



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA ÁREA DE LA SALUD HUMANA

## CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

“DETERMINACIÓN DE HIERRO, Y SU RELACIÓN CON LOS VALORES HEMATIMÉTRICOS COMO INDICADORES DE ANEMIA FERROPÉNICA EN NIÑOS DE PRIMERO, SEGUNDO, SEXTO Y SÉPTIMO AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA “DR. ÉDISON CALLE LOAIZA” DE LA CIUDAD DE LOJA”

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE LICENCIADA DE  
LABORATORIO CLÍNICO.

**Autora:**

Melina Alexandra Chuncho Morocho

**Directora:**

Lic. Carmen Alejandra Ullauri González, Mg, Sc.

LOJA – ECUADOR

2015



## CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN

Loja, julio de 2015

Lic. Carmen Alejandra Ullauri González, Mg, Sc.

**DIRECTORA DE TESIS**

**CERTIFICA:**

Que la presente tesis titulada "DETERMINACIÓN DE HIERRO Y SU RELACIÓN CON LOS VALORES HEMATIMÉTRICOS COMO INDICADORES DE ANEMIA FERROPÉNICA EN NIÑOS DE PRIMERO, SEGUNDO, SEXTO Y SÉPTIMO AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA "DR. EDISON CALLE LOAIZA" DE LA CIUDAD DE LOJA" presentado por la estudiante, Melina Alexandra Chuncho Morocho, previo a optar el grado de Licenciada en Laboratorio Clínico, ha sido orientada bajo mi dirección, cumpliendo con los requisitos, académicos para su aprobación.

Lic. Carmen Alejandra Ullauri González, Mg, Sc.

**DIRECTORA DE TESIS**

## AUTORÍA

Yo Melina Alexandra Chuncho Morocho, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.



.....  
Autora: Melina Alexandra Chuncho Morocho.

## CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS

Yo Melina Alexandra Chuncho Morocho declaro ser autor(a) de la tesis titulada: "DETERMINACIÓN DE HIERRO Y SU RELACIÓN CON LOS VALORES HEMATIMÉTRICOS COMO INDICADORES DE ANEMIA FERROPÉNICA EN NIÑOS DE PRIMERO, SEGUNDO, SEXTO Y SÉPTIMO AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA "DR. EDISON CALLE LOAIZA" DE LA CIUDAD DE LOJA como requisito para optar al grado de: Licenciada en Laboratorio Clínico: autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en Repositorio Digital Institucional:

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 17 días del mes de julio del dos mil quince, firma del autor.

Firma.

**Autora:** Melina Alexandra Chuncho Morocho.

**Cédula:** 1104497886

**Dirección:** Daniel Álvarez Burneo

**Correo Electrónico:** myli\_1586hotmail.com

**Teléfono:** 072585492

**Celular:** 0995526118

**Directora de Tesis:** Lic. Carmen Alejandra Ullauri González. Mg. Sc

**Tribunal de grado:**

Dra. Maricela del Rosario López Morocho, Mg. Sc. (Presidenta).

Dra. Mariela Alexandra Idrovo Vallejo, Mg, Sc. (vocal)

Dra. Paola Mercedes Benítez Castrillón, Mg, Sc. (vocal)

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar un trabajo tan arduo es un verdadero placer utilizar este espacio para ser justa y consecuente con aquellas personas que estuvieron en el transcurso de mi vida apoyándome y expresar mis agradecimientos.

Debo agradecer a Dios por las bendiciones brindadas durante el lapso de mi vida, de manera especial a la Universidad Nacional de Loja, al Área de la Salud Humana, a los Docentes de la Carrera de Laboratorio Clínico, por crear en mí una profesional con formación científica, técnica y ética.

Al personal que trabaja en el Laboratorio Clínico “Médicos” en especial al Dr. Rommel Torres por la colaboración brindada y por permitirme desarrollar la presente investigación.

Mi gratitud a la Lic. Emma Flores y Lic. Carmen Ullauri G. Mg. Sc. por su colaboración y ayuda constante quienes con su experiencia supieron asesorarme y guiarme en la realización, dirección y revisión del trabajo de investigación aquí expuesta.

