Maternal Total Plasma Protein Levels and Hemoglobin Concentrations in Pregnant Women Attending Antenatal Clinic at University of Calabar Teaching Hospital , Calabar. 2025;8(1):167–84. Available from: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Ndeh812025ARJGO129576.pdf>
63. Rusch J, van der Westhuizen D, Gill R, Louw V. Diagnosing iron deficiency: Controversies and novel metrics. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* [Internet]. 2023;37(4):451–67. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S152168962300054X?via%3Dihub>
64. Rohr M, Brandenburg V, Brunner H. How to diagnose iron deficiency in chronic disease: A review of current methods and potential marker for the outcome. *Eur J Med Res* [Internet]. 2023;28(15). Available from: <https://doi.org/10.1186/s40001-022-00922-6>
65. Obianeli C, Afifi K, Stanworth S, Churchill D. Iron Deficiency Anaemia in Pregnancy: A Narrative Review from a Clinical Perspective. *Diagnostics* [Internet]. 2024;14(20):2306. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11506382/>
66. Campbell R, Dewage B, Cordero C, Maldonado L, Sotres D, Daviglius M, et al. Prevalence and Risk Factors of Iron Deficiency and Anemia in Women of Reproductive Age in the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos. *Curr Dev Nutr* [Internet]. 2024;8(8):104419. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11367547/>
67. Idrovo M, Dita L. Anemia asociada a la inflamación: Prevalencia y factores asociados en pacientes ingresados en el Hospital Vicente Corral Moscoso. *Rev la Fac Ciencias Médicas la Univ Cuenca* [Internet]. 2023;41(1). Available from: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/medicina/article/view/4616/3850>

ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones técnicas del analizador hematológico automatizado- Dirui BF-6900



Technical Specifications	
Parameter	27 reportable parameters: WBC, BASO#, NEUT#, EOS#, LYM#, MON#, BASO%, NEUT%, EOS%, LYM%, MON%, RBC, HGB, MCV, MCH, MCHC, RDW-CV, RDW-SD, HCT, PLT, MPV, PDW, PCT, PLCR, PLCC, HS-CRP, FR-CRP
	10 research parameters: Blast#, Blast%, ALM#, ALM%, IMM#, IMM%, Lef#, Lef%, NRBC#, NRBC%
	2 scattergrams, 2 histograms
Test Principle	Semiconductor laser flow cytometry + Cytochemical staining + Impedance method for WBC differential Cyanide-free colorimetry for hemoglobin test Impedance method for RBC and PLT counting Latex immunoturbidimetric Method for CRP test
Throughput	CBC + DIFF: 60 samples per hour CBC + DIFF + CRP: 60 samples per hour CRP: 60 samples per hour
Sample mode	Whole blood mode Micro-WB mode Pre-dilute mode
Sampling type	Manual or automated sampling (Auto-loader is optional)
Data Storage Capacity	At least 200,000 results
Data system	RJ45 network interface, USB interface, Support bi-directional US
Power consumption	210VA
Dimension (D×W×H)	881mm×556mm×532mm (with auto-loader), 520mm×380mm×532mm (without auto-loader)
Weight	BF-6900: 49kg (with auto-loader), 40kg (without auto-loader) BF-6900CRP: 51kg (with auto-loader), 43kg (without auto-loader)

Fuente: https://www.indiamart.com/proddetail/dirui-bf-6900-automatic-hematology-analyzer-2849012710348.html?srltid=AfmBOoruaDp-URb8PZiiLX_BF7cuCsDSXNyeGbHKCBCcJz0V9K63UUti

Anexo 2. Características técnicas del analizador automático de química clínica- PKL-PPC 125



- Modelo de sobremesa
- Rendimiento: Acceso aleatorio, 200 T/H
- Sonda, muestra y posición del reactivo:
2 sondas, 40 posiciones de muestras, 40 posiciones de reactivo y 60 cubetas
- Sistema de enfriamiento: Refrigeración a bordo con interruptor independiente.
- Sistema óptico: 9 longitudes de onda
- Escaner de códigos de barras incorporados para tubos primario.

Características

- Sistema óptico de alta precisión
- Sistema de refrigeración sin interrupción las 24 horas
- Protección contra colisiones tanto en dirección vertical como horizontal, parada y alarma automáticamente
- Detección y selección automática del estado de las cubetas
- Selecciona el mejor punto de prueba por la curva de reacción, crea un nuevo factor automáticamente
- Soporte LIS Interfaz
- Escaner de códigos de barras incorporado para tubos primarios



Fuente: <https://rapidiagnostics.com/wp-content/uploads/2023/05/PKL-125.pdf>

Anexo 3. Inserto para la determinación “in vitro” de hierro en suero o plasma.

HIERRO- FERROZINE® MÉTODO COLORIMÉTRICO

Para la determinación “in vitro” de hierro en suero o plasma



PRINCIPIO

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

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

UTILIDAD DIAGNÓSTICA

El hierro se encuentra distribuido en el organismo, mayoritariamente formando parte de la hemoglobina y de la mioglobina.

Valores bajos de hierro se encuentran en anemia por deficiencia de hierro y por enfermedades infecciosas. Se encuentran valores elevados de hierro en enfermedades hepáticas, hemocromatosis y en concentraciones elevadas de transferrina.

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

REACTIVOS

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

A. 2 x 100 mL Disolución tampón

Ref. 99 06 20

B. 1 x 15 mL Reactivo de color

Ref. 99 04 12

C. 1 x 5 mL Estándar

Ref. 99 02 90

PREPARACIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO

Los componentes del kit están listos para su uso. Si se quiere preparar el 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 4,9 200 mM

Clorhidrato de guanidinio 3,4 M

Clorhidrato de hidroxilamina 50 mM

FerroZine® 1,5 mM

Conservantes y estabilizantes

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

CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

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

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

Indicaciones de alteración de los reactivos:

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

MATERIAL NECESARIO NO SUMISTRADO

Material común de laboratorio.

Espectrofotómetro, analizador automático o fotómetro termostatzado a 37°C. Cubeta de 1 cm de paso de luz.

MUESTRA

Suero exento de hemólisis o plasma

El hierro sérico es estable durante 7 días a 2 - 8°C

PRECAUCIONES

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

Se aconseja consultar la ficha de datos de seguridad antes de la manipulación del reactivo. La eliminación de residuos debe hacerse según la normativa local vigente.

CONTROL DE CALIDAD

Es recomendable la inclusión de sueros control, Seriscann Normal (Ref. 994146/996071) y Seriscann Anormal (Ref. 994685/999329) en cada proceso de medida para verificar los resultados. Se recomienda calibrar con el Calibrador para Autoanalizadores (Ref. 996260) siempre que se cambie el lote de reactivo y/o calibrador y/o los sueros control no entren dentro de los márgenes.

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

AUTOANALIZADORES

Adaptaciones a distintos analizadores automáticos están disponibles bajo demanda.

PROCEDIMIENTO

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

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

Lectura

Longitud de onda: 575 nm, 562 nm

Blanco: agua desionizada

Estabilidad de color: 30 min

CÁLCULOS

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

Donde:

Abs. PR: Absorbancia de la muestra

Abs. BPR: Absorbancia del blanco de muestra

Abs. BR: Absorbancia del blanco de reactivo

Abs. ST: Absorbancia del Standard

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

Unidades SI

(µg/dL) x 0,1701 = µmol/L

VALORES DE REFERENCIA

Hombres: 60 - 160 µg/dL

Mujeres: 37 - 145 µg/dL

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

PRESTACIONES. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

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

Los resultados siguientes se han obtenido de forma manual.

Sensibilidad, como límite de detección: 15 µg/dL

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

Exactitud, como % de recuperación: 97,3%

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

Precisión entre series, como CV%: 2,39%

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

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

INTERFERENCIAS

No utilizar sueros lipémicos.

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

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

En caso de contaminación accidental del estándar, se aconseja utilizar como tal un suero valorado, como por ejemplo Seriscann Normal (Ref. 99 41 45).

BIBLIOGRAFÍA

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

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

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

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

Thompson J.C. and Moñola H.A. (1964). Anal. Chem. 36, 755 - 757.

Fuente: <https://qca.es/es/electrolitos/1491-hierro-ferrozine-2-x-100-ml-8430155002246.html>

Anexo 4. Inserto para la determinación por inmunoturbidimetría cuantitativa de ferritina.

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 utilizable.

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

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

REACTIVOS

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

- A. 1 x 20 mL Disolución tampón Ref. 99 21 09
- B. 1 x 10 mL Reactivo de látex Ref. 99 21 07
- C. 1 x 2 mL Estándar Ref. 99 21 12

La concentración está indicada en la etiqueta del vial.

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

- A. 1 x 60 mL Disolución tampón Ref. 99 85 22
- B. 1 x 30 mL Reactivo de látex Ref. 99 80 55
- C. 1 x 2 mL Estándar Ref. 99 21 12

La concentración está indicada en la etiqueta del vial.

Calibrador Ferritina (Ref. 99 21 30). Contiene:

- A. 1 x 2,5 mL Calibrador Ref. 99 21 31
- B. 1 x 5 mL Tampón Ref. 99 21 32

Calibrador de ferritina y tampón tris para preparar la curva de calibración. La concentración está indicada en la etiqueta del vial.

Control Ferritina (Ref. 99 21 00). 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.

En el caso de querer trabajar con Monorreactivo, preparar el reactivo de trabajo (RT) con 1 parte de látex y 2 partes de la disolución tampón. Se recomienda preparar solamente la cantidad necesaria acorde a la carga de trabajo. Agitar suavemente los reactivos antes de 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 sueros humanos con los conservantes adecuados.

CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

Los componentes del kit, mantenidos a 2-8°C son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta. No congelar.

Indicaciones de alteración de los reactivos:

Blanco de reactivo > 1500. Control de calidad fuera del rango de aceptación.

MATERIAL NECESARIO NO SUMISTRADO

Material común de laboratorio.

Espectrofotómetro, analizador automático o fotómetro termostatzado a 37°C. Cubeta de 1cm de paso de luz.

PRECAUCIONES

Las indicaciones de seguridad se encuentran en la etiqueta de los productos. Se aconseja consultar la fi cha de datos de seguridad antes de la manipulación del reactivo.

Los sueros humanos utilizados en la preparación del calibrador y el control han resultado negativos en la reacción con el HBsAg y el HIV III. A pesar de ello, deberán manejarse con precaución. Por otra parte, todos los reactivos contienen azida sódica al 0,09% como conservante.

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

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

MUESTRA

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

CONTROL DE CALIDAD

Es recomendable la inclusión de sueros control, en cada proceso de medida para verificar los resultados. Se aconseja que cada laboratorio establezca su propio programa de control de calidad y los procedimientos de corrección de las desviaciones en las medidas.

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: 0,3 mL

Temperatura de reacción: 37°C

3. Mezclar bien hasta la total homogeneización y añadir

Volumen de muestra: 0,1 mL

4. Mezclar y poner en marcha el cronómetro y leer inmediatamente la Abs. (Absil) y después de 7 minutos de reacción (Abstf) a 630 nm ó 700 nm.

CÁLCULOS

Determinar la variación de Abs para cada una de las muestras, std ó controles. $\Delta Abs = Abs_{std} - Abs_{muestra}$

La concentración de Ferritina en la muestra es:

$\Delta Abs_{muestra} \times conc. STD = ng Ferritina/mL$

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 tris a partir del calibrador. Para la concentración 0 ng/mL, utilizar la disolución tampón tris. (Ref. 992130)

VALORES DE REFERENCIA

Niños/Adolescentes: 15 – 120 ng/mL

Hombres: 30 – 300 ng/mL

Mujeres: 10 – 100 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 del reactivo como del sistema de lectura empleado.

Los resultados siguientes se han obtenido con un autoanalizador.

Linealidad: hasta 500 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: 7,9 ng/mL

Exactitud, como % de recuperación: 101,6%

Precisión en la serie, como CV%: 1,64%

Precisión entre series, como CV%: 3,94%

No se observa efecto prozona hasta 6500 ng/mL

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

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

INTERFERENCIAS

No se presenta interferencia por Bilirrubina hasta 20 mg/dL, Triglicéridos 2500 mg/dL ni por Hemoglobina hasta 500 mg/dL.

Tener la precaución de homogeneizar bien el reactivo de látex antes de su utilización. Las muestras lipémicas o turbias no pueden utilizarse a menos que se clarifiquen por centrifugación.

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

AUTOANALIZADORES

Adaptaciones a distintos analizadores automáticos están disponibles bajo demanda.

BIBLIOGRAFÍA

Bernard, A. Lauwerys, R.; 1984, J. Immunol. Methods, 71: 141 – 147.

Cook, J. D.; et al. 1974, Am. J. Clin. Nutr. 27: 681-687.

Milman, N. et al. 1994, Eur. J. Haematol 53: 16 – 20

Worwood, M. 1990, Blood Reviews, 4: 259 – 269

Fuente: <https://www.miguelstrellarepresentaciones.com/wp-content/uploads/2015/12/FERRITINA.pdf>

Anexo 5. Inserto para la determinación de transferrina

TIBC

METODO CON $\text{FeCl}_3 + \text{MgCO}_3$

Para la determinación "in vitro" de la capacidad de fijación de hierro en suero



PRINCIPIO

Con objeto de saturar la transferrina se añade al suero un exceso de hierro en forma de FeCl_3 . El hierro sobrante es absorbido posteriormente sobre MgCO_3 que se elimina por centrifugación. El hierro fijado, que permanece en el sobrenadante, constituye la "capacidad total de fijación de hierro" (TIBC: total iron binding capacity), que se determina empleando la misma técnica utilizada para el hierro sérico.

UTILIDAD DIAGNÓSTICA

El hierro se encuentra distribuido en el organismo, formando parte de la hemoglobina y de la mioglobina.

La capacidad de fijación total del hierro (TIBC) refleja la concentración en Transferrina. Su determinación se realiza conjuntamente con el hierro sérico y nos indica la capacidad de transportar el hierro en la sangre.

El aumento en TIBC se puede deber a anemia ferropénica, hepatitis aguda o embarazo avanzado.

La disminución en TIBC ocurre en anemias no ferropénicas, hemocromatosis, tumores malignos e infecciones crónicas.

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

REACTIVOS

Kit (Ref. 99 14 62) para 100 det. Contiene:

A. 2 x 100 mL Disolución de FeCl_3

Ref. 99 19 55

B. 1 x 20 g MgCO_3

Ref. 99 24 15

C. 1 Cuchara dispensadora.

PREPARACIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO

Los reactivos están listos para su uso.

COMPOSICIÓN DE LOS REACTIVOS

Las concentraciones en la disolución reactiva son:

Reactivo A

HCl 1N 5,0 mL/L

Ac. p-hidroxibenzoico 14,5 mM

FeCl_3 0,11 mM

Reactivo B

MgCO_3 100 %

CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

Los componentes del kit almacenados a temperatura ambiente ($\leq 25^\circ\text{C}$), son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta.

Indicaciones de alteración de los reactivos:

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

MATERIAL NECESARIO NO SUMINISTRADO

Material común de laboratorio.

Centrifuga.

Espectrofotómetro, analizador automático o fotómetro.

MUESTRA

Suero no hemolizado. En caso de que se demore el ensayo, (más de 8 horas), refrigerar la muestra a $2-8^\circ\text{C}$.

Si el ensayo se tiene que realizar después de 24h, es recomendable congelar la muestra. La muestra no debe contener ningún agente quelante de hierro.

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.

PROCEDIMIENTO

Técnica	mL
Suero	1,0
Dis. FeCl_3	2,0
Mezclar e incubar durante 10 min a T° ambiente ($20-25^\circ\text{C}$).	
MgCO_3	1 dosis

Tapar el tubo y agitar fuertemente durante 15-20 seg

Dejar el tubo en reposo durante 30 min agitando 4 ó 5 veces durante este periodo.

Centrifugar y separar el sobrenadante.

Determinar la concentración de hierro sérico en el sobrenadante con el método utilizada habitualmente para la determinación de hierro.

CÁLCULOS

1. Capacidad de fijación de hierro (TIBC):

Concentración de hierro en el sobrenadante ($\mu\text{g/dL}$) x 3 (factor dilución) = TIBC sérica ($\mu\text{g/dL}$).

2. Capacidad latente de fijación de hierro (UIBC):

TIBC ($\mu\text{g/dL}$) - hierro sérico ($\mu\text{g/dL}$) = UIBC ($\mu\text{g/dL}$)

3. Siderofilina o transferrina:

Ya que 1 mg de transferrina puede fijar como máximo 1,2 μg de hierro, el valor aproximado de transferrina puede calcularse a partir de:

$$\frac{\text{TIBC } (\mu\text{g/dL})}{1,2} = \text{transferrina } (\text{mg/dL}).$$

Unidades S.I.

$\mu\text{g/dL} \times 0,1791 = \mu\text{mol/L}$

VALORES DE REFERENCIA

TIBC: 258 - 388 $\mu\text{g/dL}$

UIBC: 160 - 280 $\mu\text{g/dL}$

Transferrina: 210 - 380 mg/dL

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

PRESTACIONES. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO.

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

Los resultados siguientes se han obtenido de forma manual.

Sensibilidad, como límite de detección: 15 $\mu\text{g/dL}$

Exactitud, como % de recuperación: 98,8%

Precisión en la serie, como CV%: 2,74%

Precisión entre series, como CV%: 2,98%

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

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

CONTROL DE CALIDAD

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

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

AUTOANALIZADORES

Adaptaciones a distintos analizadores automáticos, disponibles bajo demanda.

BIBLIOGRAFÍA

Kunesh, J.P., Small, L.L., (1970) Clin. Chem., 16, 148-149.

Fuente: <https://www.miguelstellarepresentaciones.com/wp-content/uploads/2015/12/TIBC.pdf>

Anexo 6. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición – Cuestionario de Recordatorio de 24 horas

ENCUESTA NACIONAL DE SALUD Y NUTRICIÓN
"ENSANUT" CONSUMO 24 HORAS RECORDATORIO

Este cuestionario es una parte de la encuesta de salud y nutrición que se realiza en México. El propósito es conocer cómo se alimentan las personas y cómo afecta esto a su salud y nutrición. La información que usted proporciona será utilizada para generar estadísticas y programas de salud pública.

Responda a las preguntas de acuerdo a lo que usted recuerda de su alimentación y consumo de alimentos y bebidas en las últimas 24 horas.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA
ESTADO: **Municipio:** **Comunidad:**

1. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

2. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

Alimento	No	Si	Algunas veces	Otras	Otras
Alimento	☐	☐	☐	☐	☐

3. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

4. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

5. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

6. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

7. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

8. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

9. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

10. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

11. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

12. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

13. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

14. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

15. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

16. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

17. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

18. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

19. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

20. ¿Recuerda la última vez que comió o bebió?

☐ Si ☐ No

Fuente: <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2023/descargas.php>

Anexo 7. Encuesta estratificada del nivel socioeconómico



12

ENCUESTA DE ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL SOCIOECONÓMICO

Complete el siguiente cuestionario de su hogar.
Marque una sola respuesta en cada caso de las siguientes opciones.

Tiene usted con los niños o niñas, adolescentes o adultos, algún miembro de su familia o persona que le proporcione asistencia?
"Alguien"

Características de la vivienda

13

1. ¿Cuál es el tipo de vivienda? (1)

- ☐ Casa de fierro
- ☐ Construcción en cemento armado
- ☐ Dependiente en casa ajena
- ☐ Casa fidei
- ☐ Habitación
- ☐ Baño
- ☐ House Share/Colo

2. ¿Material predominante de las paredes exteriores de la vivienda es de:

(1)

- ☐ Hormigón
- ☐ Ladrillo o bloque
- ☐ Adobe/Tapa
- ☐ Otro material (especificar "Otro")
- ☐ Otro material (sin especificar)

3. ¿Material predominante del piso de la vivienda es de:

(1)

- ☐ Dado, cerámico, ladrillo o piso flotante
- ☐ Cemento, ladrillo, otro o repetido
- ☐ Ladrillo o cemento
- ☐ Otro material
- ☐ Otro tipo (sin especificar)

4. ¿Cuántas personas por habitación de su hogar tienen acceso a agua?

(1)

- ☐ No tiene acceso al agua o acceso limitado hasta el fregadero
- ☐ Tiene 1 usuario de baño o más en el baño
- ☐ Tiene 2 usuarios de baño o más en el baño
- ☐ Tiene 3 usuarios de baño o más en el baño
- ☐ Tiene 4 o más usuarios de baño o más en el baño

5. ¿Tipo de energía utilizada para que funcionen los aparatos eléctricos?

(1)

- ☐ No tiene
- ☐ Aluminio
- ☐ Por energía eléctrica por los hogares
- ☐ Generador privado
- ☐ Generador público
- ☐ Generador público o privado

Fuente: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Encuesta_Estratificacion_Nivel_Socioeconomico/Cuestionario_Estratificacion.pdf

Anexo 8. Matriz de Excel con los resultados de las pruebas hematológicas y químicas aplicadas.

Archivo

Inicio

Insertar

Dibujar

Disposición de página

Fórmulas

Datos

Revisar

Vista

Automatizar

Ayuda

Acrobat

Calibri

10

A

A

N

K

S

General

\$

%

000

0.00

0.00

0.00

Formato condicional

Dar formato como tabla

Estilos de celda

Insertar

Eliminar

Formato

Σ

A

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Análisis de datos

Crear un PDF

Adobe Acr...

Desahcer

Portapapeles

Fuente

Alineación

Número

Estilos

Celdas

Edición

Análisis

Adobe Acr...

Q29

<

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Prueba exacta de Fisher en la herramienta digital SPSS.

prueba de fisher.spv [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Estado
Registro
Tablas cruzadas
Título
Notas
Conjunto de datos activo
Resumen de procesamiento de datos
Tabla cruzada estado de hierro*
Pruebas de chi-cuadrado
Registro

Tabla cruzada estado de hierro*alteracion hematologica

Recuento

		alteracion hematologica		Total
		con alteracion	sin alteracion	
estado de hierro	deficit de hierro	2	0	2
	no deficit	10	9	19
Total		12	9	21

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	1,658 ^a	1	,198	,486	,314	
Corrección de continuidad ^b	,288	1	,592			
Razón de verosimilitud	2,395	1	,122	,486	,314	
Prueba exacta de Fisher				,486	,314	
Asociación lineal por lineal	1,579 ^c	1	,209	,486	,314	,314
N de casos válidos	21					

a. 2 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,86.
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2
c. El estadístico estandarizado es 1,257.

>Número de advertencia 3211
>En, como mínimo, un caso, el valor de la variable de ponderación era cero,

Efectúa una doble pulsación para editar Tabla dinámica

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode: ON | H: 138 W: 605 pt

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10. Aplicación de encuestas a las pacientes que participaron en el estudio.



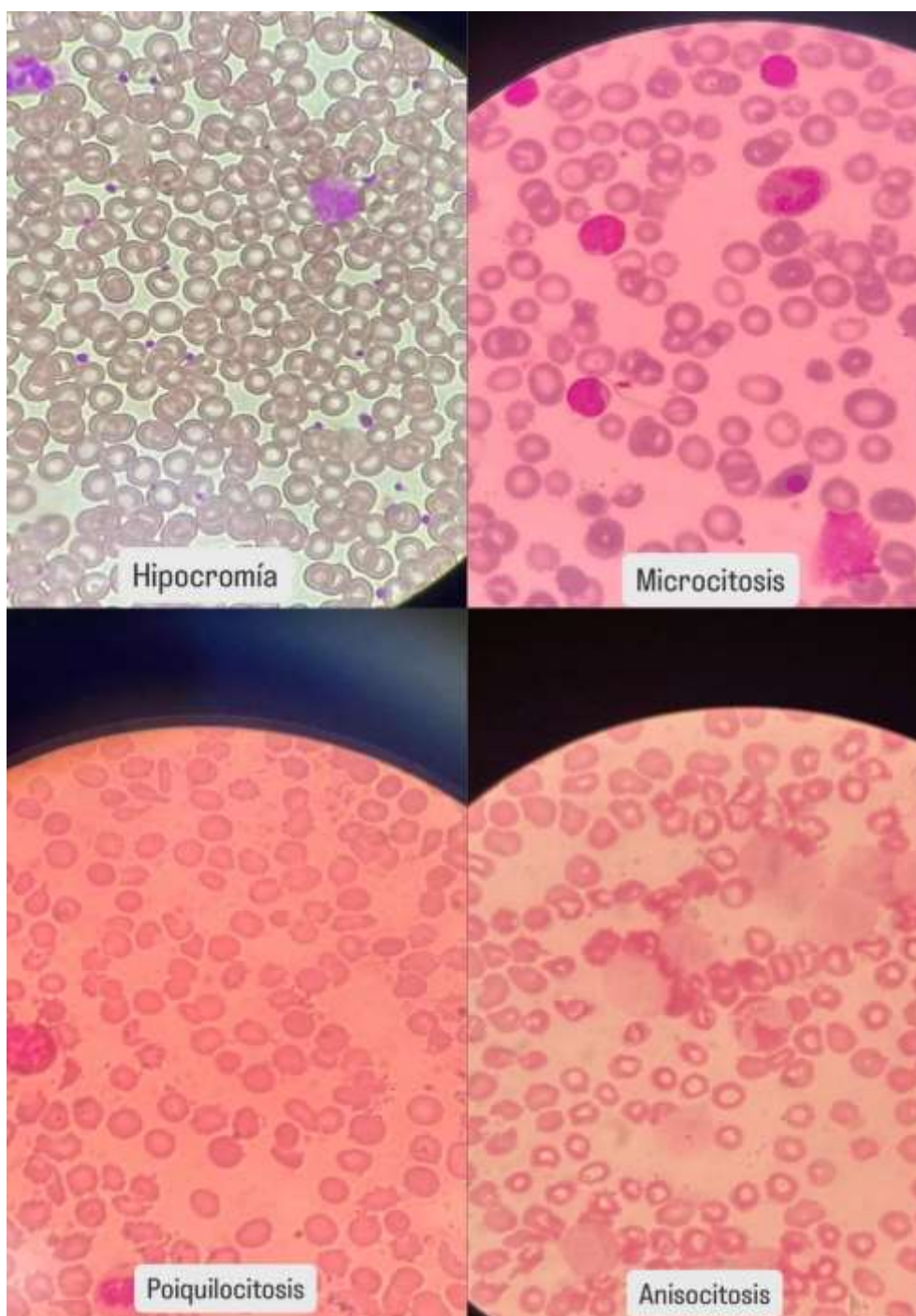
Fuente: Proyecto de investigación denominado “Ferrocínética en adolescentes embarazadas atendidas en el Hospital Provincial General Docente Riobamba-Ecuador” del mismo que se deriva el semillero de “Alteraciones fisiológicas y patológicas”.

Anexo 11. Preparación de muestras recolectadas para el análisis químico.



Fuente: Proyecto de investigación denominado “Ferrocínética en adolescentes embarazadas atendidas en el Hospital Provincial General Docente Riobamba-Ecuador” del mismo que se deriva el semillero de “Alteraciones fisiológicas y patológicas”.

Anexo 12. Alteraciones hematológicas presentes en frotis sanguíneos.



Fuente: Proyecto de investigación denominado “Ferrocínica en adolescentes embarazadas atendidas en el Hospital Provincial General Docente Riobamba-Ecuador” del mismo que se deriva el semillero de “Alteraciones fisiológicas y patológicas”.