



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### RESUMEN

La anemia por deficiencia de hierro es uno de los problemas nutricionales de mayor magnitud en el mundo. A pesar de ser la causa más frecuente de anemia en el niño, especialmente en la edad preescolar; existen pocos estudios sobre el tema, por esta razón, decidimos establecer los casos de Anemia Ferropénica en niños de 1 a 5 años atendidos en la Fundación Pablo Jaramillo en Cuenca.

Se realizó un estudio transversal, descriptivo, no experimental durante los meses de septiembre a noviembre de 2010 en la Fundación Pablo Jaramillo. El tamaño muestral fue de 100 niños con evidencia nutricional. Se recogieron datos antropométricos y se determinaron parámetros Hematológicos y Bioquímicos: Hierro, Capacidad Total de Fijación de Hierro y Saturación de Transferrina.

Se estableció que los casos de Anemia Ferropénica en niños de 1 a 5 años es del 25% y de los 100 preescolares considerados en el estudio el 6% presentan Ferropenia. La mayor prevalencia de anemia por carencia de hierro, ocurre en los niños menores de 2 años, con un 44%. Relacionando los datos antropométricos se calculó el IMC para evaluar el estado nutricional y se obtuvo un 14% de Desnutrición Leve, 12% de Desnutrición Moderada y 10% de Desnutrición Grave, existiendo relación directa entre los casos de desnutrición y Anemia Ferropénica.

En conclusión, la Anemia Ferropénica constituye un problema de salud pública en la población estudiada, siendo necesario mejorar las condiciones en lo referente a nutrición y alimentación, para disminuir los casos de Anemia Ferropénica asociados a una mala nutrición.

***Palabras clave:*** *hierro, anemia, deficiencia de hierro, anemia ferropénica.*



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### ABSTRACT

Anemia due to iron deficiency is one of the most extended nutritional problems worldwide. Although it is the most frequent cause of anemia in children, especially during preschool age, little research on the topic exists. For this reason, we decided to establish the prevalence of ferropenic anemia, in children with an age range of 1 to 5 years old, who receive medical care at “Pablo Jaramillo” foundation in Cuenca.

A transversal, descriptive, non-experimental study was conducted during September and November of 2010, at Pablo Jaramillo foundation. The sample size was of 100 children. Anthropometric data was gathered, and hematological and biochemical parameters were determined: Iron, total iron fixation capacity, and transferrin saturation.

It was established that the prevalence of ferropenic anemia in children ranging from 1 to 5 years old, is 25%, and amongst the 100 preschool children studied, 6% present ferropenia. The highest prevalence of anemia due to lack of iron, occurs in children younger than 2 years old, and it is of 44%. Relating the anthropometric data, BMI (body mass index) was calculated to evaluate the nutritional conditions of the studied children, and this resulted in 14% of mild malnutrition, 12% of moderate malnutrition, and 10% of severe malnutrition, with a direct relation existing between the cases of malnutrition and ferropenic anemia.

In conclusion, ferropenic anemia constitutes a public health problem in the studied population. Therefore, it is needed to improve food intake and nutrition conditions, in order to lessen the cases of ferropenic anemia associated to malnutrition.

**Key words:** Iron, anemia, iron deficiency, ferropenic anemia.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.	
<b>DEDICATORIA</b> .....	9
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	10
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	10

### CAPÍTULO I

#### 1. ANEMIA

1.1. Definición de Anemia.....	13
1.2. Clasificación de las Anemias.....	14
1.2.1. Clasificación Fisiopatológica de las Anemias.....	14
1.2.2. Clasificación Morfológica de las Anemias.....	14
1.3. Anemia Ferropénica.....	16
1.3.1. Etapas de la Anemia Ferropénica.....	18
1.3.2. Causas de la Anemia Ferropénica.....	19
1.3.3. Clasificación de la Anemia Ferropénica.....	22
1.3.4. Manifestaciones Clínicas.....	23
1.3.5. Diagnóstico de la Anemia Ferropénica.....	24
1.4. Estudios de Laboratorio.....	25
1.4.1. Diagnóstico Diferencial de la Anemia Ferropénica.....	26

### CAPÍTULO II

#### 2. PRUEBAS DE VALORACIÓN DE ANEMIA FERROPÉNICA

2.1. Hemoglobina.....	28
2.2. Hematocrito.....	29
2.3. Recuentos Celulares.....	30
2.4. Índices Eritrocitarios.....	32
2.4.1. Volumen corpuscular medio.....	32
2.4.2. Hemoglobina corpuscular media.....	33
2.4.3. Concentración de hemoglobina corpuscular media.....	33



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.5. Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW).....	34
2.6. Hierro.....	34
2.6.1. Requerimientos de hierro.....	35
2.6.2. Fuentes de Hierro.....	36
2.6.3. Funciones Bioquímicas y Fisiológicas del hierro.....	36
2.7. Metabolismo del hierro.....	38
2.7.1. Absorción de hierro.....	39
2.7.2. Transporte de hierro.....	40
2.7.3. Utilización y Almacenamiento de hierro.....	41
2.7.4. Distribución de hierro en el organismo.....	41
2.7.5. Movilización de hierro.....	42
2.7.6. Excreción de hierro.....	43
2.8. Transferrina.....	44
2.8.1. Estructura Química.....	45
2.8.2. Regulación de la Captación de Hierro.....	45
2.8.3. Significado Clínico.....	46
2.9. Capacidad Total de Fijación de Hierro.....	47
2.9.1. Significado Clínico.....	47
2.10. Ferritina.....	48
2.10.1. Estructura Química.....	48
2.10.2. Regulación del Almacenamiento de Hierro.....	48
2.10.3. Significado Clínico.....	49

## CAPÍTULO III

### 3. NUTRICIÓN Y DESNUTRICIÓN INFANTIL

3. Nutrición Infantil.....	50
3.1. Alimentación durante la primera infancia.....	51
3.1.1. Dietética del segundo hasta sexto año.....	51
3.2. Desnutrición.....	52
3.2.1. Desnutrición infantil después de la primera infancia.....	52



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
**CAPÍTULO IV**

**4. MATERIALES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO**

4.1. Universo.....	54
4.2. Muestreo y Tamaño de la muestra.....	54
4.2.1. Criterios de Inclusión.....	54
4.2.2. Criterios de Exclusión.....	54
4.3. Materiales, Equipos y Reactivos.....	55
4.4. Recolección de las Muestras.....	56
4.5. Conservación de las Muestras.....	56
4.6. Métodos.....	57
4.6.1. Cuadro Hemático Básico.....	57
4.6.2. Constantes Bioquímicas.....	57
4.7. Hierro Sérico (Iron liquicolor).....	58
4.8. Capacidad Total de Fijación de Hierro (TIBC).....	58
4.9. Porcentaje de Saturación de Transferrina.....	58

**CAPÍTULO V**

**5. DATOS ESTADÍSTICOS Y RESULTADOS**

5.1. Variables Relacionadas con la Anemia Ferropénica.....	60
5.2. Prevalencia de Anemia Ferropénica.....	68
5.2.1 Fases de la Anemia Ferropénica en la población estudiada.....	68
5.2.2 Fases de la Anemia Ferropénica por Grupo de Edad.....	69
5.3. Análisis del Estado Nutricional en Función del IMC.....	70
5.4. Indicadores Estadísticos.....	71
5.5. Análisis de Resultados.....	76
5.5.1 Análisis de Variables en pacientes de 1 a 2 años.....	76
5.5.2 Análisis de Variables en pacientes de 2 a 3 años.....	78



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

5.5.3 Análisis de Variables en pacientes de 3 a 4 años.....	80
5.5.4 Análisis de Variables en pacientes de 4 a 5 años.....	82
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>88</b>

## ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> Planteamiento del problema.....	97
<b>ANEXO 2</b> Figura 1. Transporte de Oxígeno a los Tejidos.....	99
<b>ANEXO 3.</b> Figura 2. Forma y Tamaño de los Eritrocitos.....	99
<b>ANEXO 4.</b> Tabla 1. Etapas de la Anemia Ferropénica.....	100
<b>ANEXO 5.</b> Tabla 2. Causas de Anemia Ferropénica en niños.....	101
<b>ANEXO 6.</b> Tabla 3. Síntomas y Signos dela Anemia Ferropénica.....	102
<b>ANEXO 7.</b> Figura 3. Eritrocitos de Tamaño y Morfología normal.....	103
<b>ANEXO 8.</b> Figura 4. Eritrocitos Microcíticos e Hipocrómicos.....	103
<b>ANEXO 9.</b> Tabla 4. Pruebas Confirmatorias para deficiencia de hierro.....	104
<b>ANEXO 10.</b> Tabla 5. Diagnóstico de la Ferropenia.....	105
<b>ANEXO 11.</b> Tabla 6. Diagnóstico Diferencial de las Anemias Microcíticas....	106
<b>ANEXO 12.</b> Tabla 7. Valores Referenciales del hemograma para pacientes Pediátricos según la OMS.....	107
<b>ANEXO 13.</b> Figura 5. Estructura de la Hemoglobina.....	108
<b>ANEXO 14.</b> Tabla 8. Índices Eritrocitarios durante la infancia.....	109
<b>ANEXO 15.</b> Tabla 9. Requerimientos de Hierro.....	109
<b>ANEXO 16.</b> Figura 6. Funciones Bioquímicas y Fisiológicas del eritrocito.....	110
<b>ANEXO 17.</b> Figura 7. Ciclo Metabólico del Hierro.....	111
<b>ANEXO 18.</b> Figura 8. Distribución del Hierro en el Organismo.....	112
<b>ANEXO 19.</b> Figura 9. Estructura de la Transferrina.....	113
<b>ANEXO 20.</b> Figura 10. Regulación de la Captación de Hierro.....	114
<b>ANEXO 21.</b> Figura 11. Estructura de la Ferritina.....	115
<b>ANEXO 22.</b> Tabla10. Valores de Ingesta Diaria recomendada de Hierro según	



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

el departamento del IOM.....	116
<b>ANEXO 23.</b> Foto 1. Conservación de las Muestras.....	117
Foto 2. Transporte de las Muestras.....	117
<b>ANEXO 24.</b> Foto 3. Materiales, Reactivos y Equipo de Laboratorio.....	118
<b>ANEXO 25.</b> Foto 4. Toma de Medidas Antropométricas.....	119
<b>ANEXO 26.</b> Foto 5. Orden emitida por los médicos Pediatras.....	120
<b>ANEXO 27.</b> Foto 6. Solicitud de Autorización para la toma de la muestra.....	121
<b>ANEXO 28.</b> Foto 7. Firma del Consentimiento por los padres de familia.....	122
<b>ANEXO 29.</b> Foto 8. Área de la toma de muestra y proceso de flebotomía.....	123
<b>ANEXO 30.</b> Foto 9. Procesamiento de las muestras.....	124
<b>ANEXO 31.</b> Prueba Fotocolorimétrica Hierro Sérico (Iron liquicolor).....	125
<b>ANEXO 32.</b> Capacidad Total de Fijación de Hierro (TIBC).....	129
<b>ANEXO 33.</b> Foto 10. Lecturas del Espectrofotómetro.....	134
<b>ANEXO 34.</b> Reporte de Resultados.....	134
<b>ANEXO 34<sup>a</sup>.</b> Foto 11. Reporte de Hemogramas.....	136
<b>ANEXO 35.</b> Foto 12. Entrega de Resultados a los pacientes.....	137
<b>ANEXO 36.</b> Foto 13. Entrega de Resultados a los Médicos Pediatras.....	138
<b>ANEXO 37.</b> Tabla 23. Cuadro General de Resultados Obtenidos en la.....	139

Población Estudiada.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



**UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**DETERMINACIÓN DE ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN NIÑOS  
DE 1 A 5 AÑOS EN LA CLINICA HUMANITARIA DE LA FUNDACION  
PABLO JARAMILLO EN CUENCA**

Tesis de grado previa a la obtención del  
Título de Bioquímico Farmacéutico

**AUTORAS:**

Leida Paulina Sánchez Saldaña  
Graciela Maribel Zabala Romero

**DIRECTORA:**

Dra. Zulma Zamora B.

**ASESORA:**

Dra. Luz María Samaniego

CUENCA – ECUADOR  
2011





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### DEDICATORIA

A Dios por manifestarse siempre en mi vida. A mis padres Félix y Teresa por depositar su confianza en mí; por conducirme siempre por el sendero del bien, del estudio y de la moral. A mi hermano y abuelita por el apoyo y estímulo brindados. A Marco por ser mi motivación y más grande inspiración.

Paulina

Dedicado a ese Ser Supremo y bondadoso, por darme la fortaleza necesaria para poder superar todos los obstáculos de mi carrera, Dios Nuestro Padre.

De una manera especial para esos pilares fundamentales en mi vida, quienes me enseñaron el verdadero sendero de la dignidad, que siempre estuvieron presentes en todas las tristezas, alegrías y en cada desacierto; quienes hoy, gracias a su apoyo y esfuerzo me permiten convertir en realidad este sueño, Efraín y Graciela, Mis Padres.

A mis Hermanos Ricardo, David, Diego y Santiago, quienes me brindaron su apoyo, protección y complicidad; crecimos juntos, compartiendo las adversidades siempre en hermandad.

Maribel



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### **AGRADECIMIENTO**

A Dios por hacer posible el milagro de la vida y por darnos la oportunidad de trabajar por quienes más lo necesitan.

Un agradecimiento sincero; a la Dra. Zulma Zamora, Directora de Tesis, que con paciencia, dedicación y esmero nos compartió sus conocimientos, siempre dentro de un marco de confianza, afecto y amistad.

A la Dra. Luz María Samaniego, Asesora de Tesis, por su calidad humana y científica; por el apoyo, consejos y ánimo brindados.

A nuestras familias, quienes en todo momento nos brindaron apoyo, colaboración y cariño.

Al Personal de Laboratorio y a los Médicos Pediatras que laboran en la Fundación Pablo Jaramillo, por su amabilidad y efectiva colaboración, durante gran parte de la realización de este trabajo.

Finalmente; agradecemos a todas las personas, profesores y amigos quienes sin mencionar su nombre, sabrán por estas líneas que siempre los tenemos presentes y que les agradecemos por la ayuda que nos brindaron en los momentos más difíciles de nuestra carrera.

Paulina y Maribel



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### INTRODUCCIÓN

La Anemia Ferropénica es la forma más reconocida de deficiencia nutricional, es un problema de salud pública que afecta principalmente a los sectores de bajo nivel socioeconómico, siendo los más prevalentes los niños y adolescentes.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la deficiencia de hierro se considera el primer desorden nutricional en el mundo y afecta principalmente a la población infantil en todos los estadios de crecimiento.

Los principales factores que contribuyen a la anemia son los depósitos de hierro al nacer, la cantidad de hierro en la dieta, la edad y los antecedentes genéticos; el desequilibrio entre la demanda fisiológica de hierro y el nivel de ingestión del mismo determinan la instauración de la Anemia Ferropénica. La mayoría de los niños con anemia son asintomáticos, la clínica esta relacionada con la causa, la severidad y la duración de la anemia.

La carencia de hierro en el organismo conduce a la Anemia por deficiencia de Hierro. Esta afección tiene 3 estadios: 1) depleción de hierro, que se caracteriza por la disminución de las reservas de hierro en el organismo; 2) la deficiencia de hierro con disminución de la eritropoyesis, que se observa cuando hay depleción de las reservas de hierro y simultáneamente una insuficiente absorción alimentaria, de forma que no se logra contrarrestar las pérdidas corporales normales y al no disponer de la cantidad necesaria de hierro se ve afectada la síntesis de hemoglobina; y 3) la Anemia Ferropénica.

La forma de valorar el estado de desnutrición por deficiencia de Hierro es mediante la determinación de parámetros hematológicos como: Hemoglobina, Hematocrito, Recuento de Células Rojas, los Índices Eritrocitarios, además de



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

pruebas bioquímicas confirmatorias como la determinación de Hierro sérico, Capacidad Total de Fijación de Hierro y Saturación de Transferrina.

En la actualidad, se reconoce cada vez más que el estado de hierro es importante debido a que una carencia leve o moderada, previa al desarrollo de la anemia, puede influir adversamente en el comportamiento humano, en el desarrollo psicológico e incluso en el desarrollo intelectual del niño.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## CAPÍTULO I

### 1. ANEMIA

Una de las funciones primordiales de la sangre consiste en proveer de  $O_2$  a los tejidos, liberándolos del  $CO_2$ . Los hematíes o glóbulos rojos son los encargados de velar por el correcto cumplimiento de esta función vital y por tanto deben estar presentes en cantidad y calidad suficiente. La sangre de los sujetos normales contiene una determinada cantidad de hemoglobina, cantidad suficiente para cubrir las necesidades de oxigenación tisular, tanto en condiciones basales como de actividad. Desde un punto de vista fisiopatológico cuando la masa de eritrocitos circulantes es insuficiente para mantener el adecuado transporte de oxígeno a los tejidos, con la consiguiente hipoxia tisular, aparece la anemia.(1) (Anexo 2)

En la hematología pediátrica las anemias constituyen el trastorno más importante por frecuencia, presentando una variedad de aspectos clínicos y hematológicos en relación con múltiples factores etiológicos que la determinan. En pediatría, los trastornos nutritivos derivados del crecimiento y desarrollo de los niños pueden incidir y agravar una anemia por otra causa ya instituida. Puede considerarse como enfermedad o entidad clínica aislada, o bien formar parte o ser secundaria a otros procesos. (2)

#### 1.1. Definición de Anemia

La anemia corresponde a una reducción de la masa de glóbulos rojos circulantes. Se define clínicamente, como la disminución de la concentración de hemoglobina útil por debajo de los niveles fisiológicos determinados para la edad, sexo y localización geográfica. Operacionalmente, se considera como anemia a un estado clínico caracterizado por un descenso de la masa de eritrocitos, o bien una disminución de la hemoglobina. Desde el punto de vista



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

de la hematimetría, corresponde a la reducción en la concentración de hemoglobina, hematocrito o recuento de glóbulos rojos. (3)

En la práctica, la Organización Mundial de la Salud recomienda considerar anemia, en los adultos, cuando la concentración de hemoglobina es inferior a 13,0 g/dL en el varón o inferior a 12,0 g/dL en la mujer. En los niños, este criterio varía según la edad, de forma que, desde los 6 meses hasta los 6 años, el límite inferior de la hemoglobina es de 11,0 g/dL (4).

### **1.2. Clasificación de las Anemias**

La anemia constituye una manifestación clínica de diversas enfermedades o alteraciones fisiológicas por lo cual su clasificación puede ser enfocada desde diversos puntos de vista.

Es así, que se las ha clasificado tomando en cuenta; la etiología, la fisiología y la morfología. (2)

**1.2.1. Clasificación fisiopatológica de las anemias en pediatría.** Se basa en el concepto de equilibrio dinámico que tiene que existir entre la producción y las pérdidas del número de glóbulos rojos. Sin embargo, estas categorías no son excluyentes y para clasificar se considera el mecanismo patogénico preponderante. En esta clasificación se distinguen dos grandes grupos, las anemias por alteraciones en la producción de glóbulos rojos y anemias por excesiva destrucción o pérdida de glóbulos rojos, lo cual está en relación a una disminución del número de hematíes que puede ser consecuencia de: pérdida o destrucción de hematíes o cuando exista un déficit en su producción.(2)

**1.2.2. Clasificación morfológica de las anemias en pediatría.** Las anemias también pueden ser clasificadas de acuerdo al tamaño de los hematíes vistos en frotis periférico o cuantificados en contadores automáticos. Esta clasificación



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

se basa en los Índices Eritrocitarios, tiene como base el tamaño de los hematíes y la cantidad de hemoglobina que contienen. Los más utilizados son el volumen corpuscular medio (VCM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHbCM), algunos autores incluyen la hemoglobina corpuscular media (HbCM).

El glóbulo rojo normal tiene un volumen de 80-100fL un diámetro aproximado de 7-8 $\mu$ , aquellos que en el frotis sanguíneo se evidencian más grandes se denominan macro- cíticos y los que se observan más pequeños microcíticos (Anexo 3). En niños el valor de referencia para el VCM es de 80-100 fL, la HbCM están entre 28-32 pg y la CHbCM tiene un valor promedio es de 32-36 g/dL. En función de estos valores se puede clasificar a las anemias en normocrómicas e hipocrómicas. (1)

**Anemia Microcítica Hipocrómica.** En este tipo de anemia los índices son inferiores a los normales. El VCM se encuentra por debajo de 80 fL, la HbCM es menor de 28 pg. y la CHbCM es inferior a 32 g/dL. Se manifiesta con células pequeñas que tienen aumento de la palidez central en el extendido, por lo general son consecuencia de una anomalía de la síntesis de hemoglobina, como sucede en las anemias ferropénicas, en las talasemias y las que acompañan a las infecciones crónicas. (1)

La anemia microcítica se produce por un nivel de hierro insuficiente para mantener la eritropoyesis normal y se caracteriza por resultados anormales en los estudios de hierro. El desarrollo temprano de una anemia microcítica puede indicar depleción de depósitos de hierro, pero sin desarrollo de una anemia evidente. Las causas de deficiencia de hierro varía en lactantes, niños, adolescentes y adultos, siendo necesario encontrarlas antes de iniciar el tratamiento. (5)

**Anemia Macroscítica Normocrómica.** Son consecuencia de un trastorno de maduración del núcleo, secundario a un déficit de vitamina B<sub>12</sub>, ácido fólico o



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

causadas por fármacos que interfieren en el metabolismo de maduración nuclear como sulfonamidas, quimioterápicos, etc. Cursan con VCM superior a 100 fL; la HbCM y la CHbCM permanecen en valores de referencia. (1)

Los eritrocitos tienen aspecto macrocítico; las anemias macrocíticas pueden ser megaloblásticas o no, que se caracterizan por la presencia de macrocitos ovalados y células en forma de lágrima en la sangre periférica y precursores de eritrocitos nucleados grandes en la médula ósea. (5)

**Anemia Normocítica Normocrómica.** Cuando los Índices Eritrocitarios se encuentran dentro de los valores de referencia. Estas cifras se observan en las anemias por insuficiencia medular y en las hemolíticas. (1)

El número de reticulocitos puede estar aumentado, ser normal o estar disminuido. Las anemias Normocítica por lo general son causadas por hemolisis, hemorragias agudas, esplenomegalia, artritis reumatoidea, tumores malignos, enfermedades renales y hepáticas, etc.

### 1.3. Anemia Ferropénica

La Anemia Ferropénica se define como el descenso de la concentración de hemoglobina por debajo de los niveles normales, secundario a una disminución de las reservas de hierro en el organismo. (4)

La anemia por deficiencia de hierro es el resultado final de un proceso progresivo de empobrecimiento de los depósitos de hierro del organismo, que en ocasiones es expresión de una enfermedad subyacente, pero que en otras es consecuencia de condiciones fisiológicas como la adolescencia, embarazo y lactancia. Una definición útil de déficit de hierro debe considerar los conceptos de balance de hierro negativo y eritropoyesis con carencia de hierro. La





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

depleción o agotamiento de los depósitos de hierro alude a un desequilibrio entre las demandas fisiológicas y la oferta dada por la ingesta principalmente. La eritropoyesis con carencia de hierro es un paso más adelante e indica existencia de producción de hematíes restringida. La anemia microcítica por deficiencia de hierro con hematíes hipocrómicos sugiere la existencia de un prolongado periodo de balance negativo de hierro y una anemia lo bastante intensa como para estimular la formación de células con escasa hemoglobina.

(1)

Se considera entonces que la deficiencia de hierro es el resultado de uno de los siguientes factores o de su combinación: aporte insuficiente (por dieta inadecuada o por absorción alterada), aumento de las necesidades (embarazo, lactancia, períodos de crecimiento), pérdidas excesivas (hemorragia, anquilostomiasis), déficit de absorción o alteración del transporte. En casos excepcionales el origen se encuentra en un trastorno congénito del metabolismo del hierro (atransferrinemia, aceruloplasminemia). (5, 6)

La deficiencia de hierro es el trastorno nutricional de mayor prevalencia en el mundo. Se calcula que afecta aproximadamente al 20 - 30% de la población. En casi la mitad de los casos, se asocia a anemia siendo, de esta forma, la ferropenia la causa más frecuente de anemia en el mundo. Según la OMS, la anemia es la manifestación clínica más frecuente en la especie humana, pues se sabe que hasta la fecha (2010) de los 6.700 millones de habitantes que tiene la tierra; los 2.000 millones tienen algún grado de anemia.(7)

Los principales grupos de riesgo para la deficiencia de hierro y Anemia Ferropénica son los lactantes y niños en edad preescolar, los adolescentes, las gestantes, y los ancianos. Constituyen también grupos de riesgo las personas con una dieta inadecuada en hierro y los donantes de sangre. Los factores socioeconómicos influyen en la salud y nutrición de la población. Así, la prevalencia de ferropenia es menor en los países de elevado nivel económico



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

como los Estados Unidos, Japón y Europa que en los países subdesarrollados, donde una gran parte de la población sigue dietas muy deficientes en hierro. (4)

Al ser la Anemia Ferropénica un trastorno frecuente, es importante la realización de estudios que permitan establecer un diagnóstico precoz para disminuir su elevada prevalencia. Los trastornos de la homeostasis del hierro están entre las enfermedades más comunes de los humanos. El hierro desempeña un papel fundamental en varios procesos metabólicos como el transporte de oxígeno, el metabolismo oxidativo y el crecimiento celular. Por esto la anemia por carencia de hierro en la dieta es considerada un serio problema de salud pública. (1)

La Anemia Ferropénica se halla dentro del grupo de las anemias microcíticas, su VCM es menor a 80fL y se produce por alteración del metabolismo del hierro, ya sea por carencia, transporte o utilización; déficit cuantitativo de cadenas de globina o diseritropoyesis. La falta de hierro en la medula ósea genera dificultad para la eritropoyesis y las células producidas son pobremente hemoglobinizadas. El grado de microcitosis e hipocromía reflejan la severidad y cronicidad de la carencia. (6)

**1.3.1. Etapas de la Anemia Ferropénica.** La evolución de la anemia por deficiencia de hierro es progresiva y se desarrolla en varias etapas sucesivas: (Anexo 4)

**Fase I o Ferropenia Pre-latente.** En una primera fase se produce una reducción progresiva en los depósitos de hierro, lo cual puede evidenciarse por una disminución de la concentración sérica de ferritina. No obstante, la cantidad de hierro disponible, es aún suficiente para mantener una eritropoyesis y síntesis de hemoglobina correctas, y no se producen todavía manifestaciones clínicas. En definitiva, los niveles de ferritina son menores y el resto de los valores normales. (4)



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Fase II o Ferropenia Latente.** También llamada eritropoyesis deficiente o eritropoyesis Ferropénica. Si la deficiencia de hierro se mantiene, desciende la concentración de este metal en sangre y su proteína transportadora, la Transferrina, deja de estar saturada. Es posible detectar modificaciones en los valores de Transferrina, así como un aumento en la concentración de protoporfirina eritrocitaria libre, además comienza el deterioro del aporte de hierro a la médula ósea y disminuye la eritropoyesis, sin embargo, la síntesis de hemoglobina se mantiene dentro de la normalidad. En esta etapa puede notarse una disminución en el rendimiento físico. (4)

En síntesis, los valores de ferritina, hierro sérico y saturación de transferrina son bajos, mientras que; la capacidad total de fijación de hierro aumenta, al igual que la protoporfirina eritrocitaria libre. La hemoglobina y el hematocrito se encuentran normales.

**Fase III o Ferropenia Manifiesta.** Cuando la ferropenia está muy desarrollada ya no se dispone de hierro suficiente para mantener la producción normal de hemoglobina por lo que los valores de ésta disminuyen al igual que el hematocrito. (4)

La médula ósea trata de compensar la falta de hierro acelerando la división celular y produciendo glóbulos rojos muy pequeños (microcíticos), típicos de la anemia por déficit de hierro; que se evidencian por una disminución del VCM. A medida que la deficiencia de hierro y la anemia se intensifican, aparecen los síntomas característicos de la anemia. (4)

**1.3.2. Causas de Anemia Ferropénica.** El desarrollo de la deficiencia de hierro y la rapidez de su progreso, es dependiente de los depósitos de hierro iniciales del individuo, de la edad, sexo, proporción de crecimiento y el balance entre la absorción de hierro y las pérdidas. En los niños las causas de carencia de hierro están más orientadas a un déficit de depósitos de éste en los primeros meses de vida; a causas nutricionales y al crecimiento en el periodo de lactante



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

y preescolar y mayoritaria-mente, solo a partir de los 6 años se debe a problemas de hemorragias crónicas. (1) (Anexo5)

La deficiencia de hierro puede originarse por diversas causas:

**a) Disminución del aporte:** se debe principalmente a una insuficiente ingesta de alimentos ricos en hierro o por dietas desequilibradas. (5)

Tras el nacimiento, se recibe hierro a través de la lactancia materna, que aunque pobre (0,78mg/L) es de alta biodisponibilidad por lo que suele ser suficiente para garantizar el crecimiento normal, tanto así, que el hierro proveniente de la hemólisis producida tras el nacimiento es lo que va a garantizar el crecimiento hasta los 6 meses. A partir de los 6 meses, con el comienzo de la lactancia artificial, aumenta la posibilidad de Anemia Ferropénica. Se ha descrito pues, que el grupo de edad entre 1 y 3 años es especialmente susceptible por varias razones; la introducción de la leche de vaca, cereales sin suplemento de hierro necesario, e ingesta escasa o inadecuada de otros alimentos. (8)

Son susceptibles también los lactantes de madre con ferropenia y los niños prematuros ya que la madre aporta hierro al feto, en gran medida, durante el tercer trimestre de embarazo; por tal motivo el niño pre término nace con menores reservas de hierro. (7)

**b) Aumento de las necesidades:** en la niñez, adolescencia y embarazo, los requerimientos diarios están aumentados. La edad y el sexo modifican el requerimiento, así, mujeres en etapa de gestación o niños en etapa de crecimiento; merecen especial atención del metabolismo del hierro. La ingesta diaria promedio de hierro para niños es de 10 mg/día. (5, 1)

Al nacer, el niño sustituye el suministro seguro de hierro aportado por la placenta por otro mucho más variable y con frecuencia insuficiente, proveniente



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

de los alimentos. Nace con 0,5 g. y a los 15 años cuenta con 5 g., por lo tanto; se requieren 4.5 g en este tiempo (balance positivo de 0.8mg/día). Si tenemos en cuenta las pérdidas normales (0.2 – 0.5mg/kg/día), un niño necesita como mínimo de 0.7 a 1.0 mg/kg/día (7-10 mg/d), al ser la absorción del hierro el 10% de la ingesta. (9,8)

**c) Disminución de la absorción:** Es menos frecuente, puede darse por defectos a nivel de la mucosa intestinal, como en la enfermedad celíaca. También por un déficit de absorción férrica en el síndrome de mala absorción, especialmente cuando se afecta la mucosa duodenal y la parte superior del yeyuno. (8, 5)

Otra causa, es la ingestión de hierro en forma poco disponible. El hierro en forma hem presente en proteínas animales (carne, pescado, huevos), se absorbe muy bien, es menos dependiente de otros componentes de la dieta y favorece la absorción del hierro no hem. En cambio; el hierro no hem o inorgánico presente en vegetales, cereales, maíz, arroz, etc. depende de otros factores para ser absorbido. (1,10)

La presencia en la dieta de sustancias reductoras como el ácido ascórbico, que reduce el hierro contenido en la dieta a la forma ferrosa, favorecen la absorción. Por otro lado, actúan como quelantes sustancias como el tanino del té; también reducen la absorción las que forman sales insolubles con el hierro (folatos), y las que comparten su mismo mecanismo de transporte (plomo, cobre).(1)

**d) Aumento de las pérdidas:** la forma más común es la hemorragia digestiva que pueda pasar inadvertida, como la debida a gastritis, parasitosis crónicas, y otras que pueden llegar a ser más importantes como el divertículo de Meckel y la poliposis intestinal. (10)

**e) Alteraciones en el transporte de hierro:** la atransferrinemia congénita es una condición en que la transferrina plasmática no es producida o lo es en pequeña



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

cantidad. Es una enfermedad muy rara que se transmite de forma autosómica recesiva; cursa con deficiencia de hierro, y anemia severa acompañada por sobrecarga de hierro parenquimatoso. (1)

Otra entidad más rara aún que la anterior es la Enfermedad por Auto Anticuerpos contra el receptor de la transferrina, caracterizada por hipersideremia, hemosiderosis hepática y gran disminución del hierro macrofágico medular. (10)

**1.3.3. Clasificación de la Anemia Ferropénica.** La anemia Ferropénica constituye una manifestación de diversas enfermedades o alteraciones fisiológicas por lo que puede ser enfocada desde diversos puntos de vista, de ahí que tenemos una clasificación fisiopatológica, morfológica y etiopatogénica.

**Clasificación Fisiopatológica:** La anemia Ferropénica está ubicada en el grupo en el que existe disminución de la producción de glóbulos rojos debido a una eritropoyesis ineficaz o inefectiva por falta de nutrientes como el hierro. (1)

**Clasificación Morfológica:** La anemia por deficiencia de hierro se considera como microcítica hipocrómica. Los valores de Volumen Corpuscular Medio (VCM) se encuentran por debajo de 83fL y Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHbCM), menor a 32 g/dL. (1)

**Clasificación Etiopatogénica:** De acuerdo a esta clasificación; la Anemia Ferropénica se encuentra dentro del grupo de las anemias arregenerativas llamadas también centrales que se caracterizan porque la médula ósea es incapaz de mantener la producción eritrocitaria de forma adecuada, ya sea por defecto de la propia médula o por falta de los factores necesarios. Cursan con respuesta eritrocitaria baja y traducen la existencia de una médula ósea inactiva. (4)



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**1.3.4. Manifestaciones Clínicas.** La anemia es una manifestación más de los trastornos que genera la ferropenia, diferenciando la clínica debida a la propia anemia, relacionada directamente con los bajos niveles de hemoglobina, y la específica de la ferropenia. (8)

La anemia aparece como consecuencia de una eritropoyesis disminuida. Su instauración es lenta, progresiva y con buena tolerancia. Antes de su aparición se han descrito síntomas difusos de carácter general, entre los que destacan adinamia, fatiga muscular, disnea, taquicardia y falta de apetito. Dentro de las manifestaciones cutáneo mucosas destaca la palidez; apareciendo además piel seca, mucosas atróficas y queilitis angular. Frecuentemente se observa fragilidad y caída excesiva del cabello.(4)

Es típica y específica de la ferropenia, la coiloniquia o uñas con aspecto de cuchara, las uñas se hacen quebradizas y sufren una deformidad progresiva consistente en la aparición de una concavidad central. Se considera además una manifestación de ferropenia a una alteración particular del apetito, denominada pica que consistente en la ingesta de tierra, hielo, granos de café, piedrecitas, pintura, cal; esta expresión, aún cuando pueda parecer anecdótica, es muy característica y puede adelantar o reforzar la sospecha diagnóstica de ferropenia. (8, 4)

La alteración sistémica más importante producida por el déficit de hierro, es el cambio en el comportamiento caracterizado por irritabilidad, pérdida de concentración y disminución de la memoria. La mayor tendencia a infecciones en la ferropenia, se atribuyen a alteraciones de la inmunidad celular y de la capacidad bactericida de los neutrófilos, ya que; por un mecanismo aun poco conocido se producen descensos significativos de la población linfocitaria T y de la población de linfocinas (IL-1 e IL-2). (5, 1, 8)

Los efectos de la anemia en la infancia y durante los primeros años de vida son irreversibles, aún después de un tratamiento; pues no solo sufrirán retardo en



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

el crecimiento sino también, en el desarrollo psicomotor, y cuando tengan edad para asistir a la escuela, su habilidad vocal y su coordinación motora habrán disminuido significativamente. (11) (Anexo 6)

**1.3.5. Diagnóstico de la Anemia Ferropénica.**Un buen diagnóstico de anemia por déficit de hierro debe basarse en:

Interrogatorio:lo realiza el médico que toma especial atención al tipo de dieta, considerando el déficit en la ingesta de alimentos ricos en hierro, el exceso de carbohidratos y leche; antecedentes de prematurez, embarazos múltiples y déficit de hierro en la madre; antecedentes de patología perinatal, pérdida de sangre que puede manifestarse en el color de las heces, epistaxis, disnea, hematuria, hemoptisis, etc.; trastornos gastrointestinales como diarrea, esteatorrea; procedencia geográfica: zonas de parasitosis (uncinariasis) endémicas, hábito de pica; trastornos cognitivos: bajo rendimiento escolar, etc. (12)

Examen físico:La Anemia Ferropénica puede provocar alteraciones en casi todos los sistemas del organismo, presentándose en la mayoría de los casos:palidez cutáneo-mucosa, retardo del desarrollo pondoestatural, esplenomegalia leve, telangiectasias, alteración de tejidos epiteliales (uñas, lengua), alteraciones óseas. (12)

Además, se ha asociado a la anemia por déficit de hierro con el espasmo del sollozo y con elevada predisposición a desarrollar accidente cerebrovascular isquémico, aunque estas asociaciones no han sido aun plenamente establecidas. (13,14)





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### 1.4. Estudios de Laboratorio

Existen numerosas magnitudes que permiten detectar la Anemia Ferropénica de forma relativamente sencilla. Sin embargo, no hay ningún test de laboratorio que sea capaz por sí sólo de identificar correctamente la deficiencia de hierro por lo que hay que recurrir a la determinación combinada de varios parámetros que permiten valorar la deficiencia de hierro en los diferentes compartimentos:

Compartimento funcional: en su valoración se determinan; Hemoglobina, Volumen corpuscular medio, Hemoglobina Corpuscular Media; el Compartimento de reserva comprende, Ferritina sérica y en el Compartimento de transporte se determina el Hierro sérico y Transferrina.

El diagnóstico de una Anemia Ferropénica debe hacerse buscando el descenso de las tasas de hemoglobina, junto a la presencia de hematíes microcíticos e hipocrómicos, sideremia, ferritina y porcentaje de saturación de transferrina disminuidos; capacidad total de fijación de hierro y protoporfirina eritrocitaria libre aumentadas, y si fuera necesario la demostración de la falta de hierro en la médula ósea, a través de la Tinción de Perls del aspirado medular donde se objetaría la desaparición de hierro macrofágico con disminución del número de sideroblastos. (12,8)(Anexo 7, 8, 9, 10)

En la evaluación de la anemia también es muy importante el recuento de reticulocitos, que es un índice de producción eritrocitaria y permite distinguir una anemia hiporregenerativa (disminución de la producción de hematíes) de un proceso de destrucción aumentada del hematíe por hemólisis. Es necesario valorar también las cifras de leucocitos y plaquetas para distinguir si se trata de una anemia pura o hay afectación de las otras series hematopoyéticas, lo que sugiere aplasia medular, obligando a realizar un estudio de la médula ósea. (6)

En algunos casos de Anemia Ferropénica y anemias hemolíticas puede encontrarse un aumento de los leucocitos, plaquetas o ambos de carácter



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

reactivo. Por último, resulta útil un estudio microscópico de una extensión de sangre periférica para valorar el tamaño, color y forma de los hematíes. En la Anemia Ferropénica el frotis de sangre periférica revela hipocromía, microcitosis, ovalocitosis, policromatofilia y eventualmente punteado basófilo. (15)

Prueba Terapéutica: consiste en administrar sulfato ferroso a dosis terapéuticas (3–6 mg/kg/día) y evaluar la respuesta eritropoyética. La positividad de la prueba puede establecerse por un pico reticulocitario a los 5-10 días o un aumento de hemoglobina mayor o igual a 1g/dL a los 30 días. (12)

**1.4.1. Diagnóstico Diferencial de la Anemia Ferropénica.** Para el diagnóstico diferencial de la anemia hipocrómica y microcítica basta considerar tres trastornos además de la ferropenia.

En primer lugar, los defectos hereditarios relacionados con la síntesis de las cadenas de globina: las talasemias. Estas se diferencian de la Anemia Ferropénica por los resultados de las concentraciones séricas de hierro; pues en las talasemias, los valores de sideremia y de saturación de transferrina son, por lo menos, normales.

En segundo lugar, la enfermedad inflamatoria crónica con un suministro pobre de hierro a la médula eritroide. La diferenciación entre ésta y la Anemia Ferropénica, puede resultar algo difícil, pero nuevamente son los valores del hierro los que definen la situación; la ferritina se encuentra en niveles normales o altos y la TIBC, disminuida.

Por otro lado, la anemia de la enfermedad inflamatoria crónica es, por lo general, Normocítica y Normocrómica.

El tercer trastorno es el síndrome mielodisplásico; los depósitos de hierro son normales al igual que el suministro a la médula ósea, pero existe microcitosis e



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

hipocromía. La explicación se relaciona con alteraciones de la síntesis de la hemoglobina con disfunciones mitocondriales. (16)

La diferenciación de la anemia sideropénica de las anemias sideroblásticas es particularmente importante, ya que estos enfermos tienden a acumular el hierro sobrante en los tejidos y desarrollan un trastorno de su almacenamiento, por lo que el tratamiento con hierro, además de no beneficiar al enfermo, puede acelerar la aparición de complicaciones. (4) (Anexo11)



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
**CAPÍTULO II**

## **2. PRUEBAS DE VALORACIÓN DE ANEMIA FERROPÉNICA**

Existen diferentes parámetros que están relacionados con el metabolismo del hierro y que reflejan el estado del organismo para este elemento. Entre los de mayor relevancia se encuentran:

El hemograma: consiste en el conteo del número de los diferentes tipos de células que se encuentran en sangre periférica. Bajo el nombre de hemograma se agrupan dos conceptos: uno cuantitativo, que comprende el recuento de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, cuantificación de la hemoglobina, medición del hematocrito y el cálculo de los Índices Eritrocitarios y otro cualitativo (fórmula) que es la identificación microscópica o automatizada de los diferentes tipos de leucocitos y su expresión en valores porcentuales y en números absolutos. La velocidad de sedimentación globular no se lee en el hemograma, se trata de una prueba completamente independiente.

Los valores referenciales del hemograma para los pacientes pediátricos según la OMS se pueden observar en el Anexo 12. (17)

### **2.1. Hemoglobina**

La hemoglobina es el pigmento rojo que se encuentra en los hematíes, su función principal está relacionada con el transporte de oxígeno y CO<sub>2</sub> desde y hacia los tejidos. Las anomalías del valor de hemoglobina de un individuo pueden indicar defectos en el balance normal entre los glóbulos rojos de producción y la destrucción. (Anexo 13)

La determinación de la concentración de hemoglobina es uno de los procedimientos más fiables de los que se dispone para el diagnóstico de anemia. Una concentración baja de hemoglobina produce hipocromía, la cual es una característica relacionada con la anemia por deficiencia de hierro.



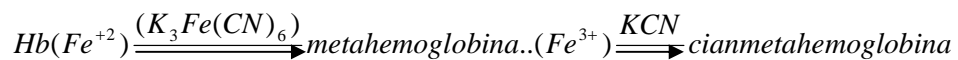
## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Durante el embarazo, el incremento del volumen sanguíneo y la hemodilución dificultan el diagnóstico de anemia por deficiencia de hierro cuando se basa exclusivamente en los valores de hemoglobina. (15)

Existen varios métodos para la determinación de la hemoglobina, el más utilizado es el de la cianmetahemoglobina. El método recomendado por el International Comité for Standardization in Hematology, presenta la ventaja de ser cómodo y se considera una solución estándar estable y fácilmente disponible. (18)

La técnica se fundamenta en hacer reaccionar la sangre con un reactivo que contiene cianuro y ferrocianuro potásico (reactivo de Drabkin). El ferricianuro potásico ( $K_3Fe(CN)_6$ ) oxida la hemoglobina transformándola en metahemoglobina ( $Fe^{+3}$ ), el cianuro de potasio (KCN) a continuación convierte la metahemoglobina que es un compuesto inestable a cianmetahemoglobina, que es un compuesto estable de color rojo brillante, la intensidad de color de este compuesto alcanza la totalidad de la reacción a los 15 minutos, luego se mide fotocolorimétricamente a 540 nm, siendo este compuesto directamente proporcional a la concentración de hemoglobina presente en la muestra. (5)

Para el cálculo de los resultados se lleva a una curva estándar realizada con soluciones de cianmetahemoglobina comercial, de donde se extrapolan las concentraciones de hemoglobina de la muestra problema. (18)



### 2.2.Hematocrito

El hematocrito mide la cantidad de eritrocitos centrifugados que ocupa un volumen determinado de sangre total expresado como porcentaje.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

En la interpretación de esta magnitud, al igual que sucede con la concentración de hemoglobina y con el número de hematíes, hay que tener en cuenta la edad y el sexo.

Un valor por debajo de lo normal indica anemia, mientras que un valor por encima indica policitemia.

Su determinación acostumbra a realizarse de forma indirecta, en equipos automatizados. También se puede medir directamente por centrifugación. El Hematocrito y la Hemoglobina son las dos determinaciones recomendadas por la OMS para el seguimiento de las anemias. El Hematocrito da una excelente aproximación del volumen total de glóbulos rojos, una estimación de la capacidad del oxígeno transportado a los tejidos y de la viscosidad de la sangre. Los valores normales de hematocrito para un niño de 1 año de edad oscilan entre 35 – 41 % y de 2 hasta los 5 años el valor ideal está entre 36 – 43%. (19)

### 2.3. Recuentos Celulares

Incluye el recuento de hematíes, leucocitos y plaquetas. Los tres recuentos se expresan como células por unidad de volumen de sangre. Inicialmente para su determinación se utilizaba la cámara hemocitométrica y por esa razón, la unidad de volumen se expresó originalmente como milímetros cúbicos.

$$\text{Recuento de células} = \frac{\# \text{ de Células Contadas} \times \text{Profundidad} \times \text{Dilución}}{\text{Área Contada (mm}^2\text{)}}$$

- Recuento Eritrocitario

$$\text{Recuento eritrocitario} = \frac{\# \text{ de Células Contadas} \times 10 \times 200}{1/5(\text{mm}^2)}$$



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Recuento eritrocitario = # de células contadas x 10 x 200 x 5

Recuento eritrocitario = # de células contadas x 10000

- Recuento Leucocitario

Recuento leucocitario =  $\frac{\# \text{ de Células Contadas} \times 10 \times 20}{4(\text{mm}^2)}$

Recuento leucocitario = # de células contadas x 50

- Recuento de Plaquetas

Recuento de plaquetas =  $\frac{\# \text{ de Células Contadas} \times 10 \times 100}{1(\text{mm}^2)}$

Recuento de plaquetas = # de células contadas x 1000

En la actualidad es más frecuente, obtener los recuentos celulares de contadores hematológicos, ya que los recuentos manuales requieren de experiencia y tiempo para prescindir de errores e inexactitud en el recuento.(5)

Es de interés para este estudio el conteo de las células sanguíneas de la serie roja que tienen su origen en la médula ósea. Los cambios en el recuento eritrocitario generalmente van asociados a cambios en los valores de hemoglobina, tal es la situación que cuando el número de células de la serie roja y la concentración de hemoglobina descienden por debajo de cierto valor, se produce la anemia.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### 2.4. Índices Eritrocitarios

Estos parámetros sirven para determinar el tamaño, el contenido y la concentración de hemoglobina de los glóbulos rojos, proporcionan información importante acerca de los diversos tipos morfológicos de anemias. Dentro de los índices eritrocitarios están: el volumen corpuscular medio (VCM), la hemoglobina corpuscular media (HbCM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHbCM).

Los índices eritrocitarios pueden ser calculados de forma directa y rápida por medio de los analizadores automatizados, equipos modernos que al mismo tiempo son capaces de realizar gráficas al clasificar millones de células en cuestión de segundos. A estas gráficas se les conoce como histogramas de los cuales se puede obtener información importante como: Número de eritrocitos y el tamaño de los mismos. También se pueden determinar mediante cálculos matemáticos relacionando los valores de Hemoglobina, Hematocrito y Células Rojas obtenidas por procedimientos manuales. (20)

**2.4.1. Volumen corpuscular medio (VCM).** Es el índice eritrocitario que valora el tamaño del hematíe permitiendo una clasificación morfológica de las anemias, en Microcítica, Normocítica o Macroscítica. Los valores normales durante la infancia son variables y distintos a los del adulto, por lo que para definir microcitosis deben tomarse como referencia los valores mostrados en el Anexo 14.

Cálculo del VCM

$$\text{VCM} = \frac{\text{Hto (\%)}}{\text{Recuento de Eritrocitos (10}^{12}\text{/L)}} \times 10$$





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Valor de referencia: 80 – 100 fL

Interpretación: Anemia Macroscítica (VCM > 98 fL), Anemia Microscítica (VCM < 82 fL) y Anemia Normoscítica (VCM 80 – 100 fL)

**2.4.2. Hemoglobina corpuscular media (HbCM).** Es el peso medio de la hemoglobina en un eritrocito, es un reflejo fiel de la disminución en la síntesis de Hb y, por tanto, de su contenido en el hematíe, expresada en picogramos (pg). Disminuye en las anemias microscíticas, lo que corresponde al criterio morfológico de hipocromía. Por el contrario, aumenta en las anemias macroscíticas generadas principalmente por un déficit de vitamina B<sub>12</sub>.

Cálculo de la HbCM

$$\text{HbCM} = \frac{\text{Hb (g/dl)}}{\text{Recuento de Eritrocitos (10}^{12}\text{/L)}} \times 10$$

Valor de referencia 28-32pg.

### **2.4.3. Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHbCM).**

Determina el contenido medio de hemoglobina por mililitro de eritrocitos, relacionando así; el VCM con la HbCM.

Cálculo de la CHbCM

$$\text{CHbCM} = \frac{\text{Hb (g/dl)}}{\text{Hto (\%)}} \times 100$$

Valor referencia 32 – 36%.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Interpretación: Establece si se trata de una anemia Normocrómica (32 - 36 g/dL), Hipocrómica (< 32 g/dL) o Hiperocrómica (> 36 g/dL).

### **2.5. Ancho de distribución eritrocitaria (RDW)**

La RDW o ADE designa la amplitud de la distribución eritrocitaria y mide la anisocitosis, es decir, la variación en el tamaño de las células rojas; estableciendo en forma porcentual si se trata de una población homogénea (< 15) o heterogénea (> 15) de eritrocitos, lo cual se traduce en los histogramas que construyen los analizadores automáticos. En el caso de una Anemia Ferropénica se apreciará que, junto a hematíes minúsculos, coexisten otros de tamaño prácticamente normal. (1, 21)

### **2.6. Hierro**

El hierro se clasifica químicamente como un metal de transición, su estructura orbital le permite cambiar fácilmente su estado de oxidación mediante la pérdida o ganancia de un electrón, por lo cual se encuentra bajo dos formas iónicas: la ferrosa ( $\text{Fe}^{+2}$ ) y la férrica ( $\text{Fe}^{+3}$ ). Esta característica le confiere excelentes propiedades para participar en procesos biológicos de óxido-reducción importantes en el metabolismo celular. Como el hierro libre es muy tóxico, por su facilidad para originar radicales de oxígeno muy reactivos, en su mayor parte se encuentra unido a diferentes proteínas que tienen una gran afinidad por este metal: transferrina (proteína para su transporte) y ferritina (para su almacenamiento). (23)

El hierro es esencial como componente de la hemoglobina para el transporte de oxígeno a los tejidos y como componente de los citocromos, que son esenciales en los mecanismos oxidativos de todas las células vivas. (24)



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Lo encontramos como componente esencial en todas las formas de vida, desde los organismos unicelulares hasta las formas más complejas. La importancia del metal se refleja en la gran atención que se ha dedicado a su estudio en virtud de lo cual se ha acumulado una enorme masa de conocimientos sobre su función biológica. Las alteraciones en su metabolismo, particularmente su deficiencia, están consideradas entre los trastornos nutricionales más frecuentes en el mundo, tanto en países desarrollados como en aquellos llamados en vías de desarrollo. La principal consecuencia de una reducida utilización de este metal por el organismo es la anemia por deficiencia de hierro, con sus diversos grados de severidad. Además se producen otras anormalidades tales como alteraciones en el crecimiento y desarrollo, retardo en la maduración de las capacidades intelectuales y neurológicas, trastornos en el epitelio gastrointestinal y alteraciones en diversos componentes inmunitarios. Asimismo, la sobrecarga o exceso de hierro también produce importantes trastornos orgánicos y afecta el sistema inmunitario. (25)

El hierro de la sangre, que circula unido a la transferrina del plasma no puede ser estudiado sin considerar la totalidad de los factores que intervienen en el metabolismo férrico. En el organismo humano existen aproximadamente unos 3 a 4 g. de hierro, 60 mg/Kg de peso. La concentración de hierro en el plasma es de 100  $\mu\text{g/dL}$ , con límites de 75 a 175  $\mu\text{g/dL}$ , según el sexo. En situaciones normales se absorbe 1mg. de Hierro por día. (23)

**2.6.1. Requerimientos de Hierro.** Considerando que se excretan muy pequeñas cantidades de hierro, la necesidad exógena es correspondientemente baja. Sin embargo, se acepta que los adultos requieren de 5 a 15mg diarios para satisfacer la necesidad corriente y la inesperada; en las mujeres esta exigencia es mayor 15 – 20mg, a causa de sus pérdidas (menstruación, gestación, lactancia). Los niños de 3 a 8 años de edad necesitan poco más o menos de 0,6mg/kg de peso corporal, y los lactantes (hasta un año) 1 a 2 mg/kg de peso corporal. (26)(Anexo 15)



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**2.6.2. Fuentes del Hierro.** Para comprender el metabolismo del hierro, es necesario conocer en primer término, como se encuentra en los alimentos, ya que los mismos son la fuente primaria y natural de este mineral y la forma en que se encuentre este elemento es un factor primario en el metabolismo de este vital mineral. En los alimentos, el hierro se encuentra formando parte de dos grupos diferentes, uno de hierro hémico y otro de hierro no hémico. (27, 7)

El hierro de tipo hémico, es el que forma parte de la hemoglobina, mioglobina, citocromos y muchas otras hemoproteínas, que se encuentran principalmente en los alimentos de origen animal. El grupo hemopresente en estas proteínas está formado por un anillo orgánico complejo, llamado protoporfirina, al que se une un átomo de hierro divalente, formando 6 uniones coordinadas; cuatro de ellas se forman con la protoporfirina y de las dos restantes, una lo hace con el nitrógeno de la fracción proteica y la otra queda libre como sitio de unión para una molécula de oxígeno. (28)

El hierro de tipo no hémico corresponde a aquel hierro que no se encuentra unido al grupo hemo; básicamente está formado por sales inorgánicas de este metal y el mismo se encuentra principalmente en los alimentos de origen vegetal, así como también en la mayoría de los preparados farmacéuticos utilizados en la terapia contra la deficiencia de este mineral. (29)

**2.6.3. Funciones Bioquímicas y Fisiológicas.** Las principales funciones biológicas que posee el hierro, se basan en sus propiedades oxido-reductoras, ya que los estados de oxidación del hierro van desde  $-2$  a  $+6$ , la interconversión entre estos estados de oxidación le otorgan a este elemento propiedades fisicoquímicas generalmente a través de su asociación con diversas biomoléculas, especialmente las proteínas. (30, 31,32)

Transporte y depósito de oxígeno en los tejidos: El grupo hemo o hemo que forma parte de la hemoglobina y mioglobina está compuesto por un átomo de hierro. Estas son proteínas que transportan y almacenan oxígeno en nuestro organismo. La hemoglobina, proteína de la sangre, transporta el oxígeno



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

desde los pulmones hacia el resto del organismo. La mioglobina juega un papel fundamental en el transporte y el almacenamiento de oxígeno en las células musculares, regulando el oxígeno de acuerdo a la demanda de los músculos cuando entran en acción. (33) (Anexo 16)

Metabolismo de energía: Interviene en el transporte de energía en todas las células a través de enzimas llamadas citocromos que tienen al grupo hemo o hem (hierro) en su composición. (34)

Antioxidante: Las catalasas y las peroxidasas son enzimas que contienen hierro y que protegen a las células contra la acumulación de peróxido de hidrógeno (químico que daña a las células) convirtiéndolo en oxígeno y agua. (30)

Síntesis de ADN: El hierro interviene en la síntesis de ADN ya que forma parte de una enzima (ribonucleótido reductasa) que es necesaria para la síntesis de ADN y para la división celular. (31)

Sistema nervioso: El hierro tiene un papel importante en sistema nervioso central ya que participa en la regulación de los mecanismos bioquímicos del cerebro, en la producción de neurotransmisores y otras funciones encefálicas relacionadas al aprendizaje. Participa también, en ciertas funciones motoras y reguladoras de la temperatura. (33, 34)

Detoxificación y metabolismo de medicamentos y contaminantes ambientales: El citocromo p450 es una familia de enzimas que contienen hierro en su composición y que participa en la degradación de sustancias propias del organismo (esteroides, sales biliares) así como, en la detoxificación de sustancias exógenas, es decir, la liberación de sustancias que no son producidas por nuestro organismo. (35)

Sistema inmune: La enzima mieloperoxidasa está presente en los neutrófilos que forman parte de las células de la sangre encargadas de defender al



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

organismo contra las infecciones o materiales extraños. Esta enzima, que presenta en su composición un grupo hemo (hierro), produce sustancias (ácido hipocloroso) que son usadas por los neutrófilos para destruir las bacterias y otros microorganismos. (36)

### **2.7. Metabolismo del Hierro**

El hierro tiene dos peculiaridades fisiológicas: su regulación se efectúa a través de su absorción y no por su excreción; además se economiza en grado extraordinario, de modo que sus pérdidas cotidianas son ínfimas. Sobre la base de que los eritrocitos viven 120 días, se calcula que diariamente se renuevan 50 mL de sangre completa o sea el 0,85% de los glóbulos rojos; esto implica la liberación cotidiana de 17mg. de hierro, los cuales en vez de ser eliminados del organismo, como sucede con casi todas las sustancias, son utilizados para la formación de nuevos glóbulos rojos. (23)

Como habíamos mencionado el hierro es un componente esencial de la hemoglobina, mioglobina y de varias enzimas respiratorias; a este hierro le llamaremos orgánico, y a otra forma química del mismo, el hierro inorgánico. (21)

La mayor fuente de hierro de nuestro organismo es el hierro reciclado a través del sistema reticuloendotelial al fagocitar los hematíes al final de su vida. Este hierro es transportado en el plasma por la Transferrina. A continuación se libera el hierro, y el complejo Transferrina-receptor regresa a la superficie de la célula, donde las moléculas de Transferrina quedan nuevamente libres. El hierro liberado en el interior se usa para sintetizar hemoglobina y el exceso se deposita en forma de ferritina. Las demás células del organismo, especialmente las del parénquima hepático, captan, usan y almacenan el exceso de forma similar.(Anexo 17)



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**2.7.1. Absorción intestinal del hierro.** La absorción de hierro tiene lugar preferentemente en el duodeno y en el yeyuno superior. El hierro ferroso ( $\text{Fe}^{+2}$ ) se absorbe más fácilmente en el intestino delgado que el hierro férrico ( $\text{Fe}^{+3}$ ), por lo que los agentes reductores como la cisteína o el ácido ascórbico suelen aumentar su absorción. (22)

La absorción del hierro depende del pH del intestino pues el medio alcalino permite la formación de compuestos insolubles de hierro; lo mismo sucede en presencia de cantidades excesivas de fosfatos. Aunque se ha señalado a menudo que la falta de ácido clorhídrico perturba la absorción de hierro y que a esto se debe la anemia presente en personas con aquilia gástrica, la correlación no se puede considerar definitiva pues con frecuencia la administración de ácido clorhídrico no logra elevar la cantidad de hierro absorbido. (21)

A nivel de la mucosa intestinal existe un mecanismo regulador de la absorción de hierro mediante el cual se evita una excesiva absorción de hierro de la dieta. En condiciones normales, el cuerpo guarda de manera celosa su contenido de hierro, por lo que un varón adulto sano solo pierde cerca de 1mg. diario que se repone con la absorción. Las mujeres adultas tienen mayor tendencia a la deficiencia de hierro porque algunas pierden cantidades excesivas de sangre durante la menstruación. Los enterocitos de la parte proximal del duodeno son los encargados de la absorción de hierro.

El hierro que ingresa en estado férrico ( $\text{Fe}^{+3}$ ) se reduce al estado ferroso ( $\text{Fe}^{+2}$ ) mediante la hierro reductasa presente en la superficie de los enterocitos. La vitamina C de los alimentos favorece la reducción de hierro férrico a ferroso. La transferencia del hierro desde las superficies apicales de los enterocitos a su interior se lleva a cabo mediante un transportador metálico divalente unido con protones (DMT1). Esta proteína no es específica para el hierro ya que puede transportar otros cationes divalentes. El Hemo se transporta al enterocito por un transportador separador de Hemo (HT) y la hemo oxidasa (HO) libera el



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

$\text{Fe}^{+2}$  del hemo. Parte del  $\text{Fe}^{+2}$  intracelular se convierte en  $\text{Fe}^{+3}$  y se une con la apoferritina para formar la ferritina. El resto se une con el transportador basolateral del  $\text{Fe}^{+2}$  (FP) y se traslada a la sangre con la ayuda de la Hefaestina (HP) que es una proteína que contiene cobre, similar a la ceruloplasmina, se cree que tiene actividad de oxidasa de hierro, importante para la liberación de hierro en las células. En el plasma, el  $\text{Fe}^{+3}$  se une con la proteína transportadora de hierro la Transferrina. (TF). La penetración del hierro en las células obedece a las normas que rigen los procesos de transporte activo. (27, 22,21,23)

Cabe resaltar, que existe mucha información procedente de numerosos resultados experimentales, pero no hay una idea concreta y segura sobre esta importante etapa metabólica.

**2.7.2. Transporte del hierro.** Cuando en la sangre disminuyen los niveles de hierro, desciende la proporción de hemoglobina circulante y disminuye el aporte de oxígeno, puede favorecerse la reducción, en vez de la oxidación, pasando la forma férrica a ferrosa, motivando una desintegración de la ferritina hasta apoferritina, reforzándose entonces, la necesidad de atrapar el metal, lo que permite incorporar cantidades “extra” del mismo. El hierro ferroso movilizado pasa al plasma, experimenta la reoxidación, hasta su estado férrico y se une a la proteína transferrina o siderofilina, proteína plasmática que lo transporta a la medula ósea donde queda en disponibilidad para la formación de nuevos glóbulos rojos. (7)

La transferrina es una B1-globulina con un peso molecular de 90.000 kDa.y que capta dos átomos de hierro, lo que significaría una cantidad total de 9mg. de hierro si estuviera completamente saturada, pero como está saturada en una tercera parte, solo tiene 3 mg de hierro en todo el organismo o un promedio de 100  $\mu\text{g}/100\text{mL}$  de suero. La Transferrina o siderofilina se encuentra en una proporción de 0,25 g/100mL de plasma.





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

La tasa de hierro en el plasma oscila entre 90-140  $\mu\text{g}/100\text{mL}$  de plasma, este hierro constituye la denominada sideremia o ferremia libre, para diferenciarlo del hierro unido a la hemoglobina que abunda en la proporción de 0,335 g/100mL de sangre. La sideremia expresa la cantidad de hierro inorgánico circulante al estado férrico en el plasma. (21,37)

**2.7.3. Utilización y almacenamiento del hierro.** Las principales formas de almacenamiento del hierro son la ferritina y la hemosiderina, forma coloidal de óxido férrico, reconocible en preparaciones histológicas. En estado normal hay más ferritina que hemosiderina pero cuando aumenta la cantidad de hierro absorbido la hemosiderina puede acumularse en el hígado. (23)

En los tejidos, y según se necesite, el hierro del plasma se separa de la siderofilina, sale de los capilares y llega a las células, donde puede utilizarse o almacenarse (en forma de ferritina). El plasma posee una pequeña concentración de hierro, pero el índice de recambio es rápido; en promedio, alcanza 0,56 mg/kg de peso corporal por día, o en un varón de 70kg, 40mg/día.

El mecanismo de almacenamiento es idéntico al explicado para la formación de ferritina en las células de la mucosa gastrointestinal. Los sitios principales de almacenamiento son hígado, bazo y mucosa intestinal; otros órganos como el páncreas y las suprarrenales y todas las células reticuloendoteliales poseen ferritina.

Al depositarse hierro en cantidades excesivas, puede formarse hemosiderina, compuesto insoluble de hidróxido férrico y de una proteína, probablemente apoferritina, pero que posee más hierro (incluso 35%). La hemosiderina se presentará en forma de grumos azules dispersos en el citoplasma al ser observados mediante la tinción de azul de Prusia. (26,23)

**2.7.4. Distribución de hierro en el organismo.** Puede considerarse que el hierro en el organismo se encuentra formando parte de 2 compartimentos: uno



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

funcional, formado por los numerosos compuestos, entre los que se incluyen la hemoglobina, la mioglobina, la transferrina y las enzimas que requieren hierro como cofactor o como grupo prostético, ya sea en forma iónica o como grupo hemo, y el compartimento de depósito, constituido por la ferritina y la hemosiderina, que constituyen las reservas corporales de este metal.

El contenido total de hierro de un individuo normal es aproximadamente de 3,5 a 4 g. en la mujer y de 4 a 5 g. en el hombre. En individuos con un estado nutricional óptimo alrededor del 65% se encuentra formando parte de la hemoglobina, el 15% está contenido en las enzimas y la mioglobina, el 20% como hierro de depósito y solo entre el 0,1 y 0,2% se encuentra unido con la transferrina como hierro circulante. (38,39) (Anexo 18)

La principal diferencia entre el metabolismo del niño y del adulto está dada por la dependencia que tienen los niños por el hierro proveniente de los alimentos. En los adultos, aproximadamente el 95% del hierro necesario para la síntesis de la hemoglobina proviene de la recirculación del hierro de los hematíes destruidos. En contraste, un niño entre los 12 y 24 meses de edad, utiliza el 30% del hierro contenido en los alimentos con este fin y la tasa de reutilización a esta edad es menos significativa. (39)

**2.7.5. Movilización de Hierro.**La movilización de hierro de la ferritina en los sitios de almacenamiento, en el hígado por ejemplo, se efectúa por inversión de las reacciones que participan en el almacenamiento. Al igual que ocurre con el epitelio gastrointestinal, ello puede entrañar reducción inicial del hierro férrico a ferroso, y este último pasaría de la célula hacia la sangre; ello trastornaría el equilibrio intracelular de hierro, y ocurriría degradación de la ferritina a hierro y apoferritina. La apoferritina es inestable y continua desdoblándose hasta que se restablece el equilibrio y la célula deja de perder hierro. La reacción puede invertirse en estas circunstancias hacia la formación de ferritina.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

No hay un mecanismo excretor eficiente para el hierro cuando una cantidad que excede de la capacidad de utilización se libera o se introduce en el organismo; en consecuencia, el exceso se deposita en varios tejidos, principalmente en el hígado (siderosis). (26)

**2.7.6. Excreción de hierro.**La cantidad de hierro excretada es muy pequeña ya que la utilización de hierro endógeno es de tal orden que se pierden en promedio 0,5-1mg/día en el varón y de 1-2mg/día en la mujer. Se eliminan cantidades pequeñas a través de las heces, sudor, pelo y orina. La mayor parte de este metal representa el hierro enzimático de las células que se han descamado de las superficies del cuerpo.

A través del sudor se eliminan menos de 0,5 o 1 mg, se pierde una pequeña cantidad en el pelo y el resto principalmente por las heces (0,3-0,7mg). El hierro fecal proviene de los siguiente 1) excreción verdadera, 2) células descamadas de la mucosa, 3) hierro de la bilis que no se reabsorbió por completo. Estados fisiológicos como la gestación, la lactancia, la menstruación provocan pérdidas de hierro, también lo hacen estados patológicos como una hemorragia. Aproximadamente en cada centímetro cubico de glóbulos rojos se encuentra un mg de hierro, por lo tanto, estas condiciones generan una significativa pérdida de hierro. (26,39)

En resumen, el hierro que se aporta en la alimentación debe ser absorbido en el intestino. Diversas condiciones del ambiente intestinal favorecen la absorción del hierro mientras que otras lo obstaculizan. Favorece la absorción una buena secreción de ácido clorhídrico en el estómago, que contribuye a mantener el estado reducido (ferroso) del hierro, junto con diversos agentes reductores derivados de los alimentos (cisteína, glutatión, ácido ascórbico). (40)

El exceso de fosfatos y otras sales que insolubilizan el hierro impiden la absorción. Pero sin duda el factor más importante en la absorción intestinal del hierro, es la magnitud de los depósitos de hierro del organismo. En casos de



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

carencia del metal, la absorción es muy efectiva, y disminuye después de la administración de compuestos ferruginosos. La explicación reside en que en la mucosa duodenal existe una proteína, la apoferritina, la misma que se encuentra en equilibrio con la ferritina, la cual posee un grupo prostético constituido por un complejo férrico. Si por diversas causas (hemorragia, absorción defectuosa, dieta carenciada) el organismo se encuentra en déficit de hierro, queda apoferritina disponible, con gran avidez por el metal, que facilita la absorción de éste en la pared duodenal. Por el contrario, si hay abundante hierro la apoferritina está saturada (23% de hierro) y la absorción es mínima. (40)

El hierro pasa desde la ferritina de la pared intestinal a la sangre, donde es retenida por otra proteína, la siderofilina o Transferrina. El metal es retirado de la circulación y almacenado en la ferritina del hígado (700mg de Fe), y bazo, de donde puede ser movilizado para su utilización en la medula ósea por las células progenitoras de los glóbulos rojos. La movilización y utilización del hierro es favorecida por la presencia de cobre y cobalto. La excreción de hierro es mínima y no está sujeta regulación.

La regulación del balance de hierro se efectúa a nivel de su absorción intestinal. (40)

### **2.8. Transferrina**

La Transferrina o siderofilina, es una glicoproteína del grupo de las globulinas transportadora plasmática del Hierro, que se sintetiza en el hígado, capta el hierro de la dieta, lo acumula y transporta hasta los sitios donde el cuerpo lo requiere, constituyendo la principal proteína fijadora de hierro circulante. (6,23)

La vida media de la Transferrina es de aproximadamente 8 a 10 días, en tanto que del Hierro sérico es de 60 a 90 minutos, debido a que el hierro libre es tóxico y necesariamente debe estar unido a la proteína. La concentración de Transferrina en el plasma es de alrededor de 250 - 300 mg/dL; al nacer, su



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

cantidad es más escasa (200 mg/dL), para alcanzar al año 400 mg/dL e ir descendiendo hasta alcanzar valores del adulto. (24)

Esta cantidad de Transferrina puede unirse a 300  $\mu\text{g}$  de hierro/dL, por lo que representa la capacidad de unión total en el plasma. Sin embargo, la proteína se encuentra saturada sólo una tercera parte de hierro (un mg de Transferrina se une a 1,25  $\mu\text{g}$  de  $\text{Fe}^{+3}$ ). En la anemia por deficiencia de hierro, la proteína esta menos saturada. (23)

**2.8.1. Estructura Química.** Químicamente, es una B<sub>1</sub>-globulina con una masa molecular aproximada de 76KDa, posee 676 residuos de aminoácidos en unión de dos cadenas de carbohidratos, lo que le da un peso aproximado de 81.000 Daltons.

Cerca del 6% de la transferrina son carbohidratos que logran formar dos cadenas ramificadas que terminan en ácido siálico. Dependiendo del grado de saturación, la Transferrina tiene una cadena (monoférrica) o dos receptores (diférrica) saturados con  $\text{Fe}^{+3}$ . La proporción de una y otra parte de la Transferrina depende únicamente del porcentaje de saturación. (41,40)(Anexo 19)

**2.8.2. Regulación de la captación del Hierro.** La vía fundamental de captación celular de hierro es la unión y subsecuente internalización de la transferrina cargada con hierro por su receptor, Existen receptores ( $\text{TfR}_1$  y  $\text{TfR}_2$ ) en la superficie de muchas células para la Transferrina; dicha proteína se fija a estos receptores para ingresar al interior de las células mediante endocitosis, el pH ácido del interior de los lisosomas provoca que el hierro se disocie de la proteína e ingrese al citoplasma. No obstante, el componente proteínico no se degrada en el interior, permanece asociada al receptor, regresa a la membrana plasmática, se disocia de su receptor y reingresa al plasma para recoger más hierro y entregarlo de nuevo a las células que lo requieren. Normalmente, el hierro unido a la Transferrina se produce 10 a 20 veces al día. (6)(Anexo 20)



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

La cantidad de hierro que penetra a la célula por esta vía, está relacionada con el número de receptores de transferrina presentes en la superficie celular. Una vez dentro, el hierro es utilizado para sus múltiples funciones o almacenado en forma de ferritina o hemosiderina. Por lo tanto, cuando las necesidades de hierro de la célula aumentan, se produce un incremento en la síntesis de receptores de Transferrina y, en el caso contrario, cuando hay un exceso de hierro, ocurre un aumento de la síntesis de ferritina. Esto se logra mediante un estricto sistema de control al nivel pos-transcripcional. (41)

Del total de hierro transportado por la transferrina, entre el 70 y el 90% es captado por las células eritropoyéticas y el resto es captado por los tejidos para la síntesis de citocromos, mioglobina, peroxidasas y otras enzimas y proteínas que lo requieren como cofactor.

**2.8.3 Significado Clínico.** En la práctica clínica, el índice de saturación de la transferrina (IS) es de gran utilidad para conocer la cantidad de proteínas que fijan el hierro, aunque con la determinación aislada del IS no se puede usualmente diferenciar entre anemia Ferropénica y anemia de la enfermedad inflamatoria crónica.

La transferrina también puede ser utilizada como factor reactante de fase aguda pero en este caso negativo, ya que disminuye su valor en enfermedades crónicas, inflamatorias, infecciosas y en el cáncer. Un incremento en los valores de la transferrina se encuentra no solamente cuando las reservas corporales de Hierro, están disminuidas, sino también en el embarazo, aún cuando no haya deficiencia de hierro y en mujeres que toman contraceptivos estrogénicos. (39)

En el embarazo aparece elevada, en donde se registran cambios considerables en las proteínas plasmáticas a raíz de fenómenos hormonales propios de la gravidez. Aumenta en todos los estados de sideropenia crónica, disminuye en



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

las hipoproteinemias (cirrosis, nefrosis), procesos infecciosos activos, anemia perniciosa, hemolítica, etc. (40)

### 2.9. Capacidad total de fijación de hierro (CTFH)

La capacidad total de fijación de hierro mide la cantidad de hierro que se fija a la proteína transportadora Transferrina. El hierro plasmático o sérico está todo él unido a la transferrina. Ahora bien, existe normalmente más Transferrina para fijar todo el hierro, existiendo una Transferrina libre sin hierro. Con la sideremia medimos la cantidad de Transferrina que contiene hierro. Si saturamos el suero con hierro y medimos la cantidad que existe fijada a la proteína, medimos la capacidad actual de fijación de hierro; si a ésta le restamos el hierro que ya estaba fijado tendremos la capacidad latente de fijación de hierro. (24)

La saturación de transferrina es un parámetro más fiable a la hora de evaluar el déficit o la sobrecarga de hierro, que se valora de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de Saturación} = \frac{\text{Hierro}}{\text{Capacidad total de Fijación}} \times 100$$

Este porcentaje representa la relación del hierro sérico con la capacidad total de fijación de hierro (CFTH). Los valores inferiores a un 15% indican presencia de anemia por deficiencia de hierro o eritropoyesis deficiente en hierro.

**2.9.1. Significado Clínico.** La combinación de Transferrina, hierro y CFTH es muy útil en el diagnóstico diferencial de las anemias, en la valoración de la anemia por deficiencia de hierro y de las talasemias, de las anemias sideroblástica y hemocromatosis. (40)



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### 2.10. Ferritina

Es una proteína importante en el metabolismo del hierro. Su vida media es de aproximadamente 50 a 75 horas. Las reservas corporales de hierro se incrementan notablemente, existiendo más ferritina en los tejidos como el hígado, el bazo, la médula ósea y el músculo esquelético, pero también ha sido identificada en casi todas las células corporales, incluyendo los leucocitos, el plasma e incluso tejidos neoplásicos (como marcador tumoral). (6)

**2.10.1. Estructura Química.** La ferritina tiene la forma de una esfera ahuecada con una cavidad interna o núcleo central que contiene el hierro y rodeado de una cubierta proteica soluble denominada apoferritina. Es decir, la molécula con hierro se denomina ferritina que tiene un peso molecular de 900.000 Daltons y la molécula sin hierro se denomina apoferritina con una masa molecular de 440KDa. (42)(Anexo 21)

La ferritina contiene cerca de 23% de hierro y se compone de 24 subunidades de 18.5KDa, las cuales rodean en forma micelar a unos 3.000 a 4.500 átomos férricos, aunque normalmente tiene alrededor de 2.500, almacenados como cristales de hidróxido fosfato férrico. Por lo común, existe poca ferritina en el plasma humano. (6,42, 43)

**2.10.2. Regulación del Almacenamiento de Hierro.** El exceso de hierro se deposita intracelularmente como ferritina y hemosiderina, fundamentalmente en el Sistema Retículo Endotelial del bazo, el hígado y la médula ósea.

La función fundamental de la ferritina es garantizar el depósito intracelular de hierro para su posterior utilización en la síntesis de las proteínas y enzimas. Este proceso implica la unión del hierro dentro de los canales de la cubierta proteica, seguido por la entrada y formación de un núcleo de hierro en el centro de la molécula. Una vez formado un pequeño núcleo de hierro sobre su





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

superficie, puede ocurrir la oxidación de los restantes átomos del metal a medida que se incorporan. (43)

Tanto el depósito de hierro como su liberación a la circulación son muy rápidos. El hierro es liberado en forma ferrosa y convertido en férrico por la ceruloplasmina plasmática, para que sea captado por la transferrina que lo transporta y distribuye al resto del organismo. (43)

La hemosiderina está químicamente emparentada con la ferritina, de la que se diferencia por su insolubilidad en agua. Aunque ambas proteínas son inmunológicamente idénticas, la hemosiderina contiene mayor porcentaje de hierro (30%). El volumen de las reservas de hierro es muy variable, pero generalmente se considera que un hombre adulto normal tiene entre 500 y 1.500 mg. y una mujer entre 300 y 1.000 mg, aunque estos valores dependen del estado nutricional del individuo. (45,46)

**2.10.3. Significado Clínico.** En la práctica clínica su cuantificación nos ayuda principalmente para el diagnóstico de las anemias ferropénicas. Su valor es proporcional a los depósitos de hierro; indicando la cantidad de hierro disponible en el organismo. En el embarazo disminuyen los valores de ferritina.

Valores elevados de ferritina, indican una elevada concentración de hierro que se puede asociar a enfermedades como hemocromatosis, intoxicación por hierro, anemias megaloblásticas, y hemosiderosis. (43)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## CAPÍTULO III

### 3. NUTRICIÓN INFANTIL

La Nutrición es un conjunto de reacciones físicas y químicas que a partir de los elementos ingeridos tienden a suministrar la energía necesaria para los organismos, así como a proporcionar las moléculas básicas para su organización plástica. El proceso nutritivo es, en consecuencia, involuntario, y depende de la acertada elección alimenticia, el poder asumirlo de forma satisfactoria. (44, 45)

Los niños constituyen una población de riesgo debido a un aumento de los requerimientos de hierro, siendo necesaria la ingesta de 6 - 10 mg/día. Las necesidades fisiológicas de hierro, deben ser constantes durante todo el período de crecimiento y de especial importancia al final de la vida intrauterina y en el primer año de vida, en ambos momentos, estas necesidades llegan a ser entre 2 y 3 veces superiores a las de otros períodos de la vida. Es importante mantener un balance adecuado de hierro sobre todo comenzada la alimentación con sólidos, para lo cual existen algunos alimentos ricos en hierro de aceptable biodisponibilidad; la fortificación de alimentos se considera una herramienta eficaz para la prevención de la anemia Ferropénica, asimismo, se debe tener en cuenta que la ingesta indiscriminada por niños no carentes de hierro conlleva al riesgo de adquirir una enfermedad por sobrecarga de hierro denominada Hemocromatosis.

La deficiencia de hierro es frecuente en los lactantes y casi general en los niños nacidos pre término, a no ser que se administren suplementos de hierro. Las reservas de hierro que el recién nacido recibe de la madre se agotan hacia el sexto mes de vida extrauterina. En los lactantes, los principales factores de riesgo para desarrollar deficiencia de hierro se considera que son: bajo peso en el nacimiento, consumo temprano de leche de vaca, índice de crecimiento



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

rápido y la ingesta de una dieta baja en hierro. Como medidas preventivas han demostrado ser efectivos las fórmulas infantiles y los cereales enriquecidos con hierro. Otra ventaja de la administración de suplementos de hierro es que, parece ser, que las alteraciones que provoca la ferropenia son reversibles cuando se corrige la deficiencia de hierro. (4)

### **3.1. Alimentación durante la primera infancia**

Para que la alimentación del lactante sea exitosa es necesaria la cooperación de la madre y su hijo, ya que si la madre tiene una buena o mala alimentación es transmitida a través de la leche materna a su hijo y de ella depende su bienestar. Sin duda alguna, la madre que se muestra tensa, ansiosa, irritable, es más probable que experimente dificultad en la relación alimentaria.

La alimentación de los lactantes tiene grandes variaciones individuales, ya que el vaciamiento del estómago oscila entre una y cuatro horas, lo ideal es acomodar el horario de alimentación a las tendencias naturales existiendo al principio algunas irregularidades en estos intervalos durante las primeras semanas, pero al fin del primer mes se establece un plan bastante preciso. Los niños sanos nacidos en un parto a término durante la primera semana necesitan tomar de 6 a 10 tetadas diarias. De 4 a 8 meses necesitan de la última toma de la noche y de 9 a 12 meses se satisfacen de las tres unidades diarias. (46)

**3.1.1. Dietética del Segundo Hasta Sexto Año.** El niño se adapta normalmente a las cinco comidas diarias. Es necesario proporcionar cantidades adecuadas de todas las clases de alimentos, a fin de evitar déficit nutritivos específicos. El niño debe conocer el contenido de una dieta básica y la importancia que ésta tiene para el crecimiento adecuado y el estado de salud.

En el anexo 22 se indica la ingesta diaria de hierro según la edad, recomendada por el departamento de nutrición del IOM (Institute of Medicine).



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

En niños de 2 a 6 años de edad se recomienda implementar tres cambios mayores para satisfacer las necesidades de hierro: en la medida en que lo permitan las condiciones económicas de la familia, la carne, el pescado y las aves deben ser consumidas con regularidad; se debe aumentar el consumo de cereales enriquecidos con hierro soluble en agua (sulfato ferroso) o en diluciones ácidas (fumarato ferroso); debe tenerse en cuenta el consumo de alimentos utilizados como fuentes de hierro y los alimentos que inhiben la absorción de hierro no hemático (como la leche, el café y el té negro).

### **3.2. Desnutrición**

La desnutrición suele ser consecuencia de una mala alimentación, en la que el niño no ha recibido los suficientes nutrientes entre ellos vitaminas y minerales necesarios para su crecimiento y desarrollo. La escasez de alimentos, ciertos hábitos dietéticos, los defectos de absorción y los factores emocionales pueden generar desnutrición, que también se produce a veces por anomalías metabólicas.

El diagnóstico de la desnutrición se basa en una adecuada historia dietética, no solo del niño sino de la madre, existiendo diversos factores que pueden afectar el estado de nutrición de hierro, en el niño, por ejemplo; mala alimentación de la madre, destete precoz, ablactación incorrecta, la ingestión excesiva de leche y déficit de otros alimentos, un número grande de niños en un mismo núcleo familiar, bajo ingreso económico, enfermedades diarreicas agudas (EDA) e infecciones respiratorias agudas, razón por la cual no solo se consideraría el aspecto nutricional, sino también hay que considerar otros parámetros como la talla y el peso, que al ser relacionados con la edad indicarán si el paciente presenta o no desnutrición. (47)

**3.2.1. Desnutrición infantil después de la primera infancia.** La distrofia en los niños puede ser la consecuencia de un estado de hipo nutrición iniciado en la



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

primera infancia. Antes de los 5 o 6 años de edad los hábitos de comida defectuosos en los niños es culpa de los padres por consentirles en los alimentos de su preferencia, por lo que se vuelve una preocupación en relación con la cantidad de la dieta que ingieren.

En los niños mayores, la vida escolar y actividades sociales son ejemplos de condiciones que pueden dificultar la obtención de un adecuado reposo. Los escolares tienden también a contraer hábitos inadecuados de comida en especial durante el desayuno y la comida del medio día por no contar con tiempo suficiente o por estar mal equilibrada. Durante la adolescencia, las niñas con frecuencia restringen la aportación dietética por razones estéticas. (48)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## CAPÍTULO IV

### 4. MATERIALES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO.

El presente estudio es de tipo transversal, descriptivo, no experimental, cuantitativo.

#### 4.1. Universo

Pacientes pediátricos, ambulatorios, que se atienden en la Clínica Humanitaria de la Fundación Pablo Jaramillo Crespo, los cuales son tratados por los médicos pediatras de la institución.

#### 4.2. Muestreo y tamaño de la muestra

El muestreo se realizó mediante selección de pacientes en base a criterios de inclusión y exclusión que se expondrán más adelante. Los análisis fueron realizados en las muestras de 100 niños, cuyos representantes mediante consentimiento informado, autorizaron la participación de los menores en el estudio.

**4.2.1. Criterios de inclusión.** Se incluyeron niños y niñas de 1 a 5 años que presentaron aparentes signos de desnutrición basados en medidas antropométricas. Se incluyeron todas las muestras de sangre entera independientemente de los resultados obtenidos en el hemograma.

**4.2.2. Criterios de exclusión.** Se excluyeron las muestras de pacientes con Infecciones agudas virales o bacterianas; las muestras de pacientes con enfermedad hematológica; se excluyeron las muestras de niños con enfermedad inflamatoria en curso al igual que las muestras de niños con antecedentes quirúrgicos (últimos 3 meses); se excluyeron las muestras de



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

pacientes sometidos a tratamiento anti anémico durante los últimos 6 meses (hierro, folato, vitamina B12); se excluyeron las muestras hemolizadas y las muestras que estaban en cantidad insuficiente para el análisis.

### 4.3. Materiales, Equipos y Reactivos

Para realizar la toma de las muestras y el procesamiento de las mismas se utilizaron los siguientes materiales, equipos y reactivos. (Anexo 24)

Material	Referencia	Lote
Tubos Rojos Pediátricos	Minicollect	450470 Exp: 09- 2011
Tubos Lilas Pediátricos	Minicollect MICROTAINER Brand Tubes	8218304 (8) Exp: 09 – 2011
Agujas Nipro 21G		Exp: 03 – 2012

Equipo	Marca	Referencia
Centrífuga	Clay Adams	CAT O
Espectrofotómetro	Thermo Electron Corporation	Analógico Genesys 10 UV
Baño María	Memmert Alemana	WNB 7
Analizador Hematológico	Nihon Kohden	Celltac E

Nombre del Reactivo	Referencia	Set de Pruebas	Fecha de Expiración	Lote
IRON liquicolor	10230	2 x 100ml	10 – 2011	09005
	10229	2 x 30 ml	05 – 2012	10006
TIBC	10670	1x 100 ml	12 – 2011	10003



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### 4.4. Recolección de las muestras

El proceso de recolección de muestras se efectuó de la siguiente forma:

1. Preparación Pediátrica por parte de las enfermeras de la clínica, en la que se valoran el peso y la talla de los niños. (Anexo 25)
2. Después de la correspondiente revisión por parte de los pediatras basándose en los criterios de inclusión y exclusión, emiten la orden para la realización de los exámenes. (Anexo 26)
3. Se realiza la firma del consentimiento informado por parte del representante del menor. (Anexo 27 y 28)
4. Se toman datos de los niños (nombre, edad, número de historia clínica, nombre del médico tratante, número telefónico).
5. Se realiza la flebotomía a los niños seleccionados. (Anexo 29)
6. Se procesa la muestra de sangre entera destinada para hemograma y se efectúa la centrifugación para la obtención del suero, en el Laboratorio Clínico de la Fundación Pablo Jaramillo. (Anexo 30)
7. El transporte de la muestra se lo realiza en un cooler debidamente etiquetado e identificado con los datos de las tesista; la muestra se la protege con 3 envases que son: el envase primario el tubo forrado de papel y colocado en una gradilla, el envase secundario una funda plástica para evitar roturas del tubo o pérdida de la muestra y el envase terciario el cooler, evitando de esta manera alteración o daño de la muestra. (Anexo 23)
8. El análisis de la muestra se realiza en el Laboratorio de Microscopía de la Universidad de Cuenca. (Anexo 31 y 32)
9. Obtención de resultados. (Anexo 33)
10. Reporte de resultados. (Anexo 34 y 34<sup>a</sup>)
11. Entrega de Resultados a los pacientes y a los médicos pediatras. (Anexo 35 y 36)

### 4.5. Conservación de las muestras

La muestra destinada para el análisis de las pruebas bioquímicas (suero) se conservó en congelación a una temperatura de 1<sup>o</sup>C durante un tiempo máximo de 3 días para su análisis. (Anexo 23)





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### 4.6. Métodos

Debido al interés creciente en torno al metabolismo y transporte del hierro (Fe), se han establecido métodos exactos, sensibles y reproducibles para la determinación tanto del hierro sérico (FeS) como de la proteína que lo transporta, la transferrina (T), sea que la medición de ésta se haga en forma directa o indirectamente como la capacidad latente de fijación (CLF) o como capacidad total de fijación (CTF).

El análisis de hierro sérico generalmente consiste en una precipitación de proteínas, liberación de Hierro, reducción de hierro férrico a ferroso y luego la reacción de color y la lectura por fotolorimetría.

**4.6.1. Cuadro Hemático Básico.** Nos referimos al recuento de hematíes, hemoglobina, hematocrito, índices eritrocitarios (VCM, HCM y CHbCM), recuento absoluto y diferencial de leucocitos y plaquetas.

Los hemogramas fueron realizados en el Auto-analizador hematológico CELLTAC E perteneciente a NIHON KOHDEN el cual está diseñado para el recuento rápido de parámetros en sangre total; el principio de operación es por tamaño de partículas (método de resistencia electrónica o impedancia), cada partícula presente en la dilución va a interrumpir un voltaje dado y constante entre un par de electrodos: cada interrupción produce un pulso eléctrico de manera que el número de pulsos corresponderán al número de células detectadas, la amplitud de cada pulso es directamente proporcional al volumen de cada célula. El contador hematológico proporciona información sobre 3 tipos de parámetros: Parámetros medidos (glóbulos rojos por impedancia y determinación colorimétrica a 540 nm por el método de la cianmetahemoglobina para la hemoglobina), parámetros derivados basados en la distribución por tamaño o histograma (VCM y RDW) y parámetros calculados obtenidos a partir de los datos medidos y derivados (hematocrito, HbCM y CHbCM). (Anexo 24)

**4.6.2. Constantes Bioquímicas.** Abarcan la determinación de Hierro, Capacidad Total de Fijación de Hierro y Porcentaje de Saturación de Transferrina, estos parámetros son particularmente útiles para diferenciar los estados deficitarios de hierro



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

de causas nutricionales con respecto de aquellos que son consecuencia de diferentes patologías, asociadas a procesos de infección e inflamación crónicos.

Todos estos parámetros fueron determinados mediante espectrofotometría, usando el Método CAB, factor aclarante de lípidos (LCF) para lo cual se emplearon reactivos de la casa comercial HUMAN, disponiendo de pruebas como IRON liquicolor para la determinación de hierro sérico y TIBC prueba para determinación de la capacidad total de fijación de hierro (CTFH). Además se usó un estándar de hierro de 100 µg/dl para validar la prueba se realizaron los correspondientes blancos de muestra y un blanco de reactivos para evitar la interferencia por ictericia, lipemia, hemólisis y altas concentraciones de proteínas.

### 4.7. Hierro Sérico (Iron Liquicolor)

Prueba fotocolorimétrica para el hierro con factor aclarante de lípidos (LCF) Método CAB

Fundamento del Método: El hierro (+3) reacciona con el cromazurol B (CAB) y Ce-filtrimetilbromuro de amonio (CTMA) para formar un complejo ternario coloreado con una máxima absorbancia de 620nm. La intensidad del color producido es directamente proporcional a la concentración de hierro en la muestra.

La prueba se usa en combinación con el TIBC para determinar la capacidad total de fijación de hierro. (Anexo 31)

### 4.8. Capacidad Total de Fijación de Hierro (TIBC)

Fundamento del Método: La proteína ligante de Hierro transferrina en suero se satura con la adición de una sobrecarga de iones de hierro (III). El exceso de hierro no unido es absorbido con óxido de aluminio y precipitado. Se determina luego la transferrina unida al hierro en el sobrenadante. (Anexo 32)

### 4.9. Porcentaje de Saturación de Transferrina

Cálculo

$$\text{Porcentaje de Saturación} = \frac{\text{Hierro}}{\text{Capacidad total de Fijación}} \times 100$$



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### CAPÍTULO V

#### **5. DATOS ESTADÍSTICOS Y RESULTADOS.**

Se exponen los resultados del análisis realizado con las muestras de 100 niños en edades comprendidas entre 1 y 5 años.

En la tabla 11 se exponen las variables relacionadas con la Anemia Ferropénica, considerando el cuadro hemático básico y determinando los casos de anemia microcítica. A continuación en la tabla 12 se describen los parámetros bioquímicos que establecen los casos de Anemia Ferropénica y que están directamente relacionados con los casos de anemia microcítica; ya con éstos datos, se puede establecer los casos de Anemia Ferropénica.

Posteriormente, se analiza el estado nutricional de los niños en función del Índice de Masa Corporal (IMC) calculado a partir de los datos antropométricos: peso y talla.

En la tabla 17 se realiza un análisis considerando las medidas de tendenciacentral (mediana, media aritmética, media geométrica, moda y desviación estándar); de las distintas variables hematológicas y bioquímicas determinadas en toda la población estudiada.

Se analizan por grupo de edad las medidas de tendencia central de las variables hematológicas y bioquímicas consideradas, realizando una crítica comparativa entre los resultados obtenidos y los valores referenciales establecidos para cada variable.

En el Anexo 37 se detalla la información de cada uno de los pacientes: número de muestra, el sexo, la edad en años y meses, el peso y la talla respectiva.

También se muestran los datos obtenidos y que corresponden al cuadro hemático básico que comprende: Hemoglobina, Hematocrito, Recuento de Glóbulos Rojos, Volumen Corpuscular Medio, Hemoglobina Corpuscular Media, Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media; y las Pruebas Bioquímicas en las que se indican los valores de Hierro Sérico, Capacidad Total de Fijación de Hierro y Porcentaje de Saturación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

5.1. Variables Relacionadas con la Anemia Ferropénica.

Tabla 11. Cuadro Hemático Básico relacionado con Anemia Microcítica.

VARIABLES VALORES DE REFERENCIA			HEMOGLOBINA (g/dL)	HEMATOCRITO (%)	GLÓBULOS ROJOS (10 <sup>12</sup> /L)	VCM (fL)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	CASOS DE ANEMIA MICROCITICA
			1-3 AÑOS: 10 – 15 3-5 AÑOS: 11 – 15	32 – 45	4.00 – 5.5	80 – 100	28 – 32	32 – 36	
PTE	EDAD	SEXO							
1	1a3m	M	12,5	39	4,84	81	26	32	
2	1a2m	F	11,4	34,5	4,26	81	27	33	
3	5a	M	13,2	40,3	5	80,6	26,4	32,8	
4	1a2m	M	9,1	32	4,22	76	22	28	*
5	1a3m	M	9,8	30	3,9	76	25	32	*
6	3a	F	12,8	39,7	4,9	81	26,1	32,2	
7	2a	M	11,3	35,9	4,37	82	26	31,1	
8	1a9m	M	12,7	40	4,97	80,4	26	32	
9	2a8m	M	11,9	37,8	4,72	80	25,2	31,4	
10	3a1m	M	10,9	35,3	4,5	78,4	24,2	31	*
11	5a	F	12,5	36,8	4,58	80,3	27,3	34	
12	2a	M	11,7	37,3	4,68	80	25	31,3	
13	1a3m	M	11,3	34,8	4,29	81	26,3	32,4	
14	3a2m	M	10,6	31,2	4,17	75	25	32	*
15	2a9m	M	11,8	36,8	4,48	82,1	26,3	32	
16	4a	M	10,2	30	3,9	76	26	31	*
17	1a5m	M	11,8	39	4,83	81	24,4	30,2	
18	3a	M	12,6	40,1	5	80,2	25,2	31,4	
19	2a1m	F	11,8	33,8	4,13	82	28,5	34	
20	4a1m	F	13,7	43,4	5,43	80	25,2	31,6	
21	4a6m	M	13	43	4,34	99	29,9	30,2	
22	4a8m	M	12,9	39,3	4,84	81,1	27	33	



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

VARIABLES VALORES DE REFERENCIA			HEMOGLOBINA (g/dL)	HEMATOCRITO (%)	GLÓBULOS ROJOS (10 <sup>12</sup> /L)	VCM (fl)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	CASOS DE ANEMIA MICROCITICA
			1-3 AÑOS: 10 – 15 3-5 AÑOS: 11 – 15	32 – 45	4.00 – 5.5	80 – 100	28 – 32	32 – 36	
PTE	EDAD	SEXO							
23	2a	M	11,5	38	4,23	89,8	27	30,2	
24	1a3m	M	11,7	38,2	4,57	84	26	31	
25	4a6m	F	11,8	39	3,93	99,2	30	30,2	
26	3a	F	11,8	35,5	4,45	80	27	33,2	
27	1a10m	M	9,5	32,8	4,21	77,9	22,5	28	*
28	5a	F	11,8	35,6	4,04	88,1	29,2	33,1	
29	5a	F	13,6	43	5,16	83,3	26,4	32	
30	2a6m	M	11,2	34,6	4,25	81	26	32,4	
31	1a7m	F	9,8	30,6	4,11	74,5	23,8	32	*
32	1a7m	F	10,7	32,2	3,88	83	27,6	33,2	
33	4a	M	13,1	39,1	4,91	80	27	34	
34	1a7m	F	10,9	36	3,63	99,1	30	30,2	
35	2a2m	M	10,8	35,1	4,26	82,4	25,4	31	
36	1a7m	M	9,9	32,6	4,16	78	23,7	30	*
37	2a	F	11,6	35,3	4,43	80	26	33	
38	1a	M	9,3	30	3,87	77,5	24	31	*
39	1a	M	10,9	33	3,93	84	28	33	
40	2a10m	M	10,8	33,2	4,12	81	26	33	
41	2a8m	M	12,2	41,5	5,02	82,6	24,3	29,3	
42	1a	M	10	33,4	4,35	77	22,9	30	*
43	5a	M	13,5	43,8	5,29	83	26	31	
44	5a	M	11,9	39	4,73	82,4	25,1	31	
45	5a	M	13,6	41,2	5,14	80,2	26,5	33	
46	5a	M	13,3	40,8	5,03	81,1	26,4	32,6	
47	4a	M	11,6	34,8	4,19	83,1	27,6	33,3	
48	4a	F	12,2	40,9	4,85	84,3	25,2	30	



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

VARIABLES VALORES DE REFERENCIA			HEMOGLOBINA (g/dL)	HEMATOCRITO (%)	GLÓBULOS ROJOS (10 <sup>12</sup> /L)	VCM (fl)	HbCM (pg)	CHbCM (g/dL)	CASOS DE ANEMIA MICROCITICA
			1-3 AÑOS: 10 – 15 3-5 AÑOS: 11 – 15	32 – 45	4.00 – 5.5	80 – 100	28 – 32	32 – 36	
PTE	EDAD	SEXO							
49	4a	M	10,9	34	4,39	77,4	25	32	*
50	4a	M	13,3	40	4,44	90	29,8	33,1	
51	5a	F	13	39,8	4,75	83,8	27,4	32,7	
52	1a	M	9,2	28,7	3,68	78	25	32,1	*
53	1a	M	9,9	33,1	5,19	63,8	19	30	*
54	3a	M	11,1	34,7	4,14	83,8	26,8	32	
55	2a	M	11,5	38	3,83	99,2	30	30,2	
56	2a6m	M	11,9	37	4,55	81,3	26,1	32,1	
57	3a5m	F	12,3	34	3,43	99,1	34,3	35	
58	1a	F	9,7	32,4	4,82	67,2	20,3	30,2	*
59	4a5m	M	12,1	40	4,04	99	29,9	30,25	
60	5a	F	13,3	43	5,28	81,4	25,2	31,3	
61	4a	M	12,7	40,4	5	81	25,4	31,4	
62	3a	M	12,2	37,9	4,62	82	26,3	32,1	
63	5a	M	12,6	38,7	4,81	80,5	26,2	32,6	
64	4a	F	10,4	33,4	4,5	74,2	23,1	31,1	*
65	5a	M	12,3	40,6	4,11	90	29,9	33	
66	2a	M	11,2	33	4,09	81	27,1	34	
67	1a	M	9,8	31,3	4,43	70,7	22,1	31,3	*
68	5a	F	12,2	38,3	4,68	81,8	26,1	31,9	
69	3a7m	F	12,7	42	4,24	99	29,9	30,2	
70	3a	F	12,6	34,2	4,12	83	31	36	
71	5a	F	14	44	5,39	82	26	32	
72	2a3m	F	11,2	37	4,43	83	26	30,2	
73	1a3m	M	10	30	3,93	76	25,5	33	*
74	2a5m	F	9,7	30,1	4,23	71,2	22,9	32,2	*



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

VARIABLES VALORES DE REFERENCIA			HEMOGLOBINA (g/dL)	HEMATOCRITO (%)	GLÓBULOS ROJOS (10 <sup>12</sup> /L)	VCM (fl)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	CASOS DE ANEMIA MICROCITICA
			1-3 AÑOS: 10 – 15 3-5 AÑOS: 11 – 15	32 – 45	4.00 – 5.5	80 – 100	28 – 32	32 – 36	
PTE	EDAD	SEXO							
75	1a	F	9,8	32,9	4,24	77,5	23	29,7	*
76	1a10m	F	12,5	40,9	5,1	80	24,5	31,3	
77	4a	F	12,5	37,7	4,69	80,4	26,7	33,2	
78	1a2m	M	8,9	28,3	4,14	68,4	21,5	31,4	*
79	4a	F	14,4	45	5,46	83	26	32	
80	2a3m	F	11,4	33,6	4,17	80,5	27,3	31,1	
81	4a10m	M	9	28,6	3,63	78,8	24,8	31,5	*
82	2a	F	13	43	5,34	81	25	30,2	
83	1a	F	13,3	37	4,1	90,2	32	35	
84	1a7m	F	11,7	36,9	4,6	80,7	25,4	31,7	
85	3a	M	13,2	39,4	4,93	80,4	27	34	
86	2a3m	F	9,9	30	3,83	78	25,8	33	*
87	2a	M	8,7	30,6	5,52	55,4	15,8	28,4	*
88	2a4m	F	12,7	39	4,9	80	26	32,6	
89	2a3m	M	11,7	36,4	4,34	83	26,9	32,1	
90	3a	F	12,7	42	4,24	99	29,9	30,2	
91	2a	F	11,7	35,9	4,33	82	26,8	32,6	
92	3a8m	F	10,3	32,1	4,04	79	25	31	*
93	5a	F	12,4	38,6	4,81	80,2	25,8	32,1	
94	2a5m	M	9,7	29,7	4,02	73,8	24	32	*
95	4a	F	13,6	45	4,54	99,1	29,9	30,2	
96	1a6m	F	11,5	36	4,47	81	25,7	32	
97	5a	F	11,7	35,5	4,43	80,1	26,4	33	
98	3a	F	11,9	37	4,45	83	26,7	32,6	
99	4a	F	12,6	40,3	4,88	82	26	33	
100	1a4m	F	12,6	38	4,22	90	29,8	33,1	

**Tabla 12.** Parámetros Hematológicos y Bioquímicos relacionados con la Anemia Ferropénica.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

VALORES DE REFERENCIA			CASOS DE ANEMIA MICROCITICA	VCM (fL)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	HIERRO µg/dL	CTFH µg/dL	% SATURACIÓN (%)	CASOS ANEMIA FERROPÉNICA
PTE	EDAD	SEXO		80 – 100	28 – 32	32 – 36	H: 59 – 148 M: 37 – 145	274–385	15-25	
1	1a3m	M		81	26	32	68,26	351,09	19	
2	1a2m	F		81	27	33	44,74	288,8	15,4	
3	5a	M		80,6	26,4	32,8	84,66	306,27	27,6	
4	1a2m	M	*	76	22	28	49,8	343,62	14,4	*
5	1a3m	M	*	76	25	32	29	246,51	11,7	*
6	3a	F		81	26,1	32,2	49,7	319	16	
7	2a	M		82	26	31,1	62,17	333,66	18,6	
8	1a9m	M		80,4	26	32	63,6	381,09	16,6	
9	2a8m	M		80	25,2	31,4	64,78	251,49	25,7	
10	3a1m	M	*	78,4	24,2	31	34,86	425,79	8,1	*
11	5a	F		80,3	27,3	34	39,01	239,04	16,3	
12	2a	M		80	25	31,3	68,08	316,5	21,5	
13	1a3m	M		81	26,3	32,4	62,33	351,09	17,7	
14	3a2m	M	*	75	25	32	38,18	400,85	9,5	*
15	2a9m	M		82,1	26,3	32	77,19	358,56	21,5	
16	4a	M	*	76	26	31	39,01	398,4	9,7	*
17	1a5m	M		81	24,4	30,2	65,46	346,11	18,9	
18	3a	M		80,2	25,2	31,4	86	316,05	27	
19	2a1m	F		82	28,5	34	34,89	385,24	9,06	
20	4a1m	F		80	25,2	31,6	57,27	346,11	16,5	
21	4a6m	M		99	29,9	30,2	99,6	346,11	28,8	
22	4a8m	M		81,1	27	33	66,4	351,09	18,9	
23	2a	M		89,8	27	30,2	58,06	388,44	14,9	
24	1a3m	M		84	26	31	67,35	388,24	17,3	





UNIVERSIDAD DE CUENCA

VALORES DE REFERENCIA			CASOS DE ANEMIA MICROCITICA	VCM (fL)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	HIERRO µg/dL	CTFH µg/dL	% SATURACIÓN (%)	CASOS DE ANEMIA FERROPÉNICA
PTE	EDAD	SEXO		80 – 100	28 – 32	32 – 36	H: 59 – 148 M: 37 – 145	274–385	15-25	
25	4a6m	F		99,2	30	30,2	78,85	328,68	24	
26	3a	F		80	27	33,2	76,36	427,84	17,8	
27	1a10m	M	*	77,9	22,5	28	38,18	395,91	9,64	*
28	5a	F		88,1	29,2	33,1	34,21	386,08	8,86	
29	5a	F		83,3	26,4	32	63,08	322,9	19,5	
30	2a6m	M		81	26	32,4	64,27	346,11	18,6	
31	1a7m	F	*	74,5	23,8	32	16,6	288,84	5,75	*
32	1a7m	F		83	27,6	33,2	43,56	390,77	11,1	
33	4a	M		80	27	34	139,44	313,74	44,4	
34	1a7m	F		99,1	30	30,2	39,52	268,92	14,7	
35	2a2m	M		82,4	25,4	31	67,35	244,02	27,6	
36	1a7m	M	*	78	23,7	30	15,77	358,56	4,4	*
37	2a	F		80	26	33	96,28	288,84	33,3	
38	1a	M	*	77,5	24	31	11,62	445,71	2,61	*
39	1a	M		84	28	33	79,05	387,92	20,4	
40	2a10m	M		81	26	33	92,13	253,98	36,3	
41	2a8m	M		82,6	24,3	29,3	70,88	347,4	20,4	
42	1a	M	*	77	22,9	30	46,2	325,37	14,2	*
43	5a	M		83	26	31	107,82	380,85	28,3	
44	5a	M		82,4	25,1	31	75,53	343,34	22	
45	5a	M		80,2	26,5	33	76,56	318,39	24	
46	5a	M		81,1	26,4	32,6	112,05	390,93	28,7	
47	4a	M		83,1	27,6	33,3	68,02	360,65	18,9	
48	4a	F		84,3	25,2	30	65,57	335,35	19,6	
49	4a	M	*	77,4	25	32	18,26	276,39	6,61	*
50	4a	M		90	29,8	33,1	87,98	323,7	27,2	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

VALORES DE REFERENCIA			CASOS DE ANEMIA MICROCITICA	VCM (fL)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	HIERRO µg/dL	CTFH µg/dL	% SATURACIÓN (%)	CASOS ANEMIA FERROPÉNICA
PTE	EDAD	SEXO		80 – 100	28 – 32	32 – 36	H: 59 – 148 M: 37 – 145	274–385	15-25	
51	5a	F		83,8	27,4	32,7	89,36	370,61	24,1	
52	1a	M	*	78	25	32,1	14,94	144,42	10,3	*
53	1a	M	*	63,8	19	30	26,56	253,98	10,5	*
54	3a	M		83,8	26,8	32	166	206,67	80,3	
55	2a	M		99,2	30	30,2	68,97	388,44	17,8	
56	2a6m	M		81,3	26,1	32,1	70,55	194,22	36,3	
57	3a5m	F		99,1	34,3	35	43,99	181,77	24,2	
58	1a	F	*	67,2	20,3	30,2	11,62	298,8	3,89	*
59	4a5m	M		99	29,9	30,25	94,62	316,23	29,9	
60	5a	F		81,4	25,2	31,3	59,76	321,21	18,6	
61	4a	M		81	25,4	31,4	112,72	306,27	36,8	
62	3a	M		82	26,3	32,1	89,52	286,35	31,3	
63	5a	M		80,5	26,2	32,6	65,57	375,99	17,4	
64	4a	F	*	74,2	23,1	31,1	31,06	388,6	7,99	*
65	5a	M		90	29,9	33	95,45	371,01	25,7	
66	2a	M		81	27,1	34	67,11	363,54	18,5	
67	1a	M	*	70,7	22,1	31,3	17,43	361,05	4,83	*
68	5a	F		81,8	26,1	31,9	45,65	388,44	11,8	
69	3a7m	F		99	29,9	30,2	84,86	298,4	28,4	
70	3a	F		83	31	36	46,67	251,49	18,6	
71	5a	F		82	26	32	87,15	398,4	21,9	
72	2a3m	F		83	26	30,2	44,8	326,19	13,7	
73	1a3m	M	*	76	25,5	33	15,77	256,47	6,15	*
74	2a5m	F	*	71,2	22,9	32,2	29,13	328,68	8,86	*
75	1a	F	*	77,5	23	29,7	30,71	393,42	7,81	*
76	1a10m	F		80	24,5	31,3	39,84	315,38	12,6	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

VALORES DE REFERENCIA			CASOS DE ANEMIA MICROCITICA	VCM (fL)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	HIERRO µg/dL	CTFH µg/dL	% SATURACIÓN (%)	CASOS ANEMIA FERROPÉNICA
PTE	EDAD	SEXO		80 – 100	28 – 32	32 – 36	H: 59 – 148 M: 37 – 145	274–385	15-25	
77	4a	F		80,4	26,7	33,2	49,35	365,63	13,5	
78	1a2m	M	*	68,4	21,5	31,4	18,26	502,98	3,63	*
79	4a	F		83	26	32	72,21	480,57	15	
80	2a3m	F		80,5	27,3	31,1	33,66	401,25	8,39	
81	4a10m	M	*	78,8	24,8	31,5	47,27	308,76	15,3	*
82	2a	F		81	25	30,2	97,11	383,46	25,3	
83	1a	F		90,2	32	35	53,12	316,23	16,8	
84	1a7m	F		80,7	25,4	31,7	119,52	443,22	27	
85	3a	M		80,4	27	34	63,91	316,23	20,2	
86	2a3m	F	*	78	25,8	33	28,96	368,64	7,86	*
87	2a	M	*	55,4	15,8	28,4	37,35	473,1	7,89	*
88	2a4m	F		80	26	32,6	107,07	356,07	30,1	
89	2a3m	M		83	26,9	32,1	96,28	353,58	27,2	
90	3a	F		99	29,9	30,2	97,9	338,64	28,9	
91	2a	F		82	26,8	32,6	98,77	363,54	27,2	
92	3a8m	F	*	79	25	31	29,88	458,16	6,52	*
93	5a	F		80,2	25,8	32,1	48,97	358,56	13,7	
94	2a5m	M	*	73,8	24	32	38,18	373,5	10,2	*
95	4a	F		99,1	29,9	30,2	108,56	385,95	28,1	
96	1a6m	F		81	25,7	32	40,71	358,08	11,4	
97	5a	F		80,1	26,4	33	35,11	388,44	9,04	
98	3a	F		83	26,7	32,6	91,3	388,44	23,5	
99	4a	F		82	26	33	39,18	286,35	13,7	
100	1a4m	F		90	29,8	33,1	99,6	400,89	24,8	

Anemia Ferropénica

Ferropenia



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### 5.2. PREVALENCIA DE LA ANEMIA FERROPÉNICA

Para determinar la prevalencia de Anemia Ferropénica se divide el número de casos detectados para la población total estudiada y el resultado se multiplica por 100.

$$\text{Prevalencia de Anemia Ferropénica} = \frac{25}{100} \times 100$$

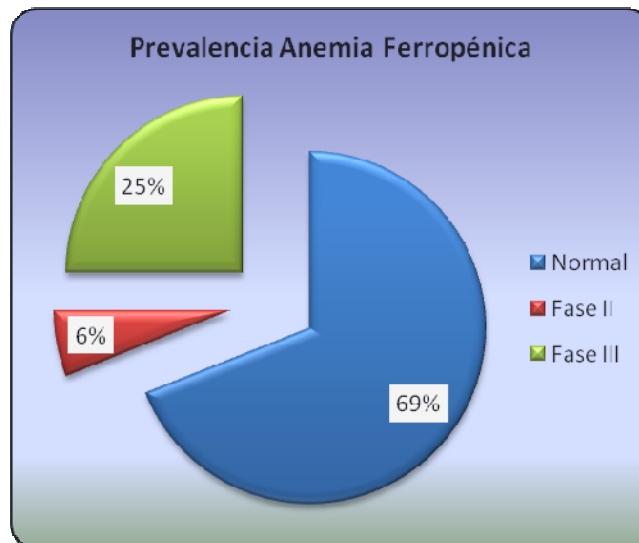
$$\text{Prevalencia de Anemia Ferropénica} = 25\%$$

#### 5.2.1. Fases de la Anemia Ferropénica detectadas en la población estudiada.

**Tabla 13.** Determinación de las etapas de la Anemia Ferropénica.

Etapas	Total n=100
Normal	69
Fase II – Anemia Latente.	6
Fase III – Anemia Ferropénica.	25

**Figura 12.** Prevalencia de Anemia Ferropénica.



**Interpretación:** con los resultados obtenidos durante el estudio se determina que el 25% de la población padece Anemia Ferropénica, el 6% se encuentra en la Fase II denominada Anemia Latente y el 69% no presentan ningún tipo de anemia.



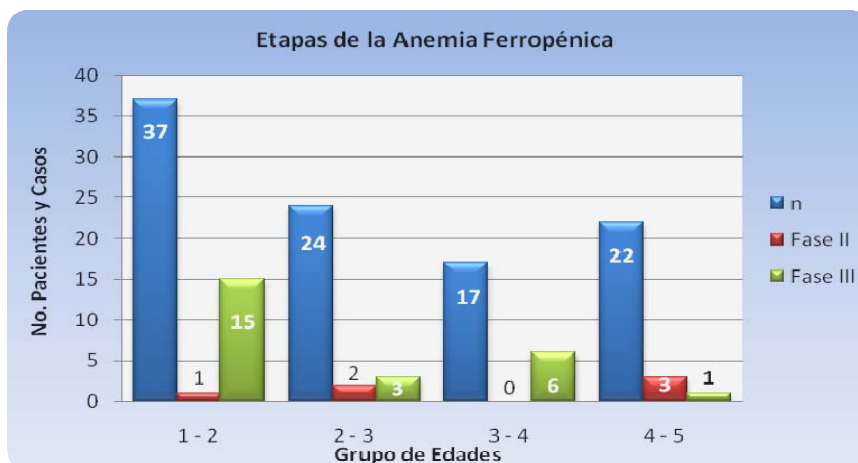
UNIVERSIDAD DE CUENCA

5.2.2. Fases de la Anemia Ferropénica por grupo de edad.

Tabla 14. Prevalencia de Anemia Ferropénica por edad.

Edades(años)	1 – 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5	Total
Etapas	n=37	n=24	n= 17	n=22	n=100
Normal	21	19	11	18	69
Fase II –Anemia Latente.	1	2	0	3	6
Fase III –Anemia Ferropénica.	15	3	6	1	25

Figura 13. Fases de la Anemia Ferropénica por grupo de Edad.



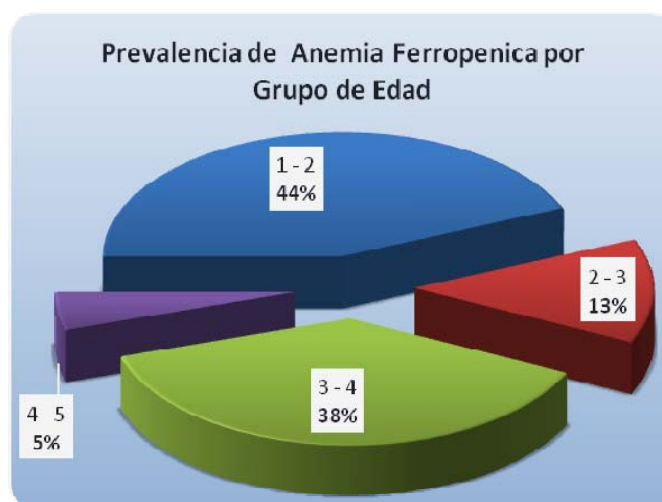
\*n: Población Infantil por Grupo de Edad

**Interpretación:** dentro de cada grupo de edad se ha determinado el número de casos que se presentan según las fases de la anemia Ferropénica, así tenemos que para el primer grupo existen 21 casos normales es decir que no presentan anemia, 1 en Fase II o Anemia latente y 15 con Anemia Ferropénica; en el segundo grupo están 2 en la Fase II de Anemia Latente, 3 presentan Anemia Ferropénica y 19 normales; en el tercer grupo 6 presentan Anemia Ferropénica, 0 en Fase II y 11 normales; en el Cuarto grupo 1 presenta anemia Ferropénica, 3 están en Fase II y los 18 restantes no padecen de anemia.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Figura 14.** Prevalencia de Anemia Ferropénica según la edad.



**Interpretación:** se ha determinado la prevalencia de Anemia Ferropénica por cada grupo de edad, en los niños de 1 a 2 años se obtuvo un 44%, de 2 a 3 años se presenta un 13%, de 3 a 4 años un 38% y de 4 a 5 años se presenta un 5%, lo que se puede decir que el primer y tercer grupo son los que presentan un mayor porcentaje de anemia Ferropénica influenciado exclusivamente por el tipo de alimentación que reciben.

### 5.3. ANÁLISIS DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA EN FUNCIÓN DEL IMC.

#### 5.3.1. Evaluación nutricional de los niños.

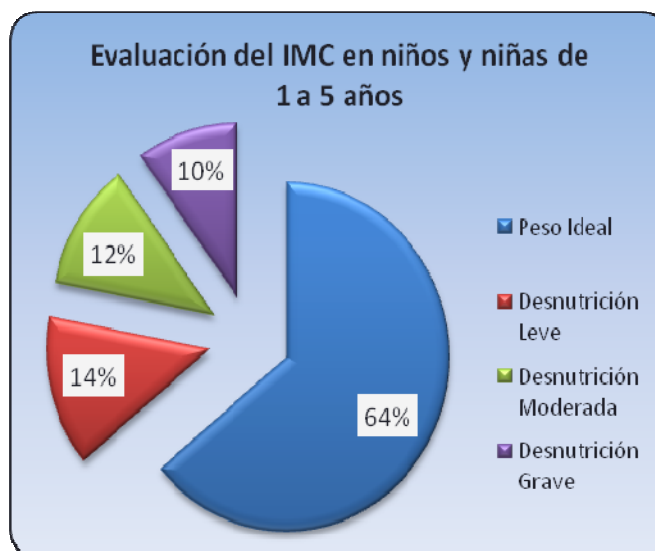
**Tabla 15.** Evaluación del IMC en la población infantil

Evaluación del IMC en niños y niñas de 1 a 5 años	Valor Referencial	Casos
Peso Ideal	18,5 – 24,9	64
Desnutrición Leve	17,1 – 18,4	14
Desnutrición Moderada	16,0 – 17,0	12
Desnutrición Grave	< 16	10
<b>Total</b>		<b>100</b>



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Figura 15.** Evaluación del IMC en la Población Infantil.



**Interpretación:** tomando en consideración el peso y la talla de cada niño se ha determinado el Índice de Masa Corporal (IMC), para valorar de esta manera el estado de desnutrición en el que se encuentran, así tenemos que un 64% está en un peso ideal, el 14% presenta desnutrición leve, un 12% esta con desnutrición moderada y el 10% restante presenta desnutrición grave.

**5.3.2. Evaluación de la desnutrición en los pacientes por género y grupo de edad**

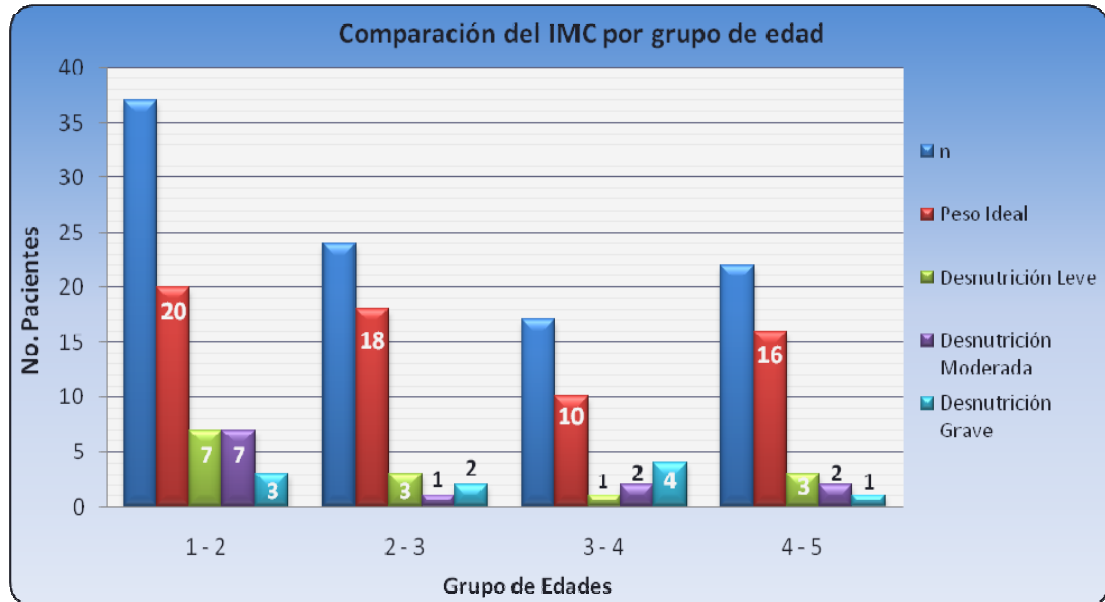
**Tabla 16.** Evaluación del IMC según la edad.

Grupo de Edad	N	Peso Ideal	Desnutrición Leve	Desnutrición Moderada	Desnutrición Grave
1 – 2	37	20	7	7	3
2 – 3	24	18	3	1	2
3 – 4	17	10	1	2	4
4 – 5	22	16	3	2	1
<b>Total</b>	100	64	14	12	10



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Figura 16.** Comparación del IMC por Grupo de Edad.



\*n: Población Infantil por Grupo de Edad

**Interpretación:** se ha calculado el IMC en función del peso y talla, para cada grupo de edad valorando las distintas clases de desnutrición. Podemos observar que la mayor parte de la población se encuentra dentro del peso ideal; también que el primer grupo es el que presenta más casos de desnutrición leve y moderada con respecto a los otros grupos de edad, corroborando una vez más, que los niños de 1 a 2 años son los más vulnerables.





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### 5.4. Indicadores Estadísticos de las distintas variables analizadas en la población infantil estudiada.

**Tabla 17.** Indicadores estadísticos.

<b>VARIABLES</b> <b>INDICADORES ESTADÍSTICOS</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Talla (cm)</b>	<b>Hb (g/dL)</b>	<b>Hto (%)</b>	<b>G. Rojos (<math>\times 10^{12}/L</math>)</b>	<b>VCM (fL)</b>	<b>HbCM (pg)</b>	<b>CHbCM (g/dL)</b>	<b>RDW (%)</b>	<b>Hierro (<math>\mu\text{g}/\text{dL}</math>)</b>	<b>CTFH (<math>\mu\text{g}/\text{dL}</math>)</b>	<b>% de Saturación</b>
<b>Mediana</b>	14,00	85,00	11,80	36,85	4,43	81,00	26,00	32,00	13,20	63,34	349,25	17,80
<b>Media Aritmética</b>	14,44	87,75	11,64	36,54	4,48	81,77	26,10	31,80	13,40	61,82	343,14	18,68
<b>Media Geométrica</b>	13,88	87,02	11,56	36,31	4,45	81,44	25,96	31,77	13,37	53,77	336,76	15,96
<b>Moda</b>	13	82	11,7	39	4,43	81	26	32	13	38,18	388,44	21,5
<b>Desviación Estándar</b>	4,13	11,41	1,32	4,15	0,46	7,34	2,60	1,44	0,89	30,25	62,70	10,68

Los indicadores estadísticos calculados nos servirán como puntos de referencia para interpretar los resultados obtenidos de la población estudiada. Consideramos los datos de mediana, moda, media aritmética y geométrica como medidas de tendencia central, que obtenidos en cada una de las variables indican que gran parte de la población infantil estudiada presenta una elevada predisposición a la presencia de anemia ya que la mayoría de resultados obtenidos se encuentran muy próximos a los límites inferiores de los rangos referenciales considerados en el estudio.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Tabla 18.** Indicadores Estadísticos de las distintas variables, analizadas por grupo de edad.

GRUPO DE EDAD	PESO (Kg)	TALLA (cm)	Hb (g/dL)	Hto (%)	G. ROJOS ( $\times 10^{12}/L$ )	VCM (fl)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	RDW (%)	HIERRO ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	CTFH ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	% DE SATURACIÓN
<b>1 - 2 años</b>												
Mediana	11,00	77,00	11,20	34,50	4,26	80,40	25,40	31,30	13,90	46,20	358,08	14,70
Media Aritmética	10,91	76,91	10,88	34,61	4,37	79,60	25,07	31,35	13,94	50,89	348,73	14,56
Media Geométrica	10,76	76,75	10,81	34,43	4,35	79,17	24,87	31,31	13,90	42,38	341,20	12,40
Moda	11	77	9,8	38	4,43	81	26	30,2	13	11,62	351,09	-
Desviación Estándar	1,71	4,80	1,25	3,61	0,46	8,25	3,13	1,59	1,06	28,39	68,50	7,42
<b>2 - 3 años</b>												
Mediana	14,00	85,00	11,80	36,60	4,39	81,15	26,10	32,10	13,50	68,95	333,66	20,95
Media Aritmética	13,64	85,25	11,65	36,09	4,43	81,43	26,36	32,17	13,42	70,27	322,49	23,55
Media Geométrica	13,56	85,20	11,61	35,93	4,42	81,30	26,31	32,14	13,41	63,95	316,24	20,23
Moda	14	85	11,8	37	4,90	83	26	32	13,5	-	251,49	-
Desviación Estándar	1,48	3,04	0,97	3,39	0,34	4,72	1,71	1,38	0,55	31,22	61,65	14,85
<b>3 - 4 años</b>												
Mediana	15,00	93,00	12,30	37,70	4,50	81,00	26,00	32,00	12,90	49,35	360,65	15,03
Media Aritmética	15,40	93,59	12,02	37,36	4,48	83,59	26,83	31,97	13,01	62,54	352,15	18,72
Media Geométrica	15,29	93,54	11,95	37,09	4,45	83,22	26,70	31,94	13,00	54,27	344,05	15,75
Moda	16	93,00	12,7	34	4,50	99,1	26	32	12,7	-	-	-
Desviación Estándar	1,89	3,08	1,28	4,66	0,48	8,29	2,76	1,44	0,54	34,30	73,76	11,26
<b>4 - 5 años</b>												
Mediana	20,50	105,00	12,75	39,90	4,78	81,60	26,40	32,05	12,80	70,97	348,60	20,71
Media Aritmética	20,50	104,18	12,61	39,65	4,70	84,36	26,96	32,04	12,78	70,41	349,31	20,28
Media Geométrica	20,29	104,03	12,56	39,49	4,67	84,14	26,91	32,02	12,77	65,95	347,02	19,00
Moda	22	105	11,8	43	4,04	80,2	26,4	33	12,8	-	346,11	-
Desviación Estándar	2,90	5,63	1,06	3,50	0,51	6,52	1,70	1,06	0,44	24,47	39,17	6,76



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Las medidas de tendencia central en el grupo de 1 a 2 años en las variables como el peso y la talla se encuentran en el rango inferior de los límites referenciales siendo de 10 Kg y 76 cm. respectivamente ya que se tiene un mediana de 11 para el peso y 77 para la talla pero una media aritmética de 10.91 y 76.91 con una desviación estándar de 1.71 para el peso y de 4.80 para la talla, dentro de la Hemoglobina tenemos un valor referencial de 10 a 15 g/dL y la mediana obtenida es de 11.20, la media aritmética de 10.88 y la moda es de 9.8 siendo éste el valor que más veces se repite dentro de este grupo lo que nos indica una presencia de anemia; para el hierro sérico tenemos un valor de la mediana de 46.20 y la moda de 11.62 lo que coincide que este grupo de edad presenta un mayor porcentaje de anemia ferropénica.

Dentro del segundo grupo de 2 a 3 años y en el cuarto grupo de 4 a 5 años de la población estudiada, se observa que las medidas de tendencia central se encuentran en los límites inferiores de los rangos referenciales para las diferentes variables.

En el tercer grupo de 3 a 4 años de edad, la mediana, media aritmética y moda están en 93 y 93.59 estando estos valores por debajo del rango referencial que es de 96 - 102 cm observándose un problema de desnutrición y presencia de anemia Ferropénica ya que se observa un valor de las medidas de tendencia central para la hemoglobina de 12 g/dL, de VCM de 81fL y para el hierro de 49.35  $\mu\text{g/dL}$ , lo que concuerda con los valores obtenidos en el porcentaje de anemia Ferropénica para este grupo de edad; en general la población infantil estudiada se encuentra con predisposición a la presencia de anemia por deficiencia de hierro.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### 5.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

#### 5.5.1. Análisis de variables en pacientes de 1 a 2 años

Tabla 19. Indicadores de Anemia Ferropénica.

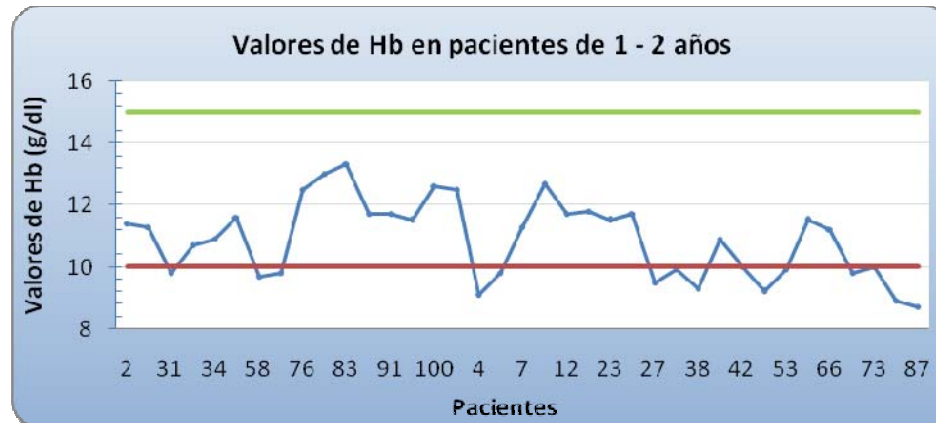
No. Muestra	Sexo (M/F)	Edad (años)	Hb (g/dL)	VCM (fL)	Hierro (µg/dL)
2	F	1 año 2 meses	11,4	81	44,74
13	F	1 año 3 meses	11,3	81	62,33
31	F	1 año 7 meses	9,8	74,5	16,6
32	F	1 año 7 meses	10,7	83	43,56
34	F	1 año 7 meses	10,9	99,1	39,52
37	F	2 años	11,6	80	96,28
58	F	1 año	9,7	67,2	11,62
75	F	1 año	9,8	77,5	30,71
76	F	1 año 10 meses	12,5	80	39,84
82	F	2 años	13	81	97,11
83	F	1 año	13,3	90,2	53,12
84	F	1 año 7 meses	11,7	80,7	119,52
91	F	2 años	11,7	82	98,77
96	F	1 año 6 meses	11,5	81	40,71
100	F	1 año 4 meses	12,6	90	99,6
1	M	1 año 3 meses	12,5	81	68,26
4	M	1 año 2 meses	9,1	76	49,8
5	M	1 año 3 meses	9,8	76	29
7	M	2 años	11,3	82	62,17
8	M	1 año 9 meses	12,7	80,4	63,6
12	M	2 años	11,7	80	68,08
17	M	1 año 5 meses	11,8	81	65,46
23	M	2 años	11,5	89,8	58,06
24	M	1 año 3 meses	11,7	84	67,35
27	M	1 año 10 meses	9,5	77,9	38,18
36	M	1 año 7 meses	9,9	78	15,77
38	M	1 año	9,3	77,5	11,62
39	M	1 año	10,9	84	79,05
42	M	1 año	10	77	46,2
52	M	1 año	9,2	78	14,94
53	M	1 año	9,9	63,8	26,56
55	M	2 años	11,5	99,2	68,97
66	M	2 años	11,2	81	67,11
67	M	1 año	9,8	70,7	17,43
73	M	1 año 3 meses	10	76	15,77
78	M	1 año 2 meses	8,9	68,4	18,26
87	M	2 años	8,7	55,4	37,35

**Interpretación:** Considerando los parámetros principales que determinan Anemia Ferropénica se detectaron 15 casos de los cuales 3 corresponden a niñas y 12 a niños.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

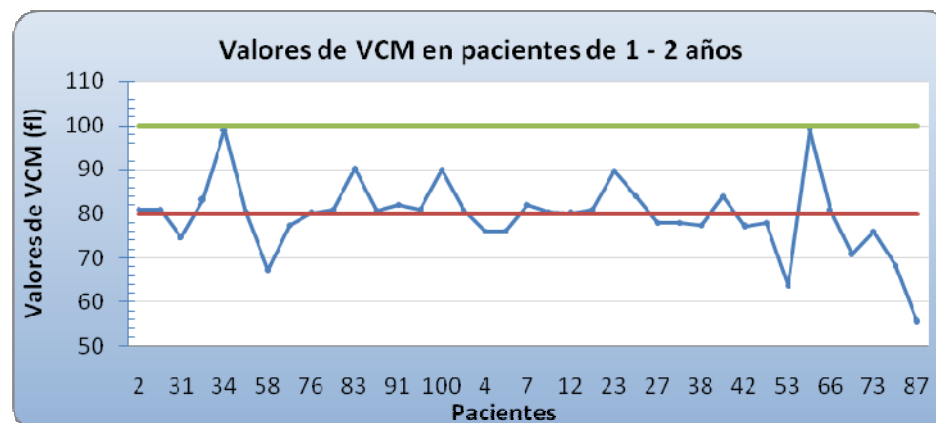
**Figura 17.** Valores de Hemoglobina dentro de los rangos referenciales.



**Fuente:** Osorio G. Hematología, Diagnóstico y Terapéutica. 3<sup>ra</sup> Edición. Editorial Mediterráneo: Buenos Aires- Argentina.

**Interpretación:** en pacientes de 1 a 2 años se tomó como referencia para la Hemoglobina un valor de 10 a 15 g/dl; dentro de los 37 pacientes que comprenden este grupo de edad se observa que 13 de ellos se encuentran por debajo del límite inferior, que demuestra presencia de anemia.

**Figura 18.** Valores de Volumen Corpuscular Medio dentro de los rangos referenciales.



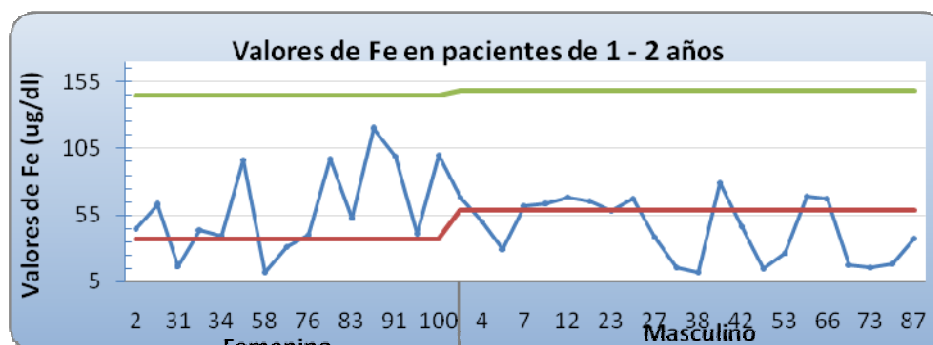
**Fuente:** Becker A. Interpretación Del Hemograma.[en línea] 2002. URL Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/interprethemog.html>. Argentina. 2002

**Interpretación:** se observa que 15 de los pacientes de 1 a 2 años están por debajo del rango inferior siendo indicativo de microcitosis.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Figura 19.** Valores de Hierro dentro de los rangos referenciales.



Fuente: Casa Comercial Human, Set de Reactivos Iron liquicolor

**Interpretación:** se puede observar que 3 pacientes del género femenino y 12 del género masculino se encuentran por debajo del rango inferior, lo que nos indica que presentan una Ferremia baja y posterior una anemia Ferropénica.

### 5.5.2. Análisis de variables en pacientes de 2 a 3 años.

**Tabla 20.** Indicadores de Anemia Ferropénica en niños de 2 a 3 años.

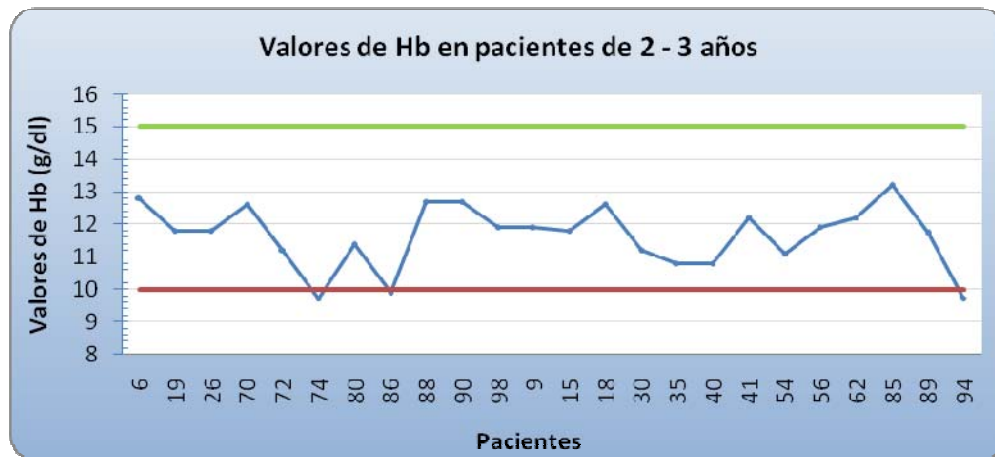
No. Muestra	Sexo	Edad (años)	Hb (g/dL)	VCM (fl)	Hierro (µg/dL)
6	F	3 años	12,8	81	49,7
19	F	2 años 1 mes	11,8	82	34,89
26	F	3 años	11,8	80	76,36
70	F	3 años	12,6	83	46,67
72	F	2 años 3 meses	11,2	83	44,8
74	F	2 años 5 meses	9,7	71,2	29,13
80	F	2 años 3 meses	11,4	80,5	32,66
86	F	2 años 3 meses	9,9	78	28,96
88	F	2 años 4 meses	12,7	80	107,07
90	F	3 años	12,7	99	97,9
98	F	3 años	11,9	83	91,3
9	M	2 años 8 meses	11,9	80	64,78
15	M	2 años 9 meses	11,8	82,1	77,19
18	M	3 años	12,6	80,2	86
30	M	2 años 6 meses	11,2	81	64,27
35	M	2 años 2 meses	10,8	82,4	67,35
40	M	2 años 10 meses	10,8	81	92,13
41	M	2 años 8 meses	12,2	82,6	70,88
54	M	3 años	11,1	83,8	166
56	M	2 años 6 meses	11,9	81,3	70,55
62	M	3 años	12,2	82	89,52
85	M	3 años	13,2	80,4	63,91
89	M	2 años 3 meses	11,7	83	96,28
94	M	2 años 5 meses	9,7	73,8	38,18



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Interpretación:** considerando los parámetros principales que determinan Anemia Ferropénica se detectaron 3 casos de los cuales 2 corresponden a niñas y 1 a niños.

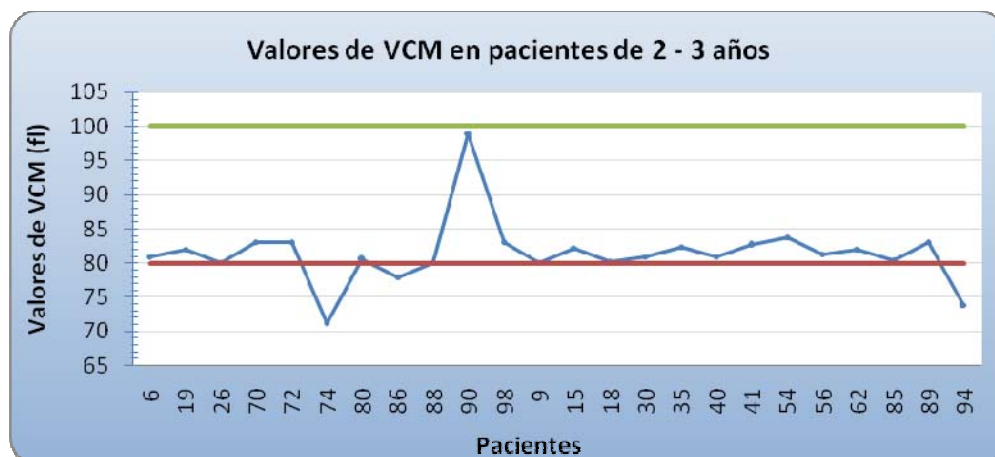
**Figura 20.** Valores de Hemoglobina dentro de los rangos referenciales en niños de 2 a 3 años.



**Fuente:** Osorio G. Hematología, Diagnóstico y Terapéutica. 3<sup>ra</sup> Edición. Editorial Mediterráneo: Buenos Aires- Argentina.

**Interpretación:** dentro de los 24 pacientes que comprenden este grupo de edad, 3 se encuentran debajo del límite inferior, lo cual indica presencia de Anemia Ferropénica.

**Figura 21.** Valores de Volumen Corpuscular Medio dentro de los rangos referenciales en niños de 2 a 3 años.



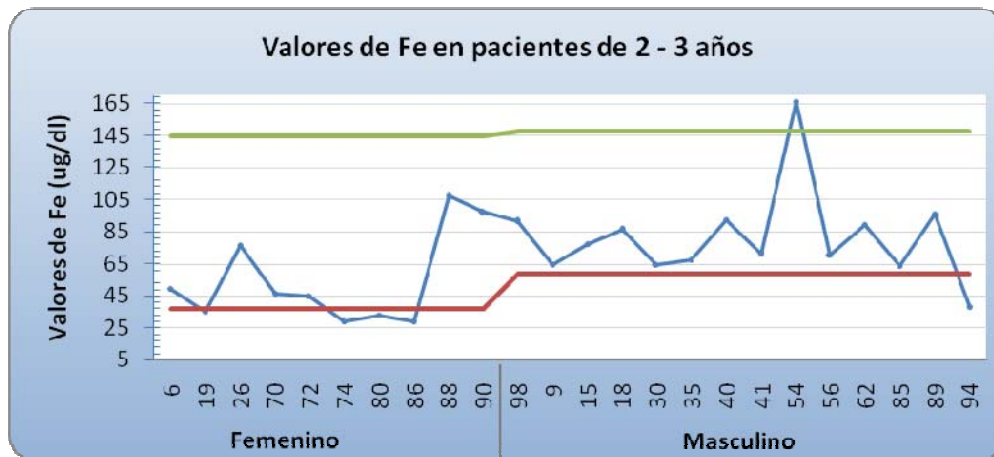
**Fuente:** Becker A. Interpretación Del Hemograma.[en línea] 2002. URL Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/interprethemog.html>. Argentina. 2002



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Interpretación:** se observa que 3 de los pacientes de 2 a 3 años están por debajo del rango inferior siendo indicativo de microcitosis.

**Figura 22.** Valores de Hierro dentro de los rangos referenciales para niños de 2 a 3 años.



Fuente: Casa Comercial Human, Set de Reactivos Iron liquicolor

**Interpretación:** se puede observar que 3 pacientes del género femenino y 1 del género masculino se encuentran por debajo del rango inferior, lo que nos indica que presentan una Ferremia baja y posterior una anemia Ferropénica.

**5.5.3. Análisis de variables en pacientes de 3 a 4 años**

**Tabla 21.** Indicadores de Anemia Ferropénica en niños de 3 a 4 años.

No. Muestra	Sexo	Edad (años)	Hb (g/dL)	VCM (fL)	Hierro (µg/dL)
48	F	4 años	12,2	84,3	65,57
57	F	3 años 5 meses	12,3	99,1	43,99
64	F	4 años	10,4	74,2	31,06
69	F	3 años 7 meses	12,7	99	84,86
77	F	4 años	12,5	80,4	49,35
79	F	4 años	14,4	83	72,21
92	F	3 años 8 meses	10,3	79	29,88
95	F	4 años	13,6	99,1	108,56
99	F	4 años	12,6	82	39,18
10	M	3 años 1 mes	10,9	78,4	34,86
14	M	3 años 2 meses	10,6	75	38,18
16	M	4 años	10,2	76	39,01
33	M	4 años	13,1	80	139,44
47	M	4 años	11,6	83,1	68,02
49	M	4 años	10,9	77,4	18,26
50	M	4 años	13,3	90	87,98
61	M	4 años	12,7	81	112,72

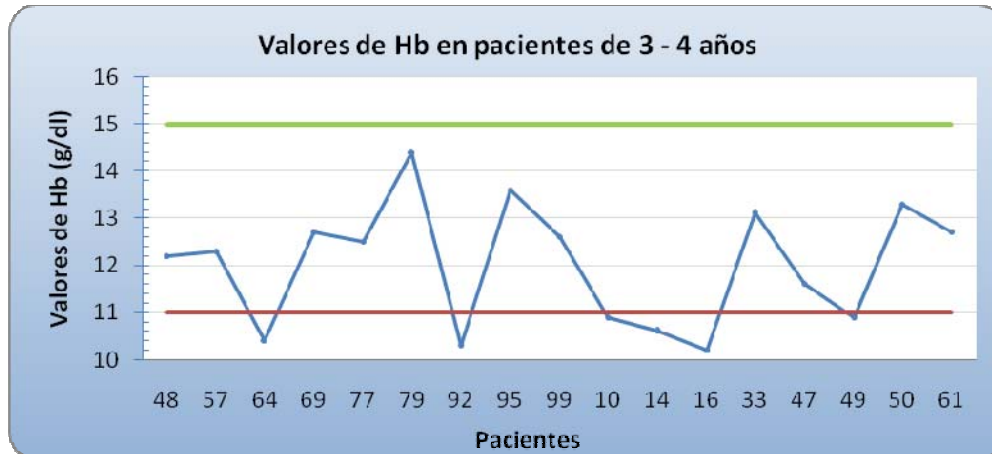




## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Interpretación:** considerando los parámetros principales que determinan Anemia Ferropénica se detectaron 6 casos de los cuales 2 corresponden a niñas y 4 a niños.

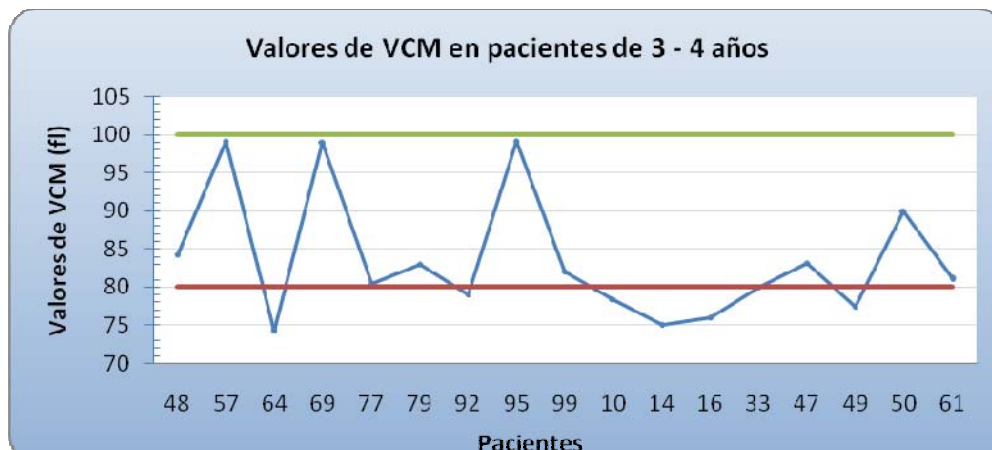
**Figura 23.** Valores de Hemoglobina dentro del valor referencial para niños de 3 a 4 años.



**Fuente:** Osorio G. Hematología, Diagnóstico y Terapéutica. 3<sup>ra</sup> Edición. Editorial Mediterráneo: Buenos Aires- Argentina.

**Interpretación:** en pacientes de 3 a 4 años se tomó como referencia para la Hemoglobina un valor de 11 a 15 g/dl; dentro de los 17 pacientes que comprenden este grupo de edad se observa que 6 de ellos se encuentran por debajo del límite inferior, que demuestra presencia de anemia.

**Figura 24.** Valores de Volumen Corpuscular Medio para niños de 3 a 4 años.



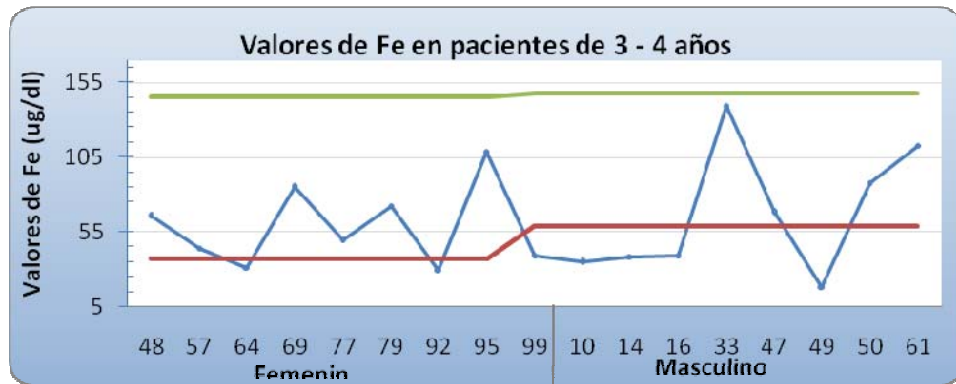
**Fuente:** Becker A. Interpretación Del Hemograma.[en línea] 2002. URL Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/interprethemoq.html>. Argentina. 2002

**Interpretación:** podemos observar que 6 niños de este grupo están por debajo del rango inferior lo que indica microcitosis.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Figura 25.** Valores de Hierro para niños de 3 a 4 años.



Fuente: Casa Comercial Human, Set de Reactivos Iron liquicolor

**Interpretación:** observamos que 2 pacientes del género femenino y 5 del género masculino se encuentran por debajo del rango inferior, lo que nos indica que presentan una Ferremia baja y posterior una Anemia Ferropénica.

**5.5.4. Análisis de variables en pacientes de 4 a 5 años**

**Tabla 22.** Indicadores de Anemia Ferropénica en niños de 4 a 5 años.

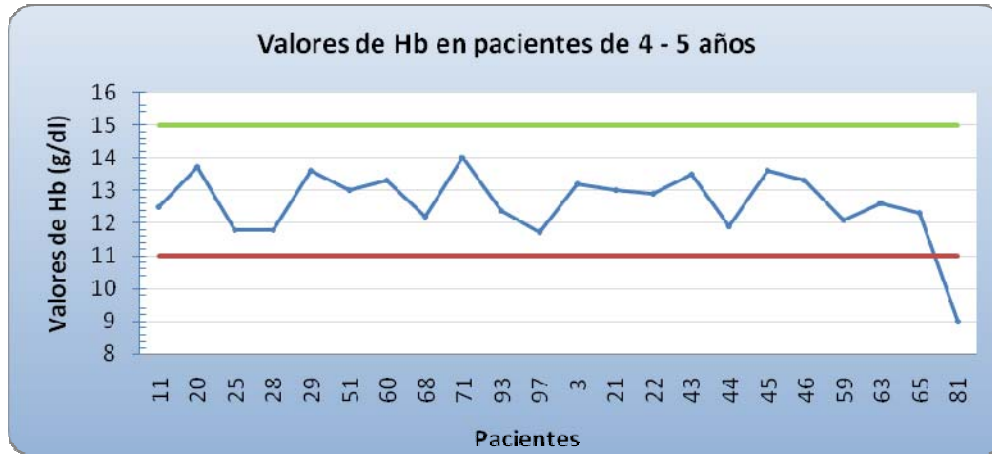
No. Muestra	Sexo	Edad (años)	Hb (g/dL)	VCM (fL)	Hierro (µg/dL)
11	F	5 años	12,5	80,3	39,01
20	F	4 años 1 mes	13,7	80	57,27
25	F	4 años 6 meses	11,8	99,2	78,85
28	F	5 años	11,8	88,1	34,21
29	F	5 años	13,6	83,3	63,08
51	F	5 años	13	83,8	89,36
60	F	5 años	13,3	81,4	59,76
68	F	5 años	12,2	81,8	45,65
71	F	5 años	14	82	87,15
93	F	5 años	12,4	80,2	33,97
97	F	5 años	11,7	80,1	35,11
3	M	5 años	13,2	80,6	84,66
21	M	4 años 6 meses	13	99	99,6
22	M	4 años 8 meses	12,9	81,1	66,4
43	M	5 años	13,5	83	107,82
44	M	5 años	11,9	82,4	75,53
45	M	5 años	13,6	80,2	76,56
46	M	5 años	13,3	81,1	112,05
59	M	4 años 5 meses	12,1	99	94,62
63	M	5 años	12,6	80,5	65,57
65	M	5 años	12,3	90	95,45
81	M	4 años 10 meses	9	78,8	47,27



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Interpretación:** considerando los parámetros principales que determinan Anemia Ferropénica se detectó un solo caso.

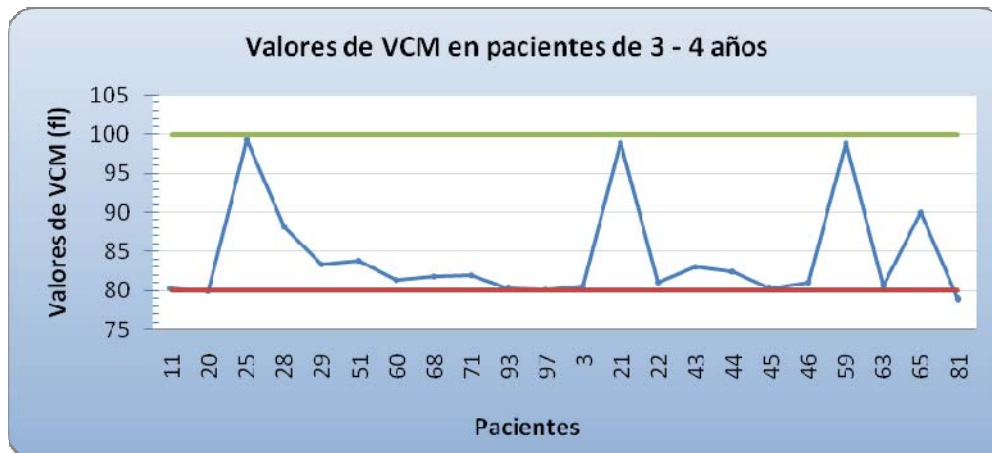
**Figura 26.** Valores de Hemoglobina dentro del valor referencial para niños de 4 a 5 años.



**Fuente:** Osorio G. Hematología, Diagnóstico y Terapéutica. 3<sup>ra</sup> Edición. Editorial Mediterráneo: Buenos Aires- Argentina.

**Interpretación:** en pacientes de 4 a 5 años se tomó como referencia para la Hemoglobina un valor de 11 a 15 g/dl; dentro de los 22 pacientes que comprenden este grupo de edad se observa que 1 de ellos se encuentra por debajo del límite inferior, que demuestra presencia de Anemia Ferropénica.

**Figura 27.** Valores de Volumen Corpuscular Medio para niños de 4 a 5 años.



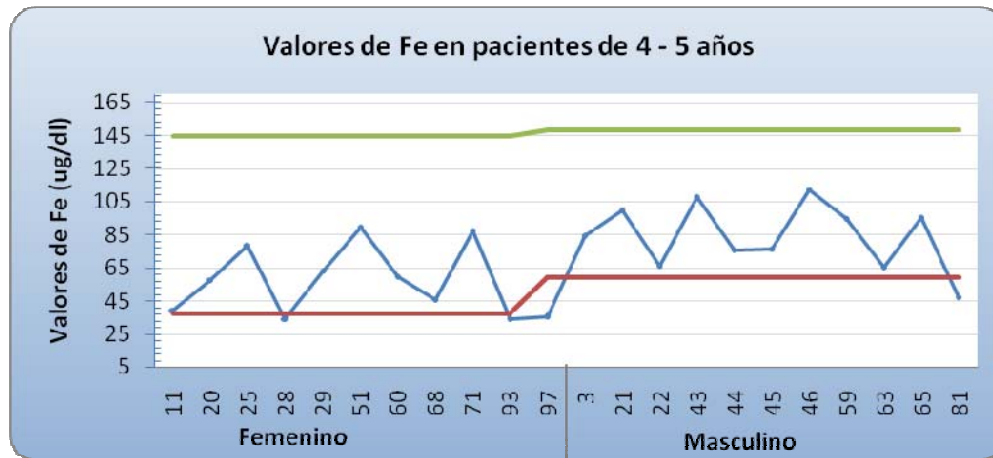
**Fuente:** Becker A. Interpretación Del Hemograma.[en línea] 2002. URL Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/interprethemog.html>. Argentina. 2002



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Interpretación:** se observa que 1 niño de este grupo se encuentra por debajo del rango inferior lo que indica microcitosis.

**Figura 28.** Valores de Hierro para niños de 4 a 5 años.



**Fuente:** Casa Comercial Human, Set de Reactivos Iron liquicolor

**Interpretación:** se puede observar que 2 pacientes del género femenino y 1 del género masculino se encuentran por debajo del rango inferior, lo que nos indica que presentan una Ferremia baja y posterior una anemia Ferropénica.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### CONCLUSIONES

El presente estudio realizado en niños menores de 5 años; trata de comprender los aspectos metabólicos más relevantes de este mineral esencial, con el fin de estimular a los diferentes profesionales del área de la salud a una mayor comprensión de la importancia que posee este micronutriente dentro de la salud humana sobre todo de nuestra población infantil; con los resultados obtenidos de los análisis realizados se concluye que:

1. La Determinación de Anemia por Deficiencia de Hierro en niños de 1 a 5 años de edad en la Clínica Humanitaria de la Fundación Pablo Jaramillo, ubicada en la Ciudad de Cuenca; durante el periodo Septiembre-Noviembre de 2010 presentó una prevalencia del 25%.
2. La mayoría de casos de anemia por carencia de hierro, ocurre en los niños menores de 2 años, observándose un 44%, esta cifra indica que existe una elevada prevalencia de Anemia Ferropénica independientemente del género, también coincide que a esta edad se presenta una velocidad acelerada de crecimiento agotándose rápidamente las reservas de hierro.
3. La prevalencia de Ferropenia Latente, es decir, de la etapa previa a la instauración de la Anemia Ferropénica como tal, es del 6% en la población infantil estudiada.
4. Durante el análisis del estado nutricional de la población estudiada en función del Índice de Masa Corporal (IMC), se determinaron 36 casos de desnutrición. De estos casos, 17 corresponden al grupo de 1 a 2 años siendo éste uno de los grupos más vulnerables y prioritarios por su rápido desarrollo.
5. Existe una relación directa entre los casos de desnutrición encontrados bajo el IMC y el resultado encontrado con Anemia Ferropénica y Ferropenia Latente.
6. Respecto a los estudios de laboratorio que resultaron predictivos para diagnosticar Anemia Ferropénica fueron el hemograma básico y la ferremia.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

7. El nivel promedio de Hierro sérico en la población estudiada es de 61,82  $\mu\text{g/dL}$  tomándose como referenciales los valores de 37–145  $\mu\text{g/dL}$  para las niñas y para los niños 59–148  $\mu\text{g/dL}$ .
8. El valor promedio de la Capacidad Total de Fijación de Hierro se encuentra en 343,14  $\mu\text{g/dL}$  siendo el valor referencial de 274 – 385  $\mu\text{g/dL}$ .
9. El nivel promedio del Porcentaje de Saturación de Transferrina es de 18,68% y el valor considerado normal oscila entre 15 – 25%.
10. La evaluación realizada en los niños confirma plenamente la información oficial publicada por la OMS donde señala a la deficiencia de hierro como la carencia nutricional más frecuente y la causa número uno de Anemia en los países en vías de desarrollo.
11. Los resultados obtenidos en este estudio, fueron la base fundamental para que los médicos pediatras den un tratamiento preciso y generen acciones preventivas para evitar la deficiencia de hierro y su consecuencia: una Anemia Ferropénica.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y con la finalidad de sugerir elementos necesarios para mejorar la carencia nutricional de este mineral, se propone los siguientes aspectos:

1. Realizar estudios que evalúen el tipo de dieta consumida habitualmente por la población estudiada.
2. Efectuar un seguimiento a los pacientes que tengan diagnóstico de Anemia Ferropénica, para determinar si presentan o no evolución al ser sometidos a tratamientos con suplementos de hierro.
3. Incrementar la suplementación, fortificación, diversificación y vigilancia nutricional en la ingestión de alimentos ricos en hierro.
4. Promover actividades de educación nutricional mediante programas de concientización y charlas informativas para mujeres gestantes, madres de lactantes y de niños preescolares con el fin de disminuir los casos de Anemia Ferropénica asociados a una mala nutrición.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Osorio G. Hematología, Diagnóstico y Terapéutica. 3<sup>ra</sup> Edición. Editorial Mediterráneo: Buenos Aires- Argentina; 2003. Pág. 25.
2. Aranda E, Díaz-Rubio EG, Dorta FJ, Moreno JN. Anemia Asociada Al Cáncer. Capitulo XIV. España. Archivo PDF [en línea]2003; 214-221. URL Disponible en: <http://www.webmedicaargentina.com.ar/MATERIALMEDICO/ANEMIAS/CAPITULO-XIV.pdf>. Fecha de consulta: [Agosto 22 2010]
3. Muñoz JS, Casado CL, Chavarría MA. Patología Relacionada con los Hematíes. En: Muñoz JS. Fundamentos y técnicas de análisis hematológicos y Citológicos. Barcelona: Masson; 2005. Pág. 100-105
4. Jiménez GN. Estudio Del Metabolismo Del Hierro En Lactantes De Una Zona De Alta Y Perenne Transmisión De Malaria. Universidad de Barcelona. Facultad de Medicina. Departamento de Ciencias Fisiológicas, Humanas y de la Nutrición. 2003
5. Rodak. Hematología Fundamentos y Aplicaciones Clínicas. 2<sup>da</sup> Edición. Editorial Médica Panamericana.
6. Farreras, Rozman. Medicina Interna. Tomo II. 16<sup>ta</sup> Edición. Editorial Elsevier; 2009. Pág. 1655
7. Murray R. Harper Bioquímica Ilustrada. 17<sup>ma</sup> Edición. Editorial El Manual Moderno, 2007. Pág. 616
8. Dallman P. Nutrición. 6<sup>ta</sup> Edición. Editorial ILSI International Life Sciences Institute: North América. 2000.
9. Pérez R. Anemia Ferropénica en la Infancia. Revista Canarias Pediátrica, [en línea] 2001. Vol 25. (2) 257-263. URL Disponible en:





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

- <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2484819>. Fecha de consulta: [Septiembre 29 2010]
10. Forrellat Barrio M. Metabolismo del Hierro. Revista Cubana de Hematología e Inmunología [en línea] 2000, 16 (3) 149-160. URL Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol16\\_3\\_00/hih01300.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol16_3_00/hih01300.htm). Fecha de consulta: [Agosto 15 2010]
  11. Freire W. La anemia por deficiencia de hierro: estrategias de la OPS/OMS para combatirla. Salud Pública de México.1998. 40 (2) 199-205. Fecha de consulta: [Agosto 15 2010]
  12. Vásquez E. La anemia en la infancia. Revista Panamericana de Salud Pública [en línea] 2003. Vol 13. (6) 349-351. URL Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v13n6/16502.pdf>. Fecha de consulta: [Agosto 28 2010]
  13. Donato H & Col. Anemia Ferropénica. Guía de diagnóstico y tratamiento. Archivo Argentino Pediátrico [en línea] 2009. Vol 4. (107) 353-361. URL Disponible en: <http://www.sap.org.ar/docs/profesionales/consensos/162.pdf>. Fecha de consulta: [Agosto 28 2010]
  14. Ziaullah NS, Shah S, Talaat A. Anemia por Deficiencia de Hierro. Revista MedlinePlus Información de Salud Para Usted. [en línea] 2008. Artículo 584. EEUU. URL Disponible en: <http://vsearch.nlm.nih.gov/vivisimo/cgi-bin/query-meta?v%3Aproject=medlineplusspanish&query=anemia+por+deficiencia+de+hierro&x=34&y=12>. Fecha de consulta: [Agosto 28 2010]
  15. Maguirre JL, Veber G, Parkin PC. Anemia por deficiencia de Hierro en los niños. Revista España Nutrición Comunitaria [en línea] 2005. (2):60-68. URL Disponible en: [http://www.nexusediciones.com/pdf/nutri2005\\_2/n-11-2-002.pdf](http://www.nexusediciones.com/pdf/nutri2005_2/n-11-2-002.pdf). Fecha de consulta: [Septiembre 14 2010]



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

16. Bocio J. Metabolismo del hierro: Conceptos actuales sobre un micronutriente esencial. Revista ALAN Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2003. Volumen 53. Número 2.
17. Harrison y Cols. Principios de medicina interna: Parte V, Oncología y Hematología, Sección II, Trastornos hematopoyéticos”. [en línea] 2003.URL Disponible en: <http://www.mancia.org/foro/hematologia/73305-anemia-ferropenica-ii-diagnostico-diferencial.html>. Fecha de consulta: [Septiembre 14 2010]
18. Quaranta JF y cols. El Hemograma. Editorial Masson S.A: Barcelona.1991.
19. Alois Correderas R. Determinación de la Hemoglobina en el Laboratorio. Revista digital Innovación y Experiencias Educativas. Publicación PubMed Vol. 12. N° 4. Febrero 2008.
20. Becker A. Interpretación Del Hemograma. An Pediatr Contin. [en línea] 2002 2(5):291-6. URL Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/interprethemog.html>. Fecha de consulta: [Septiembre 18 2010]
21. Vives JL, Aguilar JLI. Manual de Técnicas de Laboratorio en Hematología. 3<sup>ra</sup> Edición. Editorial Elsevier: México. 2006.
22. Gandarias J.M. Bioquímica. 3<sup>ra</sup> Edición. Editorial Salamanca. 1997. Pág. 859
23. Thompson, King. Trastornos Bioquímicos en La Clínica Humana. Editorial Aguilar: Madrid-España. 1999. Pág. 118.
24. Laguna J, Piña E. Bioquímica De Laguna. 6<sup>ta</sup> Edición. Editorial El Manual Moderno.
25. Leavell S, Thorup A. Hematología Clínica. 2<sup>da</sup> Edición. Editorial Interamericana.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

26. Soyano A, Gómez M. Participación del Hierro en la Inmunidad y su Relación con las Infecciones. Laboratorio de patología celular y molecular, centro de Medicina Experimental, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas. Archivo PDF 2006. Fecha de consulta: [Septiembre 22 2010]
27. Cantarow A, Schepartz B. Bioquímica. 3<sup>ra</sup> Edición. Editorial Interamericana: México. 1999. Pág. 555
28. Beard J, Piñero D. Metabolismo del Hierro. Deficiencia de hierro. Editorial CESNI: Buenos Aires-Argentina. 1999. Capítulo 13-47.
29. Lehninger A, Nelson D, Cox M. Principios de Bioquímica. Editorial Pergamon: New York. USA. 1999.
30. Goodman Gilman. Principios básicos de Farmacología. Editorial Pergamon: New York USA. 2002.
31. Fernández H. Química General e Inorgánica. Editorial Losada: Buenos Aires-Argentina. 1999.
32. Castro PS. Metabolismo del Hierro Normal y Patológico. 2<sup>da</sup> Edición. Editorial Masson: Barcelona- España. 1995.
33. Díaz de Heredia K, Marletta M. Bioquímica Hemoproteína tipo citocromo P-450. Editorial Limusa: México. 1998; 31:6627-6631
34. White, Handler, Smith. Principios de Bioquímica. 4<sup>a</sup> Edición. Editorial MacGrawHill: Madrid-España.1998. Pág. 749
35. Beutler, Fairbanks, Fahey. Clínica y Terapéutica de los Trastornos del Metabolismo del Hierro. Editorial Científico-Médica: Barcelona. 1995. Pág. 23
36. Niemeyer H. Bioquímica. Editorial Intermédica: Buenos Aires-Argentina. 1998. Pág. 284



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

37. Muñoz A. Clasificación y Diagnóstico de las Anemias durante la Infancia. Alteraciones de la Producción Eritrocitaria. En: Madero LL y Muñoz VA. Hematología y Oncología Pediátricas. Madrid. Archivo PDF. Ergon. 2000; 52-66. Fecha de consulta: [Noviembre 07 2010]
38. Woo J, Treuting, J.Cannon D, Henry, Metabolismo intermedio de iones Inorgánicos, Diagnósticos Clínicos y métodos de laboratorio. 16<sup>ta</sup> Edición. Editorial W.B. Saunders- Co. 1999; Capítulo 10: Pág. 259-304.
39. Kierszenbaum A. Histología y Biología Celular Introducción a la Anatomía Patológica. 2<sup>da</sup> Edición. Editorial Elsevier Mosby. Página 194. ISBN 978-84-8086-313-
40. Ciscar Ruiz F, Farreras. Diagnóstico Hematológico de Laboratorio y Clínica. Tomo II. Editorial JIMS: Barcelona- España. Pág. 1598-1611.
41. Holmberg L. Receptor Soluble de Transferrina en el Diagnostico de Anemia por Deficiencia de Hierro en los Niños. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana. Revista Scielo. [en línea] 2008 (4): 353-61. URL Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/abcl/v44n3/v44n3a02.pdf>. Fecha de consulta: [Octubre 13 2010]
42. Andrews SC, Arosio P, Bottke W. Estructura, Función y Evolución de la Ferritina. Química Inorgánica. Editorial Elsevier. 1992. Capítulo 47. Pág. 161-74.
43. Finch CA, Huebers HA, Cazzila M, Bergamaschi G, Belloti V, Marcadores Bioquímicos de Ferritina e Isoferritina. Editorial Elsevier: Amsterdam. 1998. Capítulo. 3
44. Lee GR, Herbert V. Factores Nutricionales en la Producción y Función de los Eritrocitos. 10<sup>ma</sup> Edición. Editorial Baltimore. 1998. Capítulo 3.
45. Braier L. Fisiopatología y Clínica de la Nutrición. 3<sup>ra</sup> Edición. Editorial Panamericana: Buenos Aires. Pág. 369-373.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

46. Salazar Bautista B. Nutrición Salud y Energía. 2<sup>da</sup> Edición. Editorial Guayaquil. 1995
47. Cameron M, Hofuander. Manual para Alimentación de Infantes y Niños Pequeños. Editorial Pax: México. 2003
48. Oidonnell A. Nutrición y Alimentación del Niño en los primeros años de Vida. Publicación de la OPS/OMS. Revista Cubana Alimentación y Nutrición. [en línea] Julio 2008. URL Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/page/BARCHIVE/expid/basics-nutricion-ninos-adolescentes/>. Fecha de consulta: [Enero 22 2011]
49. Barón MA, Real S, Solano LR. Receptor soluble de Transferrina como indicador del estado de nutrición de hierro en preescolares venezolanos. Revista ALAN Artículos latinoamericanos de Nutrición. Artículo 5. [en línea] 2005. Volumen 55. Número 3. Fecha de consulta: [Diciembre 13 2010]
50. Pérez RJ, Cabrera NE, Pita RG, Jiménez AS. Anemia por deficiencia de hierro en niños de 6 a 24 meses y de 6 a 12 años de edad. Revista Cubana Salud Pública. [en línea] 2005. Volumen 4. Fecha de consulta: [Diciembre 13 2010]
51. Morales AJ, Martínez MJ. Anemia de la Enfermedad Crónica. Revista MedlinePlus Información de Salud para Usted. [en línea] Diciembre 2006. Artículo 565. Vol. 36. N°4. URL Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000565.htm>. Fecha de consulta: [Diciembre 13 2010]
52. Vidal H, Puente R, Gautier D. Deficiencia Nutricional de Hierro en Niños de 6 meses a 2 Años. Revista Cubana Pediatría. [en línea] 2001. Volumen 6. URL Disponible en: [http://scielo.isciii.es/img/revistas/diges/v100n5/punto\\_de\\_vista\\_06](http://scielo.isciii.es/img/revistas/diges/v100n5/punto_de_vista_06). Fecha de consulta: [Diciembre 19 2010]



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

53. Pérez HR. Anemia Ferropénica en la Infancia. Club de Informática Médica y Telemedicina (Universidad de Panamá). Eritrocitos maduros normales. Telmeds.org [publicada en línea]. 2009 (05). URL Disponible en: <http://www.telmeds.org/atlas/hematologia/serie-roja/ontogenia-de-serie-eritroide/eritrocitos-maduros-normales/> . [Citado 03 de Feb de 2011]
54. Fernández García N, Aguirre GB. Anemias en la infancia. Anemia Ferropénica. Boletín de la sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León. Archivo PDF [en línea] 2006. Vol. 46 311-317. URL Disponible en: [http://www.sccalp.org/boletin/46\\_supl2/BolPediatr2006\\_46\\_supl2\\_311-317.pdf](http://www.sccalp.org/boletin/46_supl2/BolPediatr2006_46_supl2_311-317.pdf). Fecha de consulta: [Diciembre 15 2010]
55. Donato H y Col. Anemia Ferropénica. Guía de diagnóstico y tratamiento. Revista Zona Médica. Buenos Aires – Argentina [en línea] 2006. URL Disponible en: <http://www.zonamedica.com.ar/enfermedades/explorar/13/Anemia>. Fecha de consulta: [Diciembre 15 2010]
56. Machado D. Estructura y Funcionamiento de la hemoglobina. Revista Blogger. [en línea] 2006. URL Disponible en: <http://biometriahemativa.blogspot.com/2010/04/estructura-y-funcionamiento-de-la.html>. Fecha de consulta: [Diciembre 15 2010]
57. Jiménez R, Martos E, Díaz M. Desde el Laboratorio a la Clínica. Metabolismo del Hierro. Archivo PDF AnPediatrContin. [en línea] 2006. Vol 3 (6):352-356. URL Disponible en: <http://www.apcontinuada.com/contenidos/pdf/v3n6a155pdf001.pdf>. Fecha de consulta: [Febrero 12 2011]
58. Navajas A, Alteraciones del Metabolismo del hierro. Archivo PDF. [en línea] 11 de noviembre 2005. URL Disponible en: <http://www.avpap.org/documentos/jornadas2005/anavajas.htm>. Fecha de consulta: [Febrero 12 2011]
59. Vaquero MP. Factores que intervienen en la biodisponibilidad mineral. Prevención de las deficiencias. Revista de Nutrición Práctica. 1998; Capitulo 2. Pág. 15 – 21



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

60. Hernández L. Beneficios de los Minerales en el organismo. Publicación investigadores aragoneses, pertenecientes al ICMA. Revista Nanotechnology, 2010 (20):12.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

# ANEXOS





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### ANEXO 1.

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las observaciones médico-pediátricas realizadas han detectado rasgos y síntomas de desnutrición sin encontrar una causa específica para la misma; una posible explicación sería la deficiencia de hierro que surge como consecuencia de una marcada falencia en cuanto a nutrición y alimentación, ya sea; durante o después del embarazo, o en los primeros años de vida del niño, repercutiendo notablemente en la salud de los infantes que se atienden en la Clínica Humanitaria de la Fundación Pablo Jaramillo C.

#### JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

De acuerdo a la bibliografía consultada y considerando que actualmente en nuestra ciudad, no se han reportado estudios sobre el tema, es necesario establecer los casos de Anemia Ferropénica en niños de 1 a 5 años que se atienden en la Fundación Pablo Jaramillo usando parámetros de medida de anemia como son la Hemoglobina, el Hematocrito, Los Glóbulos Rojos, los Índices Eritrocitarios y el RDW. Estableceríamos además, si la anemia detectada es Ferropénica mediante la determinación de Hierro, Capacidad de Fijación Total de Hierro y Saturación de Transferrina.

La investigación también servirá como guía para que los médicos pediatras que laboran en la institución, diagnostiquen los casos de anemia por deficiencia de hierro, y tomen las medidas necesarias en lo que se refiere a atención terapéutica.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### OBJETIVOS

#### General

Determinar la Prevalencia de Anemia por Deficiencia de Hierro en niños de 1 a 5 años de edad en la Clínica Humanitaria de la Fundación Pablo Jaramillo, ubicada en la Ciudad de Cuenca; durante el periodo Septiembre-Noviembre de 2010.

#### Específicos

1. Valorar el nivel de Hierro sérico en niños de 1 a 5 años de edad que se atienden en la Fundación Pablo Jaramillo, en el área de pediatría.
2. Determinar la Capacidad Total de Fijación de Hierro, que servirá de complemento a la prueba anterior para establecer el diagnóstico de anemia Ferropénica.
3. Calcular el porcentaje de Saturación de Transferrina mediante la fórmula que relaciona los resultados de hierro sérico y capacidad total de fijación de hierro.
4. Calcular el Índice de Masa Corporal (IMC) basándose en las medidas antropométricas de la población estudiada.
5. Contribuir con los médicos pediatras con los resultados del análisis, para que ellos a su vez, evalúen el cuadro y proporcionen al niño, el tratamiento respectivo.

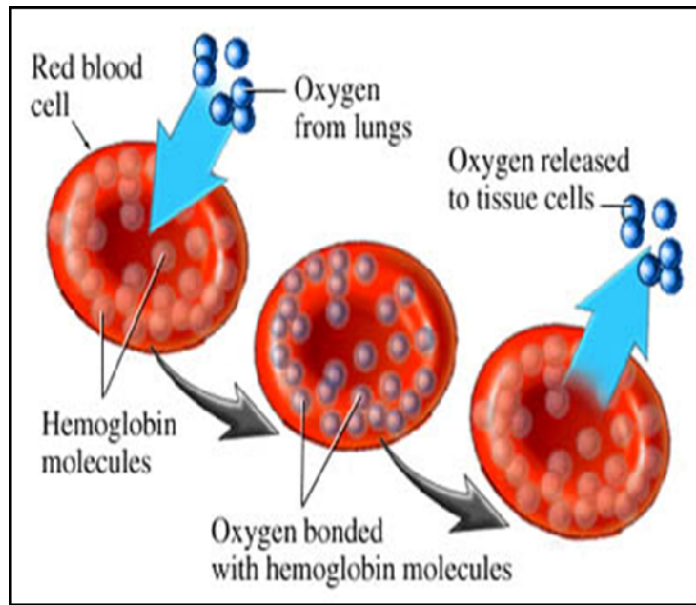
### HIPÓTESIS

La población infantil es la más vulnerable a desarrollar anemia Ferropénica debido, en la mayoría de los casos, a un limitado consumo de nutrientes ya se; por un bajo estrato socioeconómico o por falta de información y conocimientos, por ello podríamos decir que: La posible desnutrición detectada por los médicos pediatras de la Clínica Humanitaria de la Fundación Pablo Jaramillo Crespo se debe en un porcentaje importante a la Anemia Ferropénica.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 2.

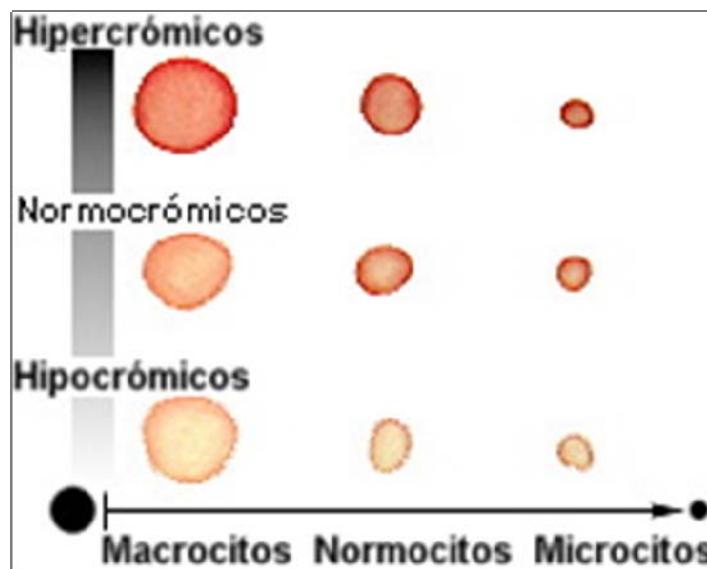
Figura 1.-TRANSPORTE DE OXIGENO A LOS TEJIDOS.



Fuente: Biometría Hemática. Hemoglobina. Disponible en:  
[http://3.bp.blogspot.com/\\_7PawCqqV5OU/SqNQEGzZxYI/AAAAAAAAACg/DfMRvCpiU3E/s1600-h/hemo.iaa](http://3.bp.blogspot.com/_7PawCqqV5OU/SqNQEGzZxYI/AAAAAAAAACg/DfMRvCpiU3E/s1600-h/hemo.iaa)

ANEXO 3.

Figura 2.- FORMA Y TAMAÑO DE LOS ERITROCITOS.



Fuente: Disponible en:  
[http://scielo.isciii.es/ima/revistas/diaes/v100n5/punto\\_de\\_vista\\_06.iaa](http://scielo.isciii.es/ima/revistas/diaes/v100n5/punto_de_vista_06.iaa)



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 4.

Tabla 1.- ETAPAS DE LA ANEMIA FERROPÉNICA

	Normal	Depleción de hierro	Eritropoyesis deficiente de hierro	Anemia Ferropénica
<b>Hemaciocritina modular</b>	+	+ -	.	.
<b>Ferritina plasmática(ug/L)</b>	50-200	<20	<15	<5
<b>Absorción de hierro(%)</b>	5-10	10-15	10-20	10-20
<b>TIBC(ug/dL)</b>	300-360	>360	>360	>400
<b>SI</b>	50-150	70	<50	<50
<b>Saturación transferrina</b>	30-50	20	<5	<5
<b>Protocitinas eritrocitas</b>	60	60	>100	>140
<b>Eritrocitas</b>	normal	normal	poiquilocitosis	<b>Microcitosis hipocromía</b>

Fuente: Muñoz A. Clasificación y Diagnóstico de las Anemias Durante la Infancia. Alteraciones de la Producción Eritrocitaria. En: Madero LL y Muñoz VA. Hematología y Oncología Pediátricas. Madrid. Archivo PDF. Ergon. 1997; 52-66.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 5.

Tabla 2.-CAUSAS DE ANEMIA FERROPÉNICA EN NIÑOS.

<p style="text-align: center;"><b>Aumento de los requerimientos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Crecimiento</li><li>▪ Prematurez</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Aporte insuficiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ingesta inadecuada de hierro</li><li>▪ Lactante de madre Ferropénica</li><li>▪ Prematuro de madre Ferropénica</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Absorción defectuosa</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aclorhidria</li><li>▪ Gastritis</li><li>▪ Enfermedad celíaca</li><li>▪ Taninos, fitatos, cereales</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Pérdidas aumentadas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sangrado gastrointestinal</li><li>▪ Divertículo de Meckel</li><li>▪ Parasitosis</li><li>▪ Pólipos</li><li>▪ Tumores</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Alteraciones en el transporte</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Atransferrinemia congénita</li><li>▪ Auto anticuerpos contra el receptor de la Transferrina</li></ul>

Fuente: Pérez Hernández, R., Anemia Ferropénica en la infancia.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 6.

**Tabla 3.-SÍNTOMAS Y SIGNOS EN LA ANEMIA FERROPÉNICA.**

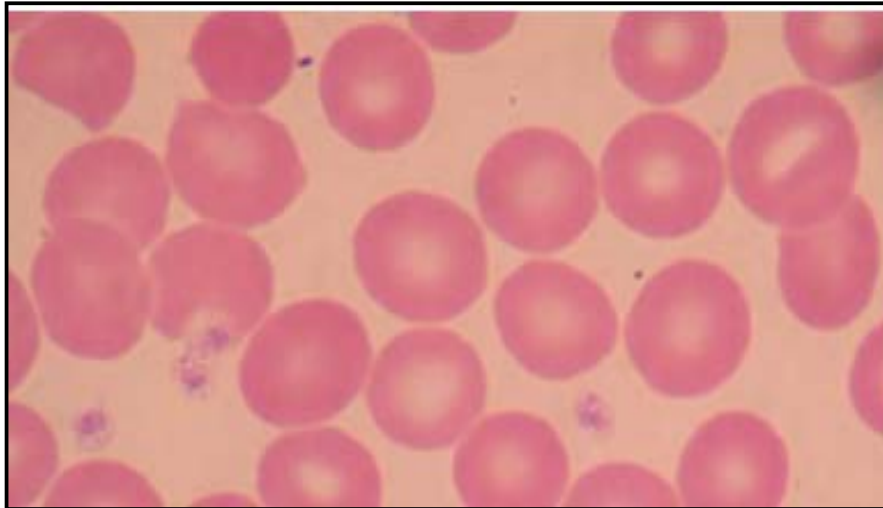
<b>Síntomas del síndrome anémico</b>
Debilidad, fatiga y sueño Sensación de palidez de la piel Palpitaciones, disnea Alopecia
<b>Síntomas propios del déficit tisular de hierro</b>
Astenia Trastornos del comportamiento y desarrollo Síndrome de piernas inquietas Intolerancia al frío Pica Pagofagia Disfagia Mayor susceptibilidad a infecciones
<b>Signos propios del déficit tisular de hierro</b>
Escleras azuladas Queilitis Glositis Alteraciones esqueléticas en niños (ferropenia prolongada) Esplenomegalia Coiloniquia

**Fuente:**Osorio, G., y Col. "Hematología, diagnóstico y terapéutica: Anemias microcíticas por deficiencia de hierro"



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 7.

**Figura 3.- ERITROCITOS DE TAMAÑO Y MORFOLOGÍA NORMAL.**



**Fuente:** Club de Informática Médica y Telemedicina (Universidad de Panamá). Eritrocitos maduros normales. Telmeds.org [publicada en línea]. 2009(05). [Citado 03 de Feb de 2011]. Disponible en: <http://www.telmeds.org/atlas/hematologia/serie-roja/ontogenia-de-serie-eritroide/eritrocitos-maduros-normales/>

**ANEXO 8.**

**Figura 4.- MORFOLOGIA DE CELULAS ROJAS CON ANEMIA.**



**Fuente:** Club de Informática Médica y Telemedicina (Universidad de Panamá). Eritrocitos maduros normales. Telmeds.org [publicada en línea]. 2009(05). [Citado 03 de Feb de 2011]. Disponible en: <http://www.telmeds.org/atlas/hematologia/serie-roja/ontogenia-de-serie-eritroide/eritrocitos-maduros-normales/>



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 9.

**Tabla 4.-PRUEBAS CONFIRMATORIAS PARA DEFICIENCIA DE HIERRO.**

**Valores de corte recomendados.**

<b>Edad</b>	<b>Ferremia* (<math>\mu\text{g/L}</math>)</b>	<b>Saturación de Transferrina* (%)</b>	<b>Ferritina Sérica (<math>\text{ng/mL}</math>)</b>
6 meses – 2 años	-	-	< 10
2 – 4 años	< 60	< 12	< 10
5 – 10 años	< 60	< 14	< 10
11 – 14 años	< 60	< 16	< 10
> 15 años	< 60	< 16	< 12

**Fuente:** Dallman, PR., y Cols., Iron deficiency and related nutritional anemias.

NOTA: \* No se recomiendan estas determinaciones antes de los 2 años de vida debido al amplio rango de distribución de los valores normales a esa edad.





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 10.

Tabla 5.-DIAGNÓSTICO DE LA FERROPENIA

<b>Marcadores Hematológicos</b>					
<b>Estado clínico</b>	<b>Hb (g/dl)</b>	<b>VCM (fL)</b>	<b>ADE (%)</b>		
Valor Normal*	>11	80 -100	<15		
Depleción de hierro	Normal	Normal	Normal		
Deficiencia de hierro sin anemia	Normal	Normal	Normal		
Anemia Ferropénica	<11	<70	>15		
<b>Marcadores Bioquímicos</b>					
<b>Estado clínico</b>	<b>Ferritina (µg/dl)</b>	<b>Hierro (µg/dl)</b>	<b>TIBC (µg/dl)</b>	<b>Sat. de Tf (%)</b>	<b>Receptor soluble de Tf (nm/L)</b>
Valor Normal*	100±60	115±50	330±30	35±15	<35
Depleción de hierro	<20	<115	360-390	<30	≥35
Def. de hierro sin anemia	10	<60	390-410	<20	≥35
Anemia Ferropénica	<10	<40	≥410	<10	≥35

**Fuente:** Fernández García, N., y Aguirrezabalaga González, B., Anemias en la infancia. Anemia ferropénica.

Hb: hemoglobina; VCM: volumen corpuscular medio; ADE: amplitud de distribución eritrocitaria.

\* En niños de 6 meses a 2 años.

Tf: transferrina; TIBC: capacidad total de fijación de hierro.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 11.

**Tabla 6.-DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LAS ANEMIAS MICROCÍTICAS  
HIPOCRÓMICAS.**

PRUEBA	ANEMIA FERROPÉNICA	B-TALASEMIA HETEROCIGOTA	ANEMIA CRÓNICA	ALFA TALASEMIA	ANEMIA SIDEROBLÁSTICA
Ferremia	D	N	N	N	A
TIBC*	A	N	N/D	N	N/D
Porcentaje de Saturación	D	N	N/D	N	A
Ferritina sérica	D	N	A	N	A
Protoporfirina eritrocitaria	A	N	N	N	N
Hemoglobina A <sub>2</sub>	N/D	A	N	N	N
Hemoglobina F	N	N/A	N	N	N
Hemosiderina en MO*	D	N	N/A	N	A
Prueba terapéutica	+	-	-	-	-

**Fuente:** Donato, H., y Col. Anemia ferropénica. Guía de diagnóstico y tratamiento.

\*MO: médula ósea.

\*TIBC: Capacidad Total de Fijación de Hierro

\* N: Normal; D: disminuido; A: aumentado



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**ANEXO 12.**

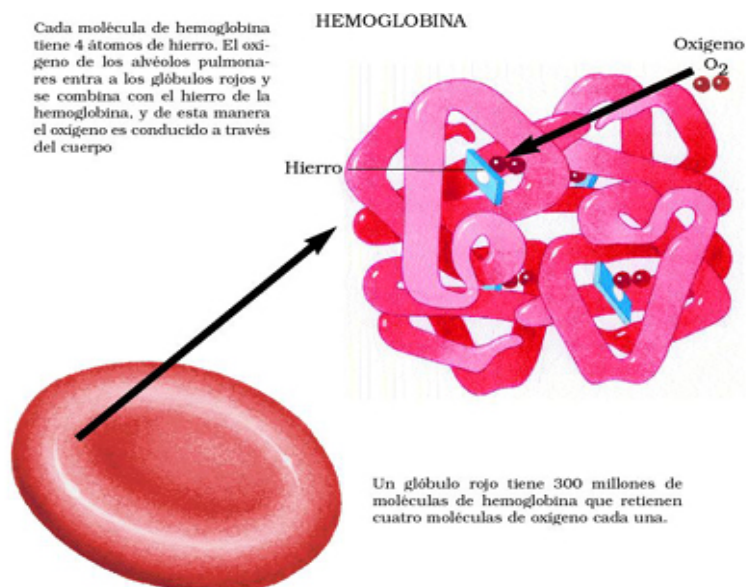
**Tabla 7.-VALORES REFERENCIALES DEL HEMOGRAMA PARA PACIENTES  
PEDIÁTRICOS SEGÚN LA OMS**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Rango Referencial</b>
<b>WBC</b>	$10^9/L$	5,0 – 13,0 x $10^9/L$
<b>RBC</b>	$10^{12}/L$	4,10 – 5,50 x $10^{12}/L$
<b>HGB</b>	g/dl	11 – 15 g/Dl
<b>HCT</b>	%	35- 43 %
<b>MCV</b>	fL	82 – 96 fL
<b>MCH</b>	Pg	28 – 32 pg
<b>MCHC</b>	g/dl	32 – 36 g/dL
<b>PLT</b>	$10^9/L$	150 – 400 x $10^9/L$
<b>RDW</b>	%	15

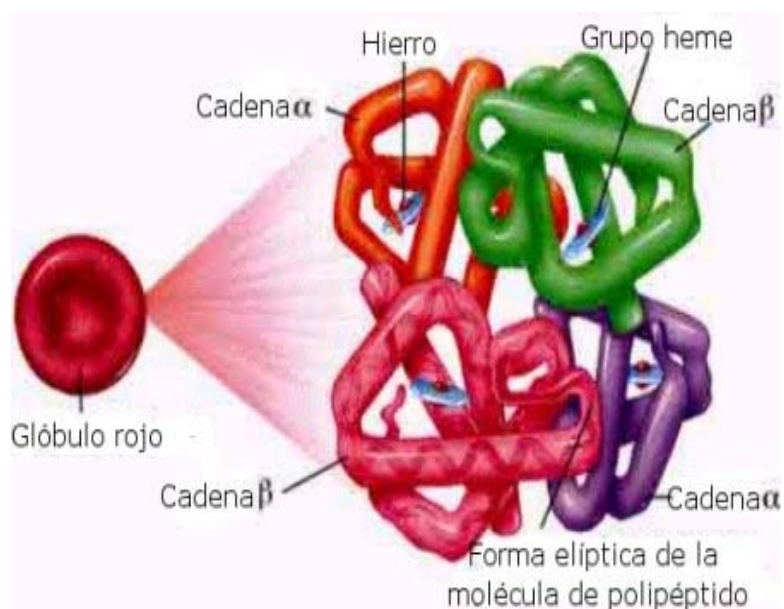


UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 13.

Figura 5.-ESTRUCTURA DE LA HEMOGLOBINA



Fuente: Revista Zona Medica, Anemia, Buenos Aires – Argentina 2006  
Disponible en: <http://www.zonamedica.com.ar/enfermedades/explorar/13/Anemia>



Fuente: Biometría Hemática. Estructura y Función de la Hemoglobina.  
Disponible en:  
[http://4.bp.blogspot.com/\\_c1pVRT7GG8/S79YHSYxYWI/AAAAAAAAAC0/nn5dk0I8hek/s1600/hemoglobina\\_estructura%5B1%5D.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_c1pVRT7GG8/S79YHSYxYWI/AAAAAAAAAC0/nn5dk0I8hek/s1600/hemoglobina_estructura%5B1%5D.jpg)



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 14.

Tabla 8.- INDICES ERITROCITARIOS DURANTE LA INFANCIA Y ADOLESCENCIA.

EDAD	VCM (fl)
Nacimiento	98 – 108
1 mes	85 – 104
2 meses	77 – 96
3 meses	74 – 91
6 meses – 2 años	70 – 78
2 – 6 años	75 – 81
6 – 12 años	77 – 86
12 – 18 años	78 – 88

Fuente: Dallman, PR., y Col., Iron deficiency and related nutritional anemias.

ANEXO 15.

Tabla 9.-REQUERIMIENTOS DIARIOS DE HIERRO

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
0-6 meses	0.27 (IA)*	0.27
7-12 meses	11	11
1-3 años	7	7
4-8 años	10	10
9-13 años	8	8
14-18 años	11	15
19-50 años	8	18
>50 años	8	8
Embarazo		27
Lactancia		9-10

Fuente: El Comité de Nutrición y Alimentos del Instituto de Medicina (Food and Nutrition Board at the Institute of Medicine)

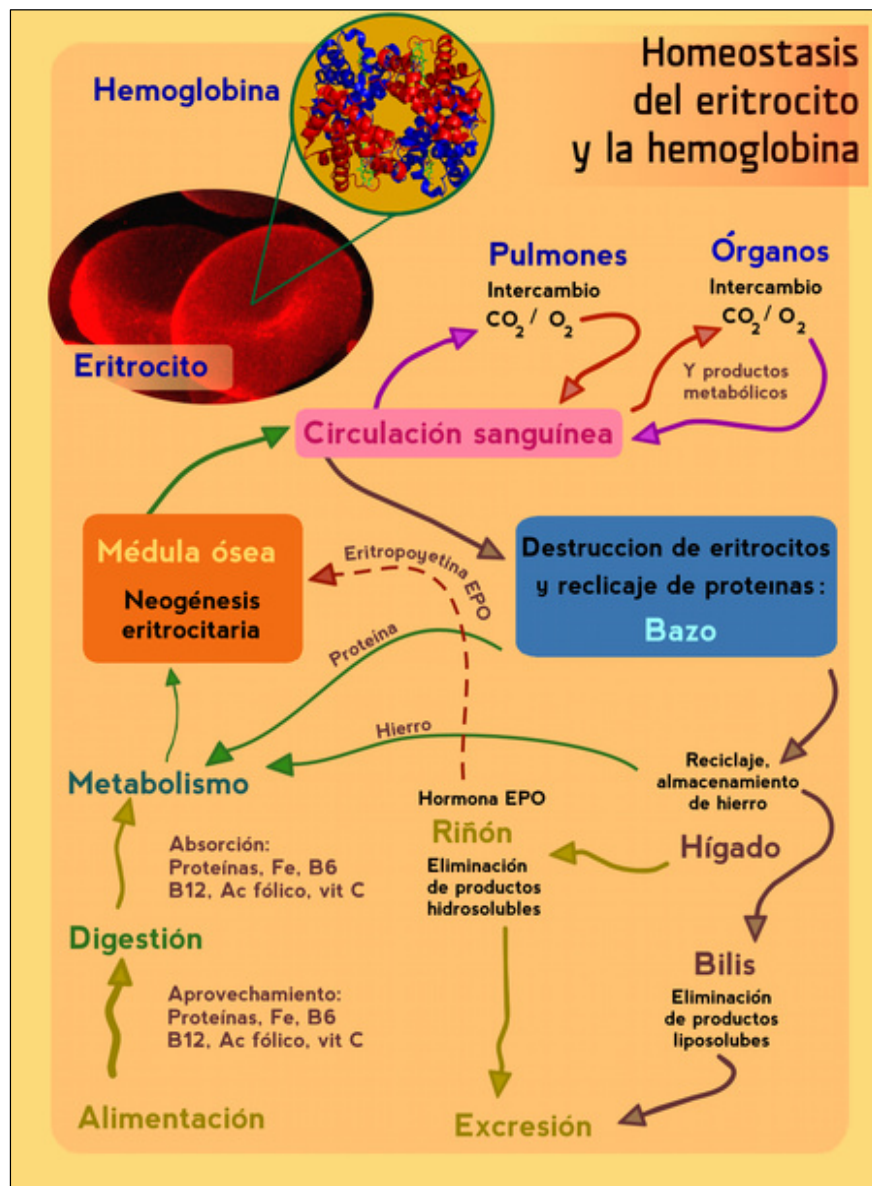
\* Los niños recién nacidos y en buen estado de salud cuentan con una reserva de hierro que dura entre 4 a 6 meses. Hasta el momento no existe evidencia disponible para establecer la dosis diaria recomendada desde nacimiento hasta los 6 meses de edad. La ingesta de hierro recomendada para bebés de hasta 6 meses se basa en la Ingesta Adecuada (IA) que refleja la ingesta promedio de hierro de bebés saludables que se alimentan con leche materna.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 16.

Figura 6.-FUNCIONES BIOQUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS DEL ERITROCITO

Transporte y depósito de oxígeno en los tejidos



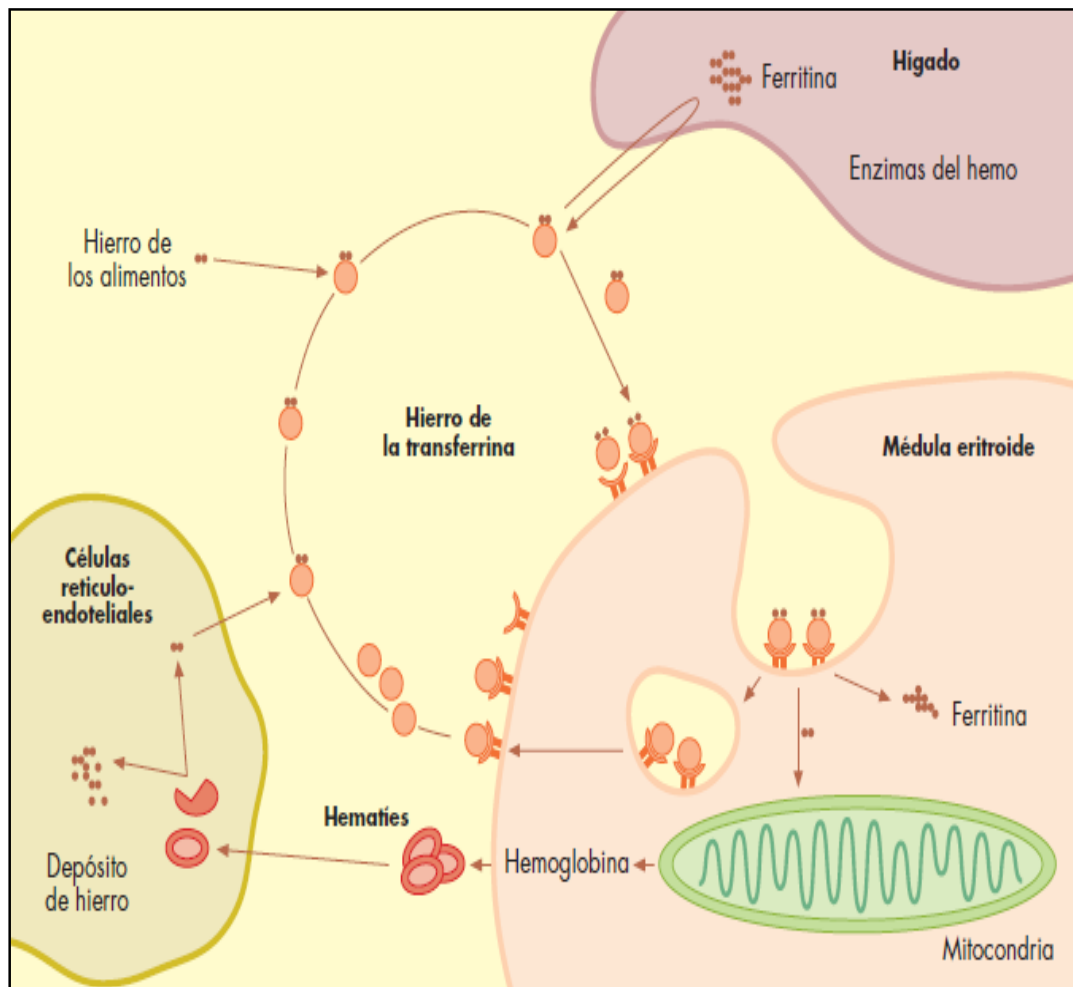
Fuente: disponible en:  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Homeostasis\\_deleritrocito\\_y\\_la\\_hemoglobina.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Homeostasis_deleritrocito_y_la_hemoglobina.jpg)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 17.

Figura 7.-CICLO METABÓLICO DEL HIERRO



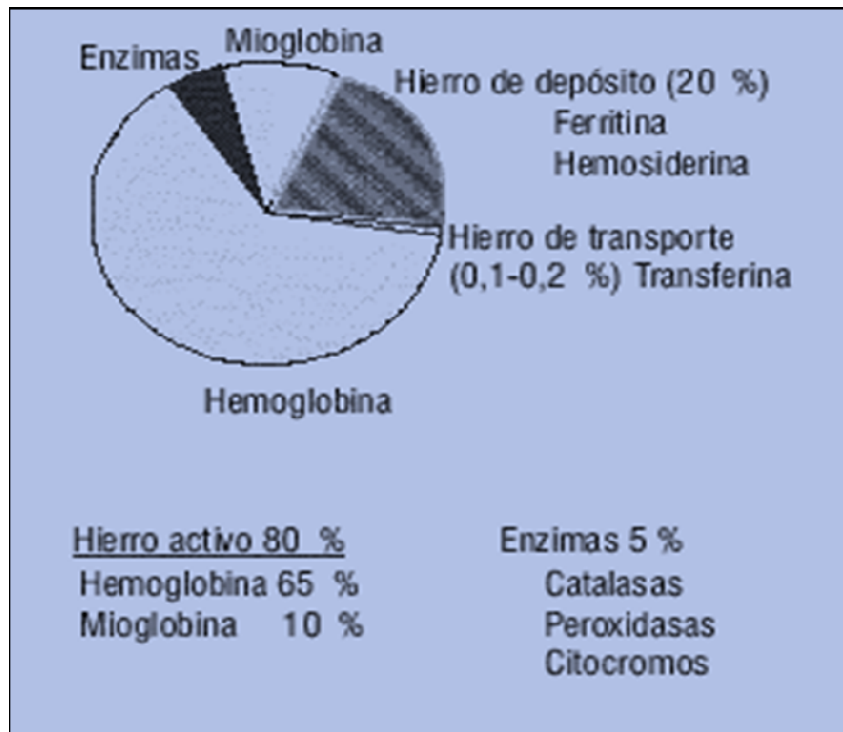
Fuente:R. Jiménez, E. Martos y M. Díaz, Revista DESDE EL LABORATORIO A LA CLÍNICA, Metabolismo del hierro Archivo PDF, 2005  
Disponible en: <http://www.apcontinuada.com/contenidos/pdf/v3n6a155pdf001.pdf>



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 18.

Figura 8.-DISTRIBUCION DEL HIERRO EN EL ORGANISMO



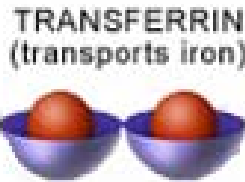
Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol16\\_3\\_00/f101300.gif](http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol16_3_00/f101300.gif)



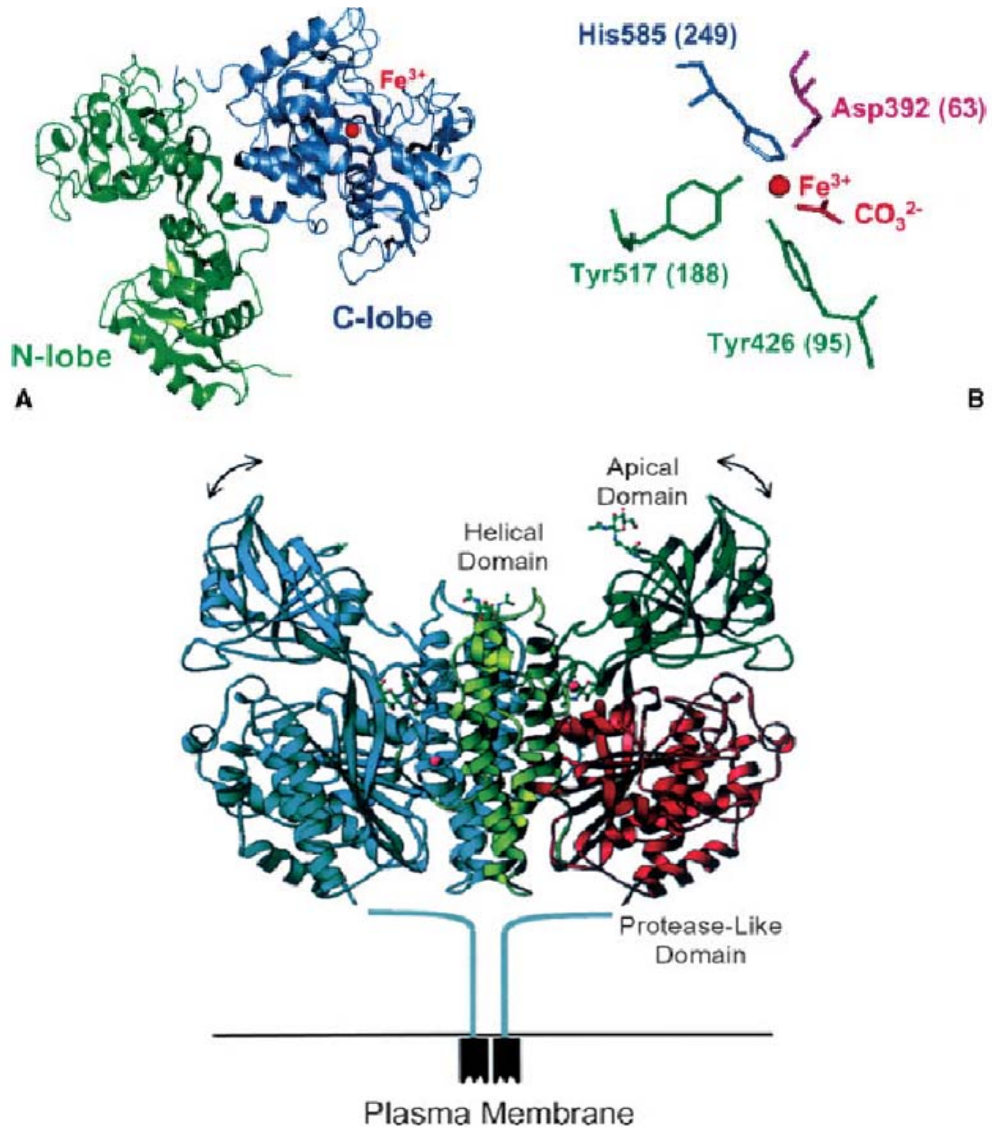


UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 19.

Figura 9.-ESTRUCTURA DE LA TRANSFERRINA



Fuente: Vaquero MP. Prevención de las deficiencias.  
Revista de Nutrición Práctica 1998; Capítulo 2, Pág. 15 – 21



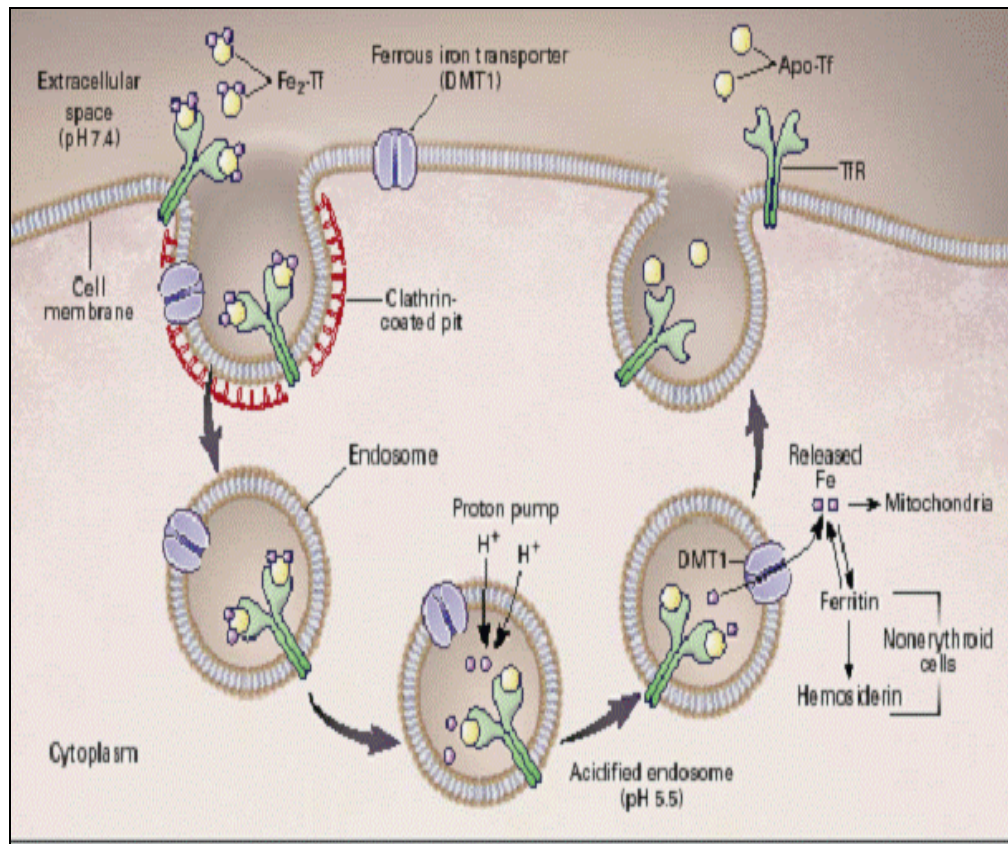
Fuente: Hongyan Li, Zhong Ming Qian, Medicinal Reviews,  
Transferrin/Transferrin Receptor-Mediated Drug Delivery, Vol 22, 2002.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 20.

Figura 10.-REGULACIÓN DE LA CAPTACIÓN DEL HIERRO.



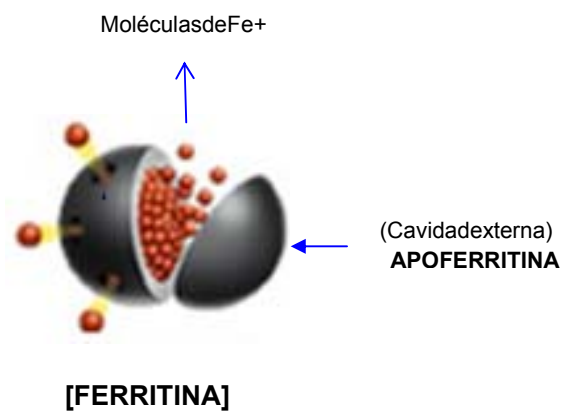
Fuente: Archivo PDF: Alteraciones del metabolismo del hierro, Navajas Aurora, Unidad de Hemato-Oncología Pediátrica. Disponible en: <http://www.avpap.org/documentos/alava2005/anav2.jpg&imgrefurl=>



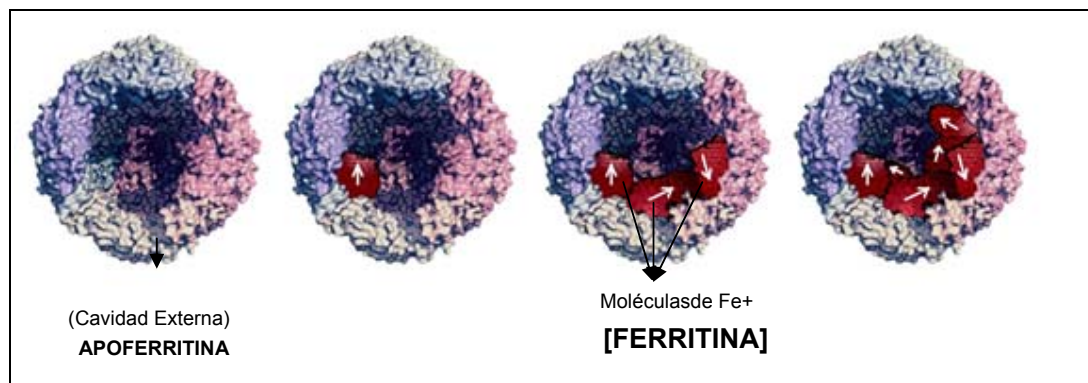
UNIVERSIDAD DE CUENCA

**ANEXO21.**

**Figura 11.- ESTRUCTURA DE LA FERRITINA**



**Fuente:** Vaquero MP. Prevención de las deficiencias. Revista de Nutrición Práctica 1998; Capítulo 2, Pág. 15 – 21



**Fuente:** Revista Nanotechnology, publicación investigadores aragoneses, pertenecientes al ICMA, 20. 12. 2010



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 22.

**Tabla 10.-VALORES DE LA INGESTA DIARIA RECOMENDADA DE HIERRO  
SEGÚN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN DEL IOM (INSTITUTE OF  
MEDICINE)**

<b>Categoría</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Hierro (mg/día)</b>
<b>Lactantes</b>	0,0 - 0,5	6	60	6
	0,5 - 1,0	9	71	10
<b>Niños</b>	1 – 3	13	90	7
	4 – 6	20	112	9
	7 – 10	28	132	10
<b>Embarazo</b>	1 <sup>er</sup> trimestre			30

Fuente: Licata M. El Hierro en la Nutrición. Revista Zonadiet.  
Disponible en: <http://www.zonadiet.com/nutricion/hierro.htm>



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**ANEXO 23.**

**Foto 1.- CONSERVACION DE LAS MUESTRAS**



**Foto 2.- TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS**





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 24.

Foto 3.- MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 25.

Foto 4.- TOMA DE MEDIDAS ANTROPOMETRICAS



\*Fotos tomadas con la autorización de los padres.




UNIVERSIDAD DE CUENCA

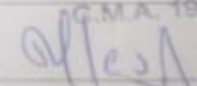
ANEXO 26.

Foto 5.- ORDEN EMITIDA POR LOS MEDICOS PEDIATRAS PARA LA REALIZACION DE LOS EXAMENES.


57

 **CLINICA HUMANITARIA**  
de la Fundación Pablo Jaramillo C.  
Av. Carlos Arango Vega y Av. de las Américas • Telfs.: 4093649 - 4093647

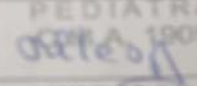
Dr. Dr. \_\_\_\_\_  
Por favor solicito efectuar los siguientes exámenes en el  
Paciente Carolina Navarro  
Sangre Estudio de anemias  
\_\_\_\_\_  
Orina \_\_\_\_\_  
Heces \_\_\_\_\_  
Rayos X \_\_\_\_\_  
Otras \_\_\_\_\_  
Fecha 18 - X - 2010

Dra. Sandra González A.  
PEDIATRA  
C.M.A. 1905  
  
Firma del Médico Solicitante

39

 **CLINICA HUMANITARIA**  
de la Fundación Pablo Jaramillo C.  
Av. Carlos Arango Vega y Av. de las Américas • Telfs.: 4093649 - 4093647

Dr. Dr. \_\_\_\_\_  
Por favor solicito efectuar los siguientes exámenes en el  
Paciente Jhon Quiñe  
Sangre Estudio de Anemias  
\_\_\_\_\_  
Orina \_\_\_\_\_  
Heces \_\_\_\_\_  
Rayos X \_\_\_\_\_  
Otras \_\_\_\_\_  
Fecha 15 - X - 2010

Dra. Sandra González A.  
PEDIATRA  
C.M.A. 1905  
  
Firma del Médico Solicitante





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 27.

Foto 6.- CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA TOMA DE MUESTRA.

**SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN**



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS  
ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA

Yo, PATRICIA FERNANDEZ en mi calidad de representante legal del niño ETHAN JOSHA FERNANDEZ, paciente de la Fundación Pablo Jaramillo Crespo, en forma voluntaria, declaro y autorizo a las Srtas. Leida Paulina Sánchez Saldaña y Graciela Maribel Zabala Romero estudiantes de Bioquímica y Farmacia identificadas con números de cédula 0105265599 y 0105291967 respectivamente, a realizar la investigación en la muestra de sangre de mi hijo(a), con la finalidad de que las mencionadas estudiantes puedan realizar estudios para su tesis previa a la obtención del Título de Bioquímico-Farmacéutico.

Eximo de cualquier responsabilidad a las Srtas. Leida Paulina Sánchez Saldaña y Graciela Maribel Zabala Romero.

Tengo conocimiento de que seré beneficiada con los resultados y que no tendrán costo alguno.

Para constancia firmo en la ciudad de Cuenca a los 8 días del mes de Noviembre del 2010

Firma 

CI 010533808-1



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 28.

Foto 7.- FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO POR LOS PADRES  
PREVIO A LA TOMA DE LA MUESTRA.





UNIVERSIDAD DE CUENCA

**ANEXO 29.**

**Foto 8.- ÁREA DE TOMA DE MUESTRA y PROCESO DE FLEBOTOMÍA**





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 30.

Foto 9.- PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 31.

**PRUEBA FOTOCOLORIMÉTRICA HIERRO SÉRICO (IRON liquicolor)**

**Contenido**

- RGT: Reactivo CAB 2 x 100 ml

CAB: 0,18mmol/L

CTMA: 2,2 mmol/L

Guanidina Cloruro: 2,6 mmol/L

Buffer acetato de sodio (pH 4,7): 45mmol/L

- STD Estándar: 5 ml de Estándar

Hierro (ionizado): 100 µg/dl



**Estabilidad de los Reactivos.**

Aun después de abierto RGT es estable hasta su fecha de caducidad cuando es almacenado de 2 a 25°C.

**Muestras**

- Suero
- No usar plasma con EDTA o con citrato, no usar suero hemolizado.



**NOTA:**

Las muestras lipémicas usualmente generan turbidez cuando se mezclan con el reactivo lo que causa resultados elevados falsos.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

La Prueba de IRON LIQUICOLOR evita resultados elevados falsos por medio del factor aclarante de lípidos (LCF). Durante la incubación, el LCF aclara totalmente la turbidez causada por muestras lipémicas.

### Ensayo

- Longitud de onda: 620nm
- Paso de Luz: 1cm
- Temperatura: 20 – 25°C
- Medición: Frente a blanco de reactivo.

### Procedimiento

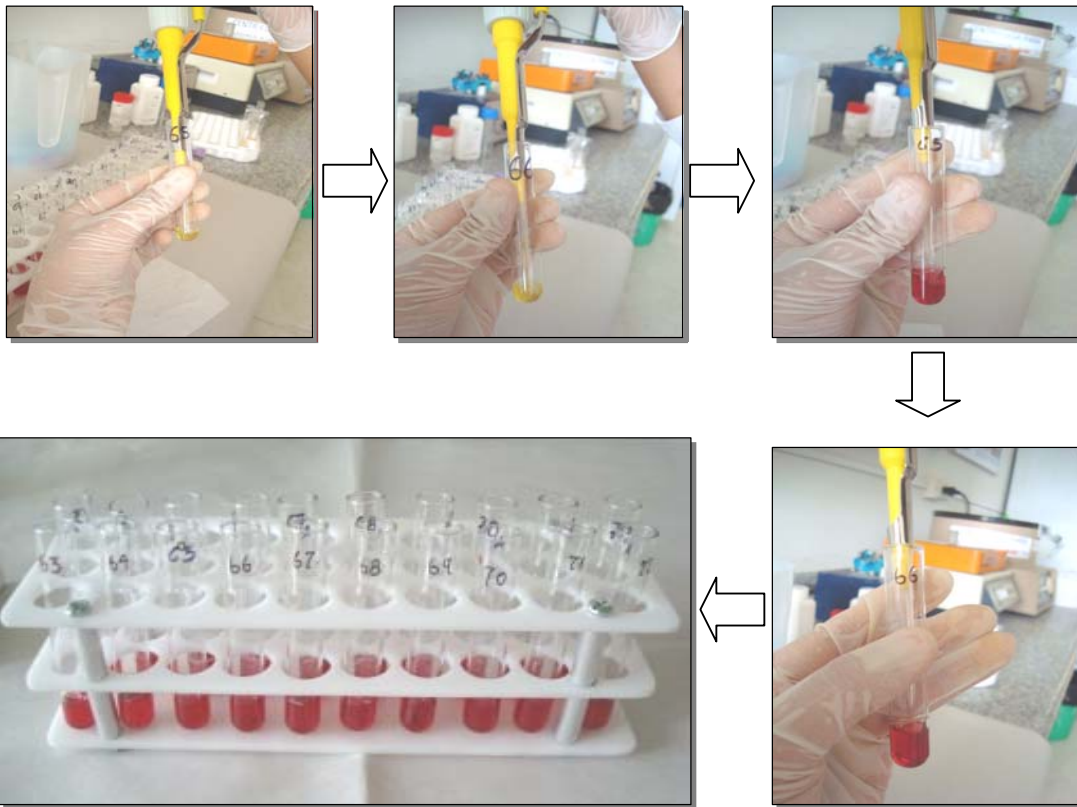
1. El ensayo se realiza de la siguiente forma:

Reactivos	Blanco	Muestra	Estándar
Suero	-	50µl	-
Estándar (STD)	-	-	50µl
Agua destilada	50µl	-	-
Reactivo (RGT)	1000µl	1000µl	1000µl





UNIVERSIDAD DE CUENCA



2. Homogenizar.

3. Incubar por 15 minutos a una temperatura de 20 a 25°C.





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

4. Leer la absorbancia de la muestra ( $\Delta A_{\text{muestra}}$ ) y del estándar ( $\Delta A_{\text{STD}}$ ) frente al blanco de reactivo antes de 60 minutos a una longitud de onda de 620nm.



5. Los resultados se obtienen aplicando las siguientes fórmulas:

### Cálculos:

$$\text{Hierro } (\mu\text{g/dl}) = 830 \times \Delta A_{\text{muestra}}$$

### Valores de Referencia:

Hombres: 59- 148  $\mu\text{g/dL}$

Mujeres: 37-145  $\mu\text{g/dL}$





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 32.

**CAPACIDAD TOTAL DE FIJACION DE HIERRO (TIBC)**

**Contenido**

- FE: 1x 100ml Solución de Hierro  
Cloruro de Hierro (III) 0,09mmol/L
- ALOX: 2 x 25g Oxido de Aluminio  
Una cucharadita para medir el óxido de  
aluminio



**Estabilidad de Reactivos**

Los reactivos son estables hasta su fecha de caducidad cuando se almacenan de 15 a 25°C.



**Muestra**

- Suero
- No usar EDTA y plasma con citrato
- Evitar Hemolisis
- Estabilidad en suero: 7 días a 4° C  
ó 4 días a 15 – 25°C



**PROCEDIMIENTO**

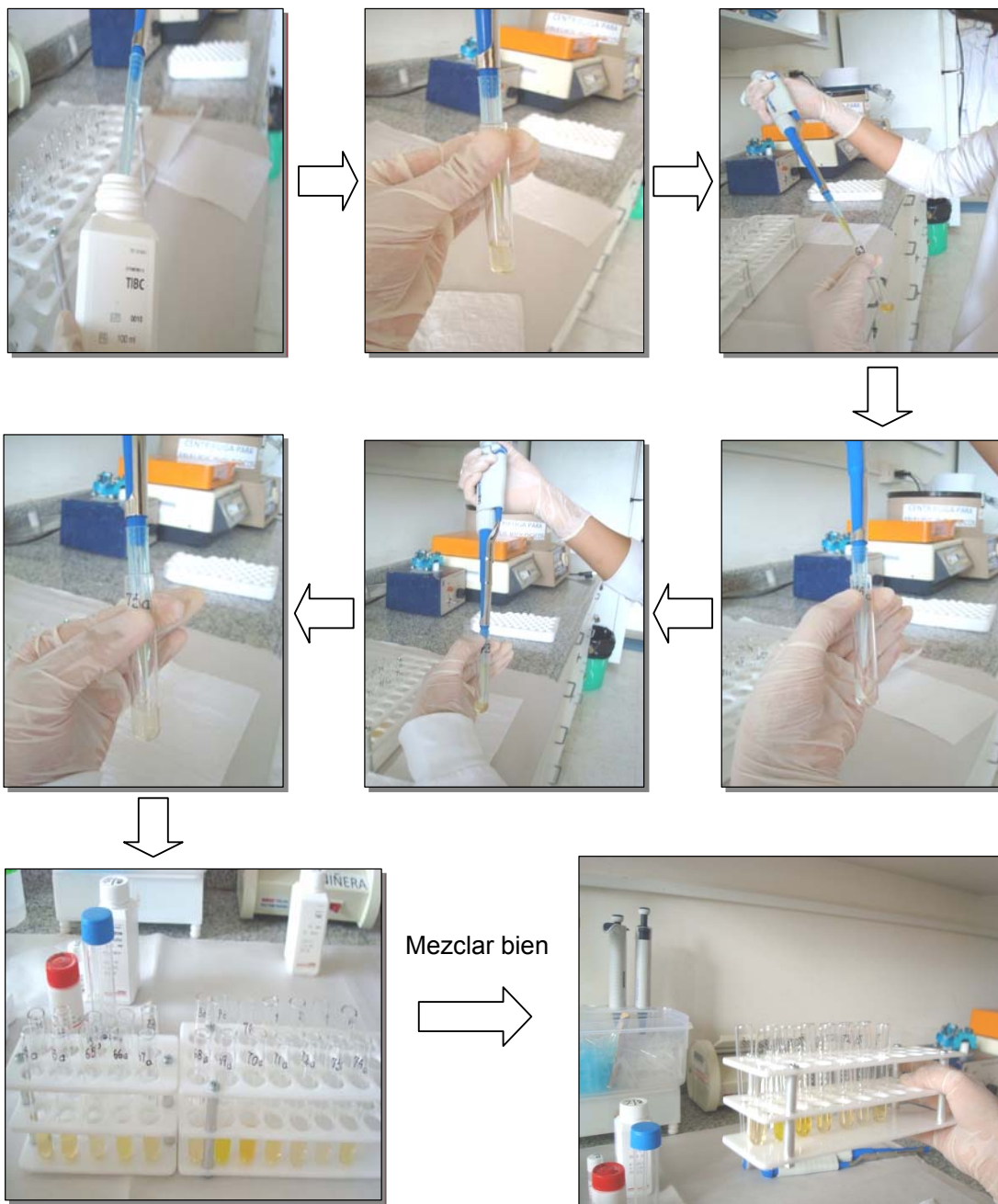


## UNIVERSIDAD DE CUENCA

### Preparación de la muestra

- Etiquetar 2 tubos de ensayo, para los reactivos y las muestras.
- Colocar los diferentes reactivos en los tubos como se indica en el siguiente cuadro.

Solución de Hierro	FE	1 ml
Muestra		0.5 ml



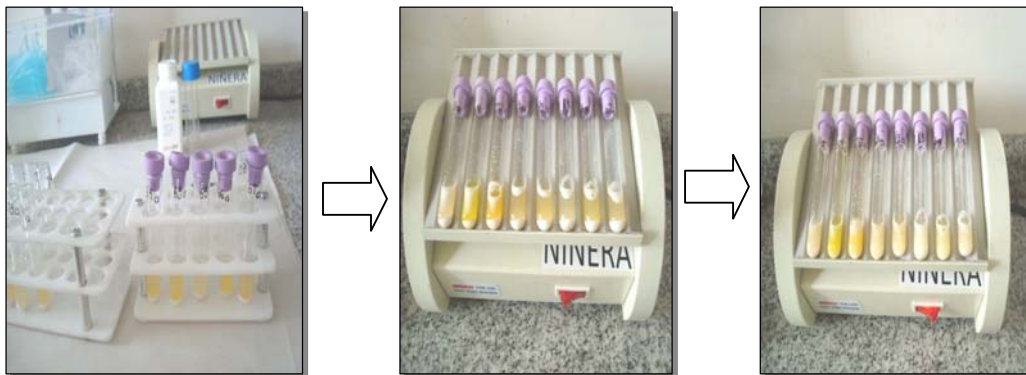


## UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Después de 3 – 5 minutos adicionar una cucharadita (aproximadamente 0,25 - 0,35g) de óxido de aluminio (ALOX).



- Tapar y poner en un rotador o mezclar el tubo por 10 minutos.



- Remover los tubos y dejar reposar por 3 minutos en posición vertical o centrifugar por 1 minuto a 5000 rpm. Remover la tapa antes de centrifugar.

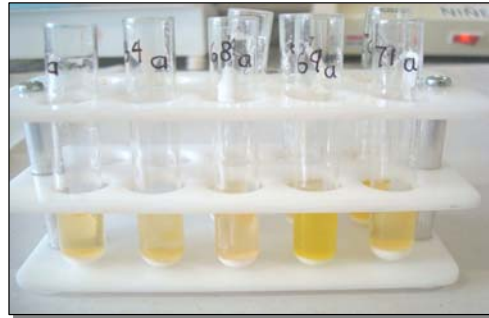




## UNIVERSIDAD DE CUENCA

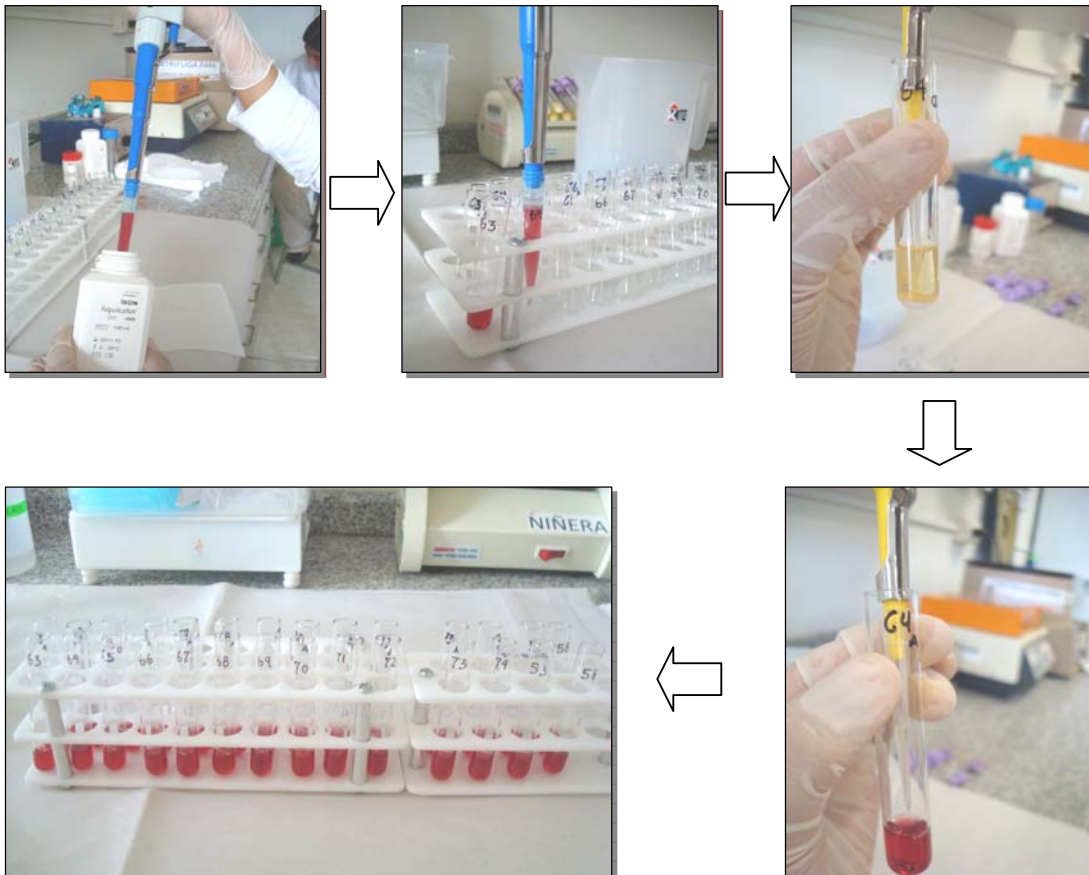
### Condiciones de lectura

- Usar el sobrenadante obtenido del procedimiento anterior como la muestra



- Pipetear en cubetas.

Cubetas	Reactivo	Muestra
Muestra	-----	50 $\mu$ l
Agua destilada	50 $\mu$ l	-----
RGT (Reactivo IRON liquicolor)	1000 $\mu$ l	1000 $\mu$ l





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Mezclar bien e Incubar por 15 minutos a 20 – 25°C



- Leer la absorbancia a 620nm de la muestra y el estándar frente al blanco de reactivo antes de 60 minutos



### Cálculos:

Para calcular la capacidad total de fijación de hierro (CFH total), multiplicar el resultado de la determinación de hierro en el sobrenadante por el factor de dilución 3.

$$C (\text{hierro } \mu\text{g/dl}) = \Delta A_{\text{muestra}} \times 830$$

$$\text{CFH total} = C (\text{hierro}) \times 3$$

### Valores de referencia

CFH total: 274 – 385 ug/dl

### NOTA:

- Adherencia de polvo en los tubos de reacción no interfiere con la prueba.
- Se recomienda el empleo de tubos plásticos.
- Centrifugar mejora la reproducibilidad.





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 33.

Foto 10.- LECTURAS DEL ESPECTROFOTOMETRO

N. MUESTRA	ID LABOR.	PACIENTE	EDAD	LECTURAS $P = 0,131$					RESULTADOS		% Saturación	OBSERVACIONES
				1	2	3	4	5	HIERRO	CFH TOTAL		
75	20	Flavia Fernanda Paigua	1a	1	0.023	1a	0.158	30.71	393.42	7.8%		
				2	0.025	2a	0.158					
				3	0.038	3a	0.157					
				4	0.038	4a	0.154					
				5	0.027	5a	0.158					
76	26	Flavina Ordóñez	1a 10m	1	0.048	1a	0.162	39.84	403.38	9.8%		
				2	0.048	2a	0.162					
				3	0.041	3a	0.162					
				4	0.041	4a	0.161					
				5	0.041	5a	0.161					
77	28	Dana Guillén	2a 3m	1	0.045	1a	0.191	37.35	465.63	8.02%		
				2	0.041	2a	0.190					
				3	0.040	3a	0.190					
				4	0.040	4a	0.190					
				5	0.033	5a	0.190					
78	31	Nataly Amadoro	5a	1	0.022	1a	0.202	18.26	502.88	3.6%		
				2	0.021	2a	0.202					
				3	0.021	3a	0.201					
				4	0.021	4a	0.201					
				5	0.020	5a	0.200					
79	33	Mateo Jácome	3a	1	0.084	1a	0.193	72.21	380.57	15%		
				2	0.086	2a	0.192					
				3	0.065	3a	0.191					
				4	0.084	4a	0.191					
				5	0.084	5a	0.191					

ANEXO 34.

REPORTE DE RESULTADOS

N. MUESTRA	ID LABOR.	PACIENTE	EDAD	LECTURAS					RESULTADOS		% Saturación	OBSERVACIONES
				1	2	3	4	5	HIERRO	CFH TOTAL		
90	30	Juliana Camposano	3a	1	0.130	1a	0.136	107.9	338.64	31.8%		
				2	0.129	2a	0.136					
				3	0.129	3a	0.134					
				4	0.129	4a	0.135					
				5	0.128	5a	0.134					
91	4	Ademario Tenocara Novacho	2a	1	0.113	1a	0.146	98.77	363.54	27.1%		
				2	0.118	2a	0.145					
				3	0.117	3a	0.143					
				4	0.117	4a	0.143					
				5	0.116	5a	0.143					
92	14	Daniela Capelo	3a 8m	1	0.026	1a	0.184	29.88	458.16	6.5%	Analizar	
				2	0.036	2a	0.183					
				3	0.037	3a	0.183					
				4	0.037	4a	0.183					
				5	0.037	5a	0.183					
93	26	Gabriela Montalván	5a	1	0.059	1a	0.149	48.97	558.56	13.6%		
				2	0.060	2a	0.142					
				3	0.059	3a	0.144					
				4	0.059	4a	0.140					
				5	0.058	5a	0.140					
94	31	David Lopez	2a 5m	1	0.046	1a	0.150	38.18	403.5	10.2%		
				2	0.046	2a	0.150					
				3	0.046	3a	0.150					
				4	0.046	4a	0.150					
				5	0.046	5a	0.150					



UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS  
ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA

Fecha: 19 de Octubre de 2010

Medico Solicitante: Dr. Remigio Patiño

Nombre del Paciente: Doménica Ortega

Edad: 5 años

Sexo: femenino

Peso: 17Kg

Talla: 105cm

<b>Parámetros</b>	<b>Resultado</b>	<b>Rango Referencial</b>
Hierro	49.01 µg/dL	M: 59–148; F: 37–145 µg/dL
Capacidad Total de Fijación de Hierro (CTFH)	280,04 µg/dL	CTFH total: 274 – 385 µg/dL
Porcentaje de Saturación de Transferrina	17,5 %	15 - 25 %

**Tesistas:**

---

Paulina Sánchez

---

Maribel Zabala

**Revisado y Controlado por:**

---

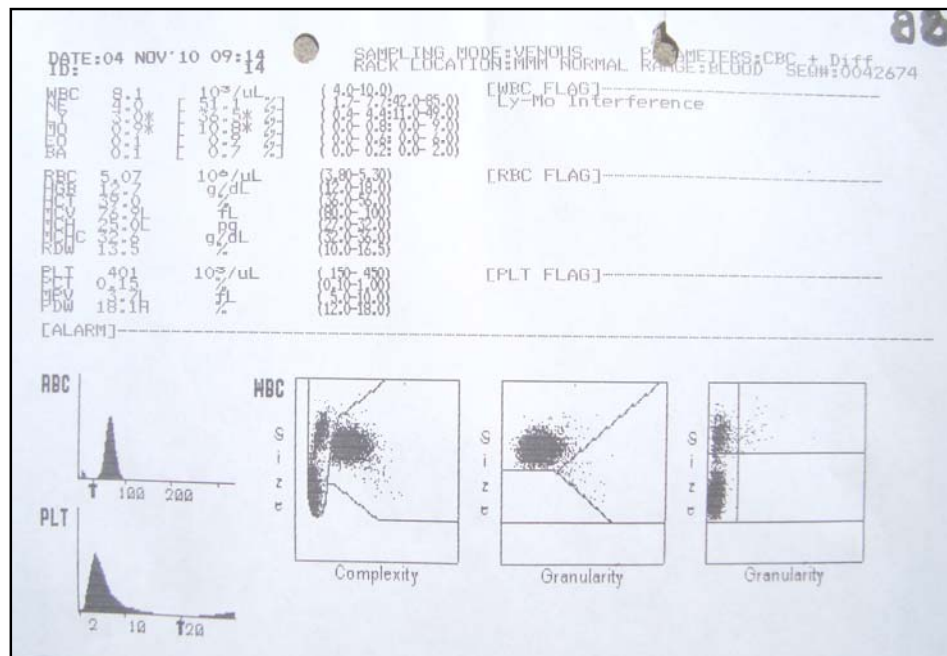
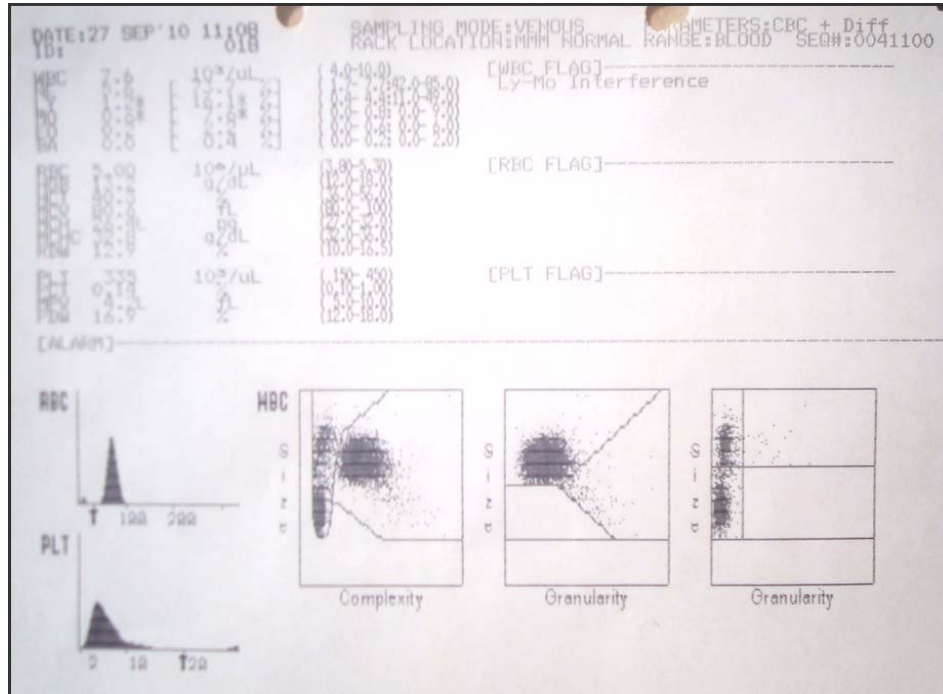
Dra. Zulma Zamora B.  
Bioquímica Farmacéutica  
Directora de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 34<sup>a</sup>.

Foto 11.- REPORTE DE HEMOGRAMA







UNIVERSIDAD DE CUENCA

**ANEXO 35.**

**Foto 12.- ENTREGA DE RESULTADOS A LOS PACIENTES**





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 36.

Foto 13.- ENTREGA DE RESULTADOS A LOS MÉDICOS PEDIATRAS DE LA FUNDACIÓN





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ANEXO 37

CUADRO GENERAL DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA POBLACIÓN ESTUDIADA.

Tabla 23. Cuadro Hemático Básico y Parámetros Bioquímicos determinados en la Población Infantil estudiada

VARIABLES			PESO (kg)	TALLA (cm)	HEMOGLOBINA (g/dL)	HEMATOCRITO (%)	G. ROJOS (10 <sup>12</sup> /L)	VCM (fl)	HbCM (pg)	CHbCM (g/dL)	RDW (%)	HIERRO (µg/dL)	CTFH (µg/dL)	% DE SATURACIÓN
VALORES DE REFERENCIA					1-3a: 10-15 3-5a: 11-15	32 - 45	4.00 - 5.5	80 - 100	28 - 32	32 - 36	12-15	H: 59-148 M: 37-145	274-385	15-25
PTE	EDAD	SEXO												
1	1a3m	M	13	80	12,5	39	4,84	81	26	32	12,7	68,26	351,09	19,00
2	1a2m	F	12	79	11,4	34,5	4,26	81	27	33	13,3	44,74	288,8	15,40
3	5a	M	20	105	13,2	40,3	5	80,6	26,4	32,8	12,9	84,66	306,27	27,60
4	1a2m	M	8,95	73	9,1	32	4,22	76	22	28	15,9	49,8	343,62	14,40
5	1a3m	M	8,7	71	9,8	30	3,9	76	25	32	15,6	29	246,51	11,70
6	3a	F	16	85	12,8	39,7	4,9	81	26,1	32,2	12	49,7	319	16
7	2a	M	13	82	11,3	35,9	4,37	82	26	31,1	14,5	62,17	333,66	18,60
8	1a9m	M	12	79	12,7	40	4,97	80,4	26	32	13	63,6	381,09	16,60
9	2a8m	M	14	88	11,9	37,8	4,72	80	25,2	31,4	13,2	64,78	251,49	25,7
10	3a1m	M	13	90	10,9	35,3	4,5	78,4	24,2	31	13,4	34,86	425,79	8,10
11	5a	F	22	110	12,5	36,8	4,58	80,3	27,3	34	12,8	39,01	239,04	16,30
12	2a	M	13	81	11,7	37,3	4,68	80	25	31,3	13,2	68,08	316,5	21,50
13	1a3m	F	11	75	11,3	34,8	4,29	81	26,3	32,4	12,6	62,33	351,09	17,70
14	3a2m	M	13,1	91	10,6	31,2	4,17	75	25	32	12,7	38,18	400,85	9,50
15	2a9m	M	14,5	88	11,8	36,8	4,48	82,1	26,3	32	14	77,19	358,56	21,50
16	4a	M	14,5	98	10,2	30	3,9	76	26	31	13	39,01	398,4	9,70
17	1a5m	M	12	80	11,8	39	4,83	81	24,4	30,2	11,9	65,46	346,11	18,90
18	3a	M	15	90	12,6	40,1	5	80,2	25,2	31,4	13,6	86	316,05	27,00
19	2a1m	F	12	82	11,8	33,8	4,13	82	28,5	34	14	34,89	385,24	9,06
20	4a1m	F	18	95	13,7	43,4	5,43	80	25,2	31,6	13	57,27	346,11	16,55
21	4a6m	M	19	100	13	43	4,34	99	29,9	30,2	13,4	99,6	346,11	28,78



UNIVERSIDAD DE CUENCA

VARIABLES			PESO (kg)	TALLA (cm)	HEMOGLOBINA (g/dL)	HEMATOCRITO (%)	G. ROJOS (10 <sup>12</sup> /L)	VCM (fl)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	RDW (%)	HIERRO (µg/dL)	CTFH (µg/dL)	% DE SATURACIÓN
VALORES DE REFERENCIA					1-3a: 10-15 3-5a: 11-15	32 - 45	4.00 - 5.5	80 - 100	28 - 32	32 - 36	12-15	H: 59-148 M: 37-145	274-385	15-25
PTE	EDAD	SEXO												
22	4a8m	M	20	103	12,9	39,3	4,84	81,1	27	33	12,5	66,4	351,09	18,91
23	2a	M	10,8	80	11,5	38	4,23	89,8	27	30,2	13,2	58,06	388,44	14,95
24	1a3m	M	11	75	11,7	38,2	4,57	84	26	31	13,5	67,35	388,24	17,35
25	4a6m	F	19	100	11,8	39	3,93	99,2	30	30,2	13	78,85	328,68	23,99
26	3a	F	13,5	84	11,8	35,5	4,45	80	27	33,2	13	76,36	427,84	17,85
27	1a10m	M	10,9	80	9,5	32,8	4,21	77,9	22,5	28	13,5	38,18	395,91	9,64
28	5a	F	19,5	105	11,8	35,6	4,04	88,1	29,2	33,1	11,9	34,21	386,08	8,86
29	5a	F	22	108	13,6	43	5,16	83,3	26,4	32	12,6	63,08	322,9	19,54
30	2a6m	M	14	85	11,2	34,6	4,25	81	26	32,4	13,4	64,27	346,11	18,57
31	1a7m	F	9,9	78	9,8	30,6	4,11	74,5	23,8	32	13,9	16,6	288,84	5,75
32	1a7m	F	11	75	10,7	32,2	3,88	83	27,6	33,2	13	43,56	390,77	11,15
33	4a	M	19	100	13,1	39,1	4,91	80	27	34	12,6	139,44	313,74	44,44
34	1a7m	F	13	82	10,9	36	3,63	99,1	30	30,2	14,5	39,52	268,92	14,70
35	2a2m	M	14	86	10,8	35,1	4,26	82,4	25,4	31	12,6	67,35	244,02	27,60
36	1a7m	M	10,8	77	9,9	32,6	4,16	78	23,7	30	14,1	15,77	358,56	4,40
37	2a	F	13	83	11,6	35,3	4,43	80	26	33	13	96,28	288,84	33,33
38	1a	M	11	78	9,3	30	3,87	77,5	24	31	14	11,62	445,71	2,61
39	1a	M	11	75	10,9	33	3,93	84	28	33	14,3	79,05	387,92	20,38
40	2a10m	M	14	87	10,8	33,2	4,12	81	26	33	13,6	92,13	253,98	36,27
41	2a8m	M	14	85	12,2	41,5	5,02	82,6	24,3	29,3	14,6	70,88	347,4	20,40
42	1a	M	7,75	67	10	33,4	4,35	77	22,9	30	14	46,2	325,37	14,20
43	5a	M	21,5	105	13,5	43,8	5,29	83	26	31	14	107,82	380,85	28,31
44	5a	M	20	104	11,9	39	4,73	82,4	25,1	31	13,1	75,53	343,34	22,00
45	5a	M	25	112	13,6	41,2	5,14	80,2	26,5	33	13	76,56	318,39	24,05
46	5a	M	24	110	13,3	40,8	5,03	81,1	26,4	32,6	12,8	112,05	390,93	28,66
47	4a	M	18	94	11,6	34,8	4,19	83,1	27,6	33,3	13,3	68,02	360,65	18,86
48	4a	F	16	93	12,2	40,9	4,85	84,3	25,2	30	12,7	65,57	335,35	19,55



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

VARIABLES			PESO (kg)	TALLA (cm)	HEMOGLOBINA (g/dL)	HEMATOCRITO (%)	G. ROJOS (10 <sup>12</sup> /L)	VCM (fl)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	RDW (%)	HIERRO (µg/dL)	CTFH (µg/dL)	% DE SATURACIÓN
VALORES DE REFERENCIA														
PTE	EDAD	SEXO			1-3a: 10-15 3-5a: 11-15	32 - 45	4.00 - 5.5	80 - 100	28 - 32	32 - 36	12-15	H: 59-148 M: 37-145	274-385	15-25
49	4a	M	12	93	10,9	34	4,39	77,4	25	32	13,3	18,26	276,39	6,61
50	4a	M	18	96	13,3	40	4,44	90	29,8	33,1	12,4	87,98	323,7	27,18
51	5a	F	21	105	13	39,8	4,75	83,8	27,4	32,7	12,4	89,36	370,61	24,11
52	1a	M	10,5	77	9,2	28,7	3,68	78	25	32,1	15,7	14,94	144,42	10,34
53	1a	M	7,4	71,5	9,9	33,1	5,19	63,8	19	30	13,9	26,56	253,98	10,46
54	3a	M	15	89	11,1	34,7	4,14	83,8	26,8	32	13,1	166	206,67	80,32
55	2a	M	13	83	11,5	38	3,83	99,2	30	30,2	14,8	68,97	388,44	17,76
56	2a6m	M	14	86	11,9	37	4,55	81,3	26,1	32,1	13,5	70,55	194,22	36,32
57	3a5m	F	15	90	12,3	34	3,43	99,1	34,3	35	14	43,99	181,77	24,20
58	1a	F	9	73	9,7	32,4	4,82	67,2	20,3	30,2	14,7	11,62	298,8	3,89
59	4a5m	M	15	87	12,1	40	4,04	99	29,9	30,25	12,5	94,62	316,23	29,92
60	5a	F	22	106	13,3	43	5,28	81,4	25,2	31,3	12,5	59,76	321,21	18,60
61	4a	M	15	90	12,7	40,4	5	81	25,4	31,4	12,9	112,72	306,27	36,80
62	3a	M	13	85	12,2	37,9	4,62	82	26,3	32,1	12,9	89,52	286,35	31,26
63	5a	M	25	111	12,6	38,7	4,81	80,5	26,2	32,6	12,3	65,57	375,99	17,44
64	4a	F	14	93	10,4	33,4	4,5	74,2	23,1	31,1	13,6	31,06	388,6	7,99
65	5a	M	23	107	12,3	40,6	4,11	90	29,9	33	12,9	95,45	371,01	25,73
66	2a	M	12	80	11,2	33	4,09	81	27,1	34	13,6	67,11	363,54	18,46
67	1a	M	9,5	73	9,8	31,3	4,43	70,7	22,1	31,3	15,8	17,43	361,05	4,83
68	5a	F	24	106	12,2	38,3	4,68	81,8	26,1	31,9	12,7	45,65	388,44	11,75
69	3a7m	F	16	92	12,7	42	4,24	99	29,9	30,2	12,5	84,86	298,4	28,44
70	3a	F	15	86	12,6	34,2	4,12	83	31	36	13,3	46,67	251,49	18,56
71	5a	F	21,5	106	14	44	5,39	82	26	32	12,6	87,15	398,4	21,88
72	2a3m	F	13	83	11,2	37	4,43	83	26	30,2	13,5	44,8	326,19	13,73
73	1a3m	M	9,4	77	10	30	3,93	76	25,5	33	13,6	15,77	256,47	6,15
74	2a5m	F	9,5	79	9,7	30,1	4,23	71,2	22,9	32,2	13,7	29,13	328,68	8,86



UNIVERSIDAD DE CUENCA

VARIABLES			PESO (kg)	TALLA (cm)	HEMOGLOBINA (g/dL)	HEMATOCRITO (%)	G. ROJOS (10 <sup>12</sup> /L)	VCM (fl)	HBCM (pg)	CHBCM (g/dL)	RDW (%)	HIERRO (µg/dL)	CTFH (µg/dL)	% DE SATURACIÓN
VALORES DE REFERENCIA														
PTE	EDAD	SEXO			1-3a: 10-15 3-5a: 11-15	32 - 45	4.00 - 5.5	80 - 100	28 - 32	32 - 36	12-15	H: 59-148 M: 37-145	274-385	15-25
75	1a	F	6,42	64	9,8	32,9	4,24	77,5	23	29,7	14,4	30,71	393,42	7,81
76	1a10m	F	12	83	12,5	40,9	5,1	80	24,5	31,3	14,9	39,84	315,38	12,63
77	4a	F	15	90	12,5	37,7	4,69	80,4	26,7	33,2	12,5	49,35	365,63	13,50
78	1a2m	M	9,5	77	8,9	28,3	4,14	68,4	21,5	31,4	15,3	18,26	502,98	3,63
79	4a	F	15,7	95	14,4	45	5,46	83	26	32	12,2	72,21	480,57	15,03
80	2a3m	F	14	84	11,4	33,6	4,17	80,5	27,3	31,1	14,1	32,66	401,25	8,14
81	4a10m	M	15,5	104	9	28,6	3,63	78,8	24,8	31,5	12,8	47,27	308,76	15,31
82	2a	F	13	82	13	43	5,34	81	25	30,2	12,5	97,11	383,46	25,32
83	1a	F	10	73	13,3	37	4,1	90,2	32	35	12,8	53,12	316,23	16,80
84	1a7m	F	11	77	11,7	36,9	4,6	80,7	25,4	31,7	16,1	119,52	443,22	26,97
85	3a	M	14	84	13,2	39,4	4,93	80,4	27	34	13,1	63,91	316,23	20,21
86	2a3m	F	10,9	82	9,9	30	3,83	78	25,8	33	14,2	28,96	368,64	7,86
87	2a	M	11	82	8,7	30,6	5,52	55,4	15,8	28,4	14,4	37,35	473,1	7,89
88	2a4m	F	13	82	12,7	39	4,9	80	26	32,6	13,5	107,07	356,07	30,07
89	2a3m	M	13	82	11,7	36,4	4,34	83	26,9	32,1	13,5	96,28	353,58	27,23
90	3a	F	16	93	12,7	42	4,24	99	29,9	30,2	13,5	97,9	338,64	28,91
91	2a	F	13	83	11,7	35,9	4,33	82	26,8	32,6	13,2	98,77	363,54	27,17
92	3a8m	F	14,5	98	10,3	32,1	4,04	79	25	31	13,3	29,88	458,16	6,52
93	5a	F	15,5	98	12,4	38,6	4,81	80,2	25,8	32,1	12,3	33,97	386	8,80
94	2a5m	M	12	87	9,7	29,7	4,02	73,8	24	32	13	38,18	373,5	10,22
95	4a	F	16	93	13,6	45	4,54	99,1	29,9	30,2	14	108,56	385,95	28,13
96	1a6m	F	11	69	11,5	36	4,47	81	25,7	32	13,3	40,71	358,08	11,37
97	5a	F	18,5	105	11,7	35,5	4,43	80,1	26,4	33	13,2	35,11	388,44	9,04
98	3a	F	14	84	11,9	37	4,45	83	26,7	32,6	13,1	91,3	388,44	23,50
99	4a	F	17	95	12,6	40,3	4,88	82	26	33	12,7	39,18	286,35	13,68
100	1a4m	F	12	71	12,6	38	4,22	90	29,8	33,1	13	99,6	400,89	2,84