Finalmente a mis familiares en especial a mi esposo e hijos por su apoyo, amor brindado, a mis amigos y a todas las personas que fueron participe en la realización del presente trabajo investigativo.

A todos y cada uno que me apoyaron. Muchas gracias

Melina Alexandra Chuncho Morocho.

## DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico con todo mi amor y cariño.

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi esposo Carlos Enrique, por la paciencia y comprensión, por ayudarme a cumplir mi sueño. Por su bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor, gracias por estar siempre a mi lado.

A mis hijos Denissita y Felipito que han sido los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo y mis ganas de buscarles lo mejor para ellos. Aún en su corta edad, me han enseñado las cosas maravillosas de esta vida. Son la razón de mi vida y gracias por ser la motivación más grande para poder concluir con éxito este proyecto de tesis

Para mis padres Guillermo y María Rosario por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Carlos, Jack y Juan Carlos por estar siempre presentes, en todo y cada momento de mi vida.

A mis familiares en especial mi tía Rosa Morocho que me brindó mucho amor y a mi tío Vicente que desde el cielo me cuida. Le llevo siempre en mi memoria y recuerdos.

## ÍNDICE

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PAGINA</b>
Carátula	i
Certificación del docente director	ii
Autoría	iii
Carta de autorización de tesis	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Titulo	7
1. Resumen	8
Summary.	9
2. Introducción	10
3. Revisión de literatura	14
3.1. Hierro y su metabolismo	14
3.1.1. Definición	14
3.1.2. Absorción	14
3.1.3. Transporte del hierro	14
3.1.4. Depósito del hierro	15
3.1.5. Excreción del hierro	16
3.2. Índices Eritrocitarios	16
3.3. Anemias	18
3.3.1. Anemia ferropénica	18
3.4. Diagnóstico por laboratorio	19
3.4.1. Método automatizado de hierro	19
3.4.1.1. Utilidad clínica	20
3.4.2. Interpretación de los resultados	20
3.5. Hemograma	20
3.5.1. Determinación automática del hemograma	20
3.5.1.1. Utilidad clínica	21
3.5.1.2. Interpretación de resultados	21
3.6. Otros exámenes que son de ayuda diagnostica	23
3.6.1. Ferritina	23

3.6.1.1. Utilidad clínica	23
3.6.2. Transferrina	23
3.6.2.1. Utilidad clínica	24
3.6.3. Índice de saturación de transferrina	24
3.6.3.1. Utilidad clínica.	25
4. Materiales y métodos	26
4.1. Tipo de estudio	26
4.2. Área de estudio	26
4.3. Criterios de inclusión y exclusión	26
4.4. Métodos, técnicas y procedimientos.	27
5. Resultados	29
6. Discusión	34
7. Conclusiones	37
8. Recomendaciones	38
9. Bibliografía.	30
10. Anexos	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Determinación de los valores de hierro, en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica de la escuela “Dr. Edison Calle Loaiza” de la ciudad de Loja.	29
Figura 2. Valores hematimétricos como indicador de anemia ferropénica encontrados en los niños de la escuela “Dr. Edison Calle Loaiza” a partir de los valores de Hemoglobina, Hematocrito y Glóbulos Rojos.	30
Figura 3. Relación de los valores disminuidos de hierro y valores hematimétricos	32

## Índice de Tablas

Tabla 1. Valores de hierro, en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica de la Escuela “Dr. Edison Calle Loaiza” de la Ciudad de Loja.	29
---	----

Tabla 2.	Cálculo de valores hematimétricos como indicador de anemia ferropénica encontrado en los niños de la escuela “Dr. Edison Calle Loaiza” a partir de los valores de hemoglobina, hematocrito, y glóbulos rojos.	30
Tabla 3.	Correlacionar los valores de hierro con los valores hematimétricos como indicadores de anemia ferropénica.	32

## ANEXOS

DESCRIPCIÓN	PAGINA
Anexo 1. Solicitud de permiso al Dr. Romel Torres director del laboratorio clínico médico.	45
Anexo 2. Solicitud de permiso a la directora de la escuela “Dr. Édison Calle Loaiza”.	46
Anexo 3. Certificado de aval de haber realizado de la charla a los padres de familia de los niños que acuden a la escuela Dr. Edison Calle Loaiza	47
Anexo 4. Certificado de entrega de los resultados obtenidos a los padres de familia de los niños que acuden a la escuela Dr. Edison Calle Loaiza	48
Anexo 5. Consentimiento informado a los padres de los niños que acuden a la escuela “Dr. Édison Calle Loaiza”	49
Anexo 6. Protocolo en extracción sanguínea de sangre.	50
Anexo 7. Protocolo de transporte de muestras	52
Anexo 8. Método de biometría hemática en el equipo de Sysmex, xs- 1000i	53
Anexo 9. Técnica de hierro de cobas	54
Anexo 10. Procedimientos para los índices eritrocitarios	56
Anexo 11. Hoja de registro de los resultados obtenidos.	57
Anexo 12. Resultado de los análisis.	60
Anexo 13. Registro de datos de pruebas bioquímicas.	61
Anexo 14. Registro fotográfico.	62

**Determinación de hierro, y su relación con los valores hematimétricos como indicadores de anemia ferropénica en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de educación básica de la Escuela “Dr. Edison Calle Loaiza” de la ciudad de Loja**

## 1. RESUMEN

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos: determinar los valores de hierro, en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica de la escuela “Dr. Edison Calle Loaiza” de la ciudad de Loja; calcular los valores hematimétricos como indicador de anemia ferropénica en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica de la escuela “Dr. Edison Calle Loaiza” a partir de los valores de Hemoglobina, Hematocrito, y Glóbulos Rojos; correlacionar los valores de hierro con los valores hematimétricos como indicadores de anemia ferropénica; brindar una charla educativa sobre la anemia causada por la deficiencia de hierro en los niños escolares y sus consecuencias en el rendimiento físico y mental con relación a los resultados obtenidos; y difundir los resultados de la presente investigación a los padres de familia de los niños que participaron en el estudio. La muestra la constituyeron 60 niños de un universo de 180, de quienes se tomó muestras de sangre. Para realizar análisis de hierro, hematocrito (Hto), hemoglobina (Hb), glóbulos rojos, volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular medio (CHM), y concentración de hemoglobina corpuscular medio (CHCM). Los análisis fueron realizados a través de dos métodos analíticos: Citometría de flujo fluorescente y Ferrozine sin desproteización. Los resultados fueron: 17 % de los niños se encontraban con valores de hierro disminuidos; 15 %, 18.3 %, 1.7 %, 8.3 % y 3.3 %, disminuidos en hematocrito ( Hto), hemoglobina (Hb), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular medio (CHM), y concentración de hemoglobina corpuscular medio (CHCM), respectivamente; con respecto a la correlación se estableció que el 17 % de la población de niños de estudio tiene niveles de hierro disminuidos , dentro de este grupo el 10 % tiene VCM disminuido, el 50 %, 20 % tienen CHM y CHCM, disminuidos, respectivamente, de lo que se concluye que un bajo % de niños que formaron parte de este estudio, tienen problemas de deficiencia de hierro, Hto, Hb, VCM, CHM, CHCH.

**Palabras Claves:** *niños escolares, anemia ferropénica, biometría hemática, hierro*

## SUMMARY.

In this research, the following objectives were formulated: determine the iron values in children in the first, second, sixth and seventh grades of primary school at Edison Calle Loaiza, Loja, EC; calculate the values of hematimetric as an indicator of iron deficiency anemia from Hemoglobin values, Hematocrit and RBC of in children in the first, second, sixth and seventh years of primary school Edison Calle Loaiza; correlate iron values with blood parameters as indicators of iron deficiency anemia; provide an educational talk about anemia caused by iron deficiency in schoolchildren and the consequences on the physical and mental performance in relationship to the results. In order to meet the objectives, a sample of 60 out of 180 children was taken. A laboratory analysis of iron, hematocrit (Hct), hemoglobin (Hb), red blood cells, mean corpuscular volume (MCV) was made. Mean corpuscular hemoglobin (CHM), and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) analyses were performed using two analytical methods: Fluorescent flow cytometry and Ferrozine without deproteinization. The results found that 17% of the children were iron deficient; 15%, 18.3%, 1.7%, 8.3% and 3.3% showed a decrease in hematocrit (Hct), hemoglobin (Hb), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (CHM). Regarding the correlation was established that 17% of the child population, it has low of iron and within this group 10% have VCM decreased, and 50%, 20% have CHM and MCHC decreased respectively. The children who were studied were found to have problems of iron deficiency, Hct, Hb, MCV, and MCHC CHM, all showed a low percentage compared to normal levels of iron in the blood.

**Key words:** school children, iron deficiency anemia, CBC, iron.

## 2. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que la anemia ferropénica posee una alta prevalencia a nivel mundial y que una de las poblaciones de riesgo son los niños, en los cuales se ha demostrado las consecuencias severas que se desarrollan, resulta importante realizar estudios epidemiológicos que determinen su prevalencia conjuntamente con el estado nutricional pues son dos elementos que guardan estrecha relación, esto, como un primer paso para la prevención y atención oportuna (Betancourt W.J. & Muñoz M.A. 2010).

En declaración conjunta de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), a la anemia, se define como la concentración de hemoglobina por debajo de los valores límite establecidos es un problema de salud pública generalizado que tiene consecuencias de gran alcance para la salud humana y para el desarrollo social y económico. A pesar de que los cálculos de la prevalencia de la anemia varían mucho y a menudo no hay datos exactos, puede suponerse que en regiones de pocos recursos una proporción considerable de niños de corta edad y de mujeres en edad fértil padecen anemia (OMS y UNICEF., 2013).

La anemia por déficit de hierro constituye el 90% de las anemias de la infancia, siendo en la mayoría de los casos leve o moderada. El grupo más afectado por la deficiencia de hierro son los niños, porque se encuentran en un período de crecimiento y desarrollo rápido. Si no se corrige dicha deficiencia esta produce anemia ferropénica, la cual se asocia con alteraciones en el desarrollo, debilidades mentales y de coordinación física y en niños en edad escolar conduce a alteraciones en el rendimiento escolar (Mendoza LP., 2002.).

Según la Fundación del Niño Desnutrido (1999) “Casi un 80% de las familias venezolanas están en condiciones de pobreza y más alarmante aún, la gran mayoría de nuestros niños se encuentran desnutridos” (Estado nutricional., 2004).

Además, en estudios realizados en diferentes regiones de Venezuela, han mostrado la prevalencia de anemia. En la zona sur de Valencia, estado Carabobo, Del Real et al. (2007) realizaron un estudio en 151 niños de edad preescolar de estrato socioeconómico bajo de un jardín de infancia público encontrando 25,9% de anemia. Barón et al. (2007) en la misma ciudad de Valencia, estado Carabobo, hicieron un estudio sobre el estado nutricional del hierro en niños de edad preescolar, primera y segunda etapa de educación básica y encontraron que 69,2% de la muestra presentó valores de ferritina sérica por debajo del valor de referencia, indicativo de deficiencia de hierro, el 16,2% de los niños fueron anémicos para el momento del estudio y 11,0% habían alcanzado la última etapa de la deficiencia de hierro, como lo es la anemia ferropénica. De los 87 niños de edad preescolar evaluados, 67 presentaron deficiencia de hierro y 20 presentaron anemia (Betancourt W.J. & Muñoz M.A. 2010).

En el Ecuador la anemia se va incrementando cada vez mas según el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, el 58% de niños de edad escolar tienen anemia por deficiencia de hierro , muestran que estos niños tiene rendimiento bajo en las pruebas de inteligencias y desarrollo metal en comparación con niños que no son los anémicos su desarrollo lingüista también puede retrasarse con frecuencias estos niños también tienen el lapso de atención más breve y además podrían tener dificultar para caminar y mantener el equilibrio en comparación con niños cuya nutrición es adecuada dadas las repercusiones que tiene tanto las anemias en quienes los presenta (Unigarro A. 2010).

Según cifras del Ministerio de Inclusión Social y Económica, MIES, en la provincia de Loja, a través de los Centros Infantiles del Buen Vivir, en 2010, logró reducir los índices de anemia en la provincia de Loja del 64,1 al 38,5 % en niñas y niños menores de cinco años de edad (Castillo, C. 2013).

Para el diagnóstico diferencial en laboratorio se realizan biometría hemática y la determinación de valores hematimétricos que sin lugar a dudas es el primer paso; dado que numerosos trastornos se acompañan de alteraciones en las

células sanguíneas por lo cual es importante hacer la relación entre los niveles de hierro y los valores hematimétricos.

Para una mejor estimación de las anemias, Wintrobe ideó una serie de parámetros llamados índices hematimétricos los cuales son volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración media de hemoglobina corpuscular, éstos se calculan una vez conocidos los valores del hematocrito, concentración de hemoglobina y recuento eritrocitarios (Betancourt W.J. & Muñoz M.A. 2010).

Los índices hematimétricos son útiles para una orientación inicial para el estudio de las anemias (Universidad de Buenos Aires. 2012).

Además, de acuerdo a los índices hematimétricos, el recuento absoluto de reticulocitos y a la presencia de otras citopenias se sugiere el uso de un algoritmo orientativo. Los índices hematimétricos y el recuento absoluto de reticulocitos nos permiten realizar una clasificación morfológica de las anemias (Aixalá, N. et al.,2010).

Siendo la anemia por deficiencia de hierro un trastorno frecuente en los niños, para el proyecto de investigación se consideró, su edad preescolar (1<sup>ro</sup>, 2<sup>do</sup>), etapa de inicio académico y edad escolar (6<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>), etapa escolar de conclusión, de la Escuela “Dr. Édison Calle de la ciudad de Loja, cuyos objetivos específicos fueron los siguientes: determinar los valores de hierro, en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica; calcular los valores de hematimétricos como indicador de anemia ferropénica en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica, a partir de los valores de Hemoglobina, Hematocrito, y Glóbulos Rojos; correlacionar los valores de hierro con los valores hematimétricos como indicadores de anemia ferropénica; brindar una charla educativa sobre la anemia causada por la deficiencia de hierro en los niños escolares y sus consecuencias en el rendimiento físico y mental con relación a los resultados obtenidos; y, difundir los resultados de la presente investigación a los padres de familia de los niños que participaron en el estudio.

Para el análisis de las muestras de sangre de los niños, motivo de estudio, se utilizaron los métodos analíticos: Citometría de flujo fluorescente y Ferrozine sin desproteinización

Como resultados se obtuvo que de 60 niños, el 17 % se encontraban con hierro disminuido, es decir con deficiencia de hierro; 15 %, disminuido en hematocrito (Hto), 18.3 % disminuido en hemoglobina (Hb), 1,7 % disminuido en volumen corpuscular media(VCM), 8,3 % disminuido en hemoglobina corpuscular medio (CHM) y 3,3 % ,disminuidos en concentración de hemoglobina corpuscular medio(CHCM). Con respecto a la correlación se estable que el 17 % de la población de niños de estudio tiene niveles de hierro disminuido respecto a los valores de referencia, dentro de este grupo el 10 % tiene un VCM disminuido, el 50 %, 20 % tienen CHM y CHCM, disminuidos, respectivamente.

Para el cumplimiento de los dos objetivos restantes de la investigación se organizó y ejecutó una charla sobre los resultados obtenidos, dirigido a los padres de familia de la Escuela Dr. Édison Calle Laoyza, así como la entrega de documentos sobre los análisis de laboratorio donde se especificaba los niveles de: Hto, Hb, VCM, CHM y CHCM.

### **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1. HIERRO Y SU METABOLISMO**

##### **3.1.1. DEFINICIÓN**

El hierro es un oligoelemento mineral necesario para una amplia variedad de funciones biológicas, desde el transporte de oxígeno y la oxidación mitocondrial hasta la síntesis de dopamina y ácido desoxirribonucleico (DNA). Aunque el hierro ferroso, soluble, estaba ampliamente disponible cuando las primeras formas de vida se desarrollan, buena parte del abundante hierro presente en la tierra se ha oxidado desde entonces a una forma férrica, debido al oxígeno atmosférico. Múltiples proteínas del organismo precisan de una captación de hierro suficiente y apropiado para cubrir las necesidades celulares y del organismo. Pero además, las proteínas responsables de su transporte y secuestro deben captarlo para evitar que el hierro en estado libre reaccione con especies de oxígeno generado los dañinos radicales libres (Muñoz A. & Molina A. 2003).

##### **3.1.2. ABSORCIÓN**

En un individuo normal, las necesidades diarias de hierro son muy bajas en comparación con el hierro circulante, por lo que sólo se absorbe una pequeña proporción del total ingerido. Esta proporción varía de acuerdo con la cantidad y el tipo de hierro presente en los alimentos, el estado de los depósitos corporales del mineral, las necesidades, la actividad eritropoyética y una serie de factores lumbales e intralumbales que interfieren o facilitan la absorción. La absorción depende en primer lugar del tipo de compuesto de hierro presente en la dieta, en dependencia de lo cual van a existir dos formas diferentes de absorción: la del hierro hemo y la del hierro inorgánico (Forrellat M. et al 2000).

##### **3.1.3. TRANSPORTE DEL HIERRO**

El hierro es transportado por la transferrina, que es una glicoproteína de aproximadamente 80 kilodalton (kDa) de peso molecular, sintetizada en el

hígado, que posee 2 dominios homólogos de unión para el hierro férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Esta proteína toma el hierro liberado por los macrófagos producto de la destrucción de los glóbulos rojos o el procedente de la mucosa intestinal, se ocupa de transportarlo y hacerlo disponible a todos los tejidos que lo requieren. Se le denomina apotransferrina a la proteína que no contiene hierro, transferrina monoférrica cuando contiene un átomo de hierro y diférrica cuando contiene 2 átomos. Cuando todos los sitios de transporte están ocupados se habla de transferrina saturada y se corresponde con alrededor de 1,41  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de transferrina. En condiciones fisiológicas, la concentración de transferrina excede la capacidad de unión necesaria, por lo que alrededor de dos tercios de los sitios de unión están desocupados. En el caso de que toda la transferrina esté saturada, el hierro que se absorbe no es fijado y se deposita en el hígado. La vida media normal de la molécula de transferrina es de 8 a 10 días, aunque el hierro que transporta tiene un ciclo más rápido, con un recambio de 60 a 90 minutos como promedio. 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 (Forrellat M. et al 2000).

#### **3.1.4. DEPÓSITO DEL HIERRO**

El exceso de hierro se deposita intracelularmente como ferritina y hemosiderina, fundamentalmente en el bazo, el hígado y la médula ósea. Cada molécula de ferritina puede contener hasta 4.500 átomos de hierro, aunque normalmente tiene alrededor de 2.500, almacenados como cristales de hidróxido fosfato férrico. La molécula de apoferritina es un heteropolímero de 24 subunidades de 2 tipos diferentes: L (ligeras 22-22 kDa) y H (pesadas 22-24KDa) con un peso molecular de 20 kilodalton (kDa) cada una, formadas por 4 cadenas helicoidales. Las variaciones en el contenido de subunidades que componen la molécula determinan la existencia de diferentes isoferritinas, las que se dividen en 2 grandes grupos: isoferritinas ácidas (ricas en cadenas H) localizadas en el corazón, los glóbulos rojos, los linfocitos y los monocitos, y las isoferritinas básicas (ricas en cadenas L) predominantes en el hígado, bazo, placenta y granulocitos (Forrellat M. et al 2000).

### 3.1.5. EXCRECIÓN DEL HIERRO

La capacidad de excreción de hierro del organismo es muy limitada. Las pérdidas diarias de hierro son de 0.9-1.5 mg/día (0.013 mg/kg/día) en los hombres adultos. De éstos, 0.35 mg se pierden en la materia fecal, a través de la mucosa intestinal (ferritina), 0.10 mg, en la bilis, 0.20 mg, vías urinarias 0.08 mg y 0.20 mg por descamación cutánea (Forrellat M. et al 2000).

Las mujeres en edad fértil están expuestas a una depleción adicional de hierro a través de las pérdidas menstruales que incrementan los niveles de excreción diarios a 1.6 mg/día como mínimo. Los cambios en los depósitos de hierro del organismo provocan variaciones limitadas en la excreción de hierro, que van desde 0,5 mg/día en la deficiencia de hierro a 1.5 mg/día en individuos con sobrecarga de hierro. Aunque hay pocos estudios en lactantes y niños, se plantea que en éstos las pérdidas gastrointestinales pueden ser mayores que en los adultos. Algunos investigadores plantean que las pérdidas promedio son de aproximadamente 2 mg/día en los lactantes y de 5 mg/día en los niños de 6 a 11 años de edad. Otras causas importantes de pérdidas son las donaciones de sangre y la infestación por parásitos (Forrellat M. et al 2000).

### 3.2. INDICES ERITROCITARIOS

Los índices corpusculares proporcionan información acerca del tamaño (VCM), el peso (HCM) y la concentración de hemoglobina (CHCM) de los hematíes. Estos índices se determinan de manera rutinaria como parte del hemograma completo. Los resultados del recuento de hematíes, del hematocrito y de la concentración de hemoglobina son necesarios para el cálculo de los índices corpusculares. Cuando se investigan las causas de una anemia, resulta útil clasificarla de acuerdo con los índices corpusculares de los hematíes, debida a que esta se relaciona con las variaciones de forma y tamaño de los glóbulos rojos (Jimenez, M 2010).

El tamaño celular se expresa con los términos normocítico, microcítico y macrocítico. El contenido de hemoglobina se indica con los términos normocrómico, hipocrómico e hiperocrómico (Jimenez, M 2010).

**Volumen corpuscular medio (VCM).**- Es la expresión del volumen medio de los eritrocitos individuales, calculado de la siguiente manera:

$$\text{VCM} = \frac{\text{Hto} \times 10}{\text{Hematíes}} = (\text{fentolitros fl})$$

- Anemia microcítica (VCM < 80 fl)
- Anemia normocítica (VCM 80-100 fl)
- Anemia macrocítica (VCM > 100 fl) (Mosby. 2008).

**Hemoglobina corpuscular medio (HCM).**- Es la expresión del contenido medio de hemoglobina de un eritrocito único, y se calcula con la siguiente fórmula: (Mosby.2008).

$$\text{HCM} = \frac{\text{Hb} \times 10}{\text{Hematíes}} = (\text{picogramos pg})$$

**Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM).**- Es la expresión del volumen dentro del eritrocito que ocupa la hemoglobina y se calcula con la siguiente fórmula: (Mosby. 2008)

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

Dependiendo de los valores hematimétricos alterados se subdivide de la siguiente forma:

- Microcítica: Anemia megaloblástica.
- Microcítica/hipocrómica: Anemia Ferropénica, talasemias y anemias sideroblásticas.
- Normocítica/hipocrómica: Deficiencia de hierro asociada a deficiencia de vitamina B12 y/o ácido fólico.

Es importante tener en cuenta que las anemias que cursan con alteraciones de los índices hematimétricos suelen encontrarse en sus estadios iniciales como normocítica y normocrómicos (Pabon, J.H. 2014).

## **Glóbulos Rojos**

Son los elementos más abundantes y los que proporcionan a la sangre el color rojo se debe a la hemoglobina que contienen. Son muy pequeño, miden entre 6 y 8 micras de diámetro y su forma es la de un lente biconcavo, es decir, se encuentra deprimida en su centro por ambos lados; no tienen núcleo y su número por milímetro cúbico es de 4 a 5 millones, aunque esta cantidad puede variar con la edad y el sexo (Gutiérrez G., 2004)

La función de los glóbulos rojos es de vital importancia y consiste en transportar el oxígeno que recogen en los pulmones a todas las células del cuerpo. Son muy elásticos y se deforman fácilmente cuando pasan por capilares estrechos. Están constituidos por un pigmento que contiene hierro, la hemoglobina ya mencionada (Gutiérrez G., 2004)

La vida útil de los glóbulos rojos es de aproximadamente 120 días. Se originan en la médula roja de los huesos y cuando ya están viejos o degenerados son destruidos en la misma médula de los huesos, el hígado y el bazo (Gutiérrez G., 2004).

### **3.3. ANEMIAS**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), La anemia es un trastorno en el cual el número de eritrocitos es insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo. Las necesidades fisiológicas específicas varían en función de la edad, el sexo, la altitud sobre el nivel del mar a la que vive la persona, el tabaquismo y las diferentes etapas del embarazo. Se cree que la carencia de hierro es la causa más común de anemia, pero pueden causarla otras carencias nutricionales (entre ellas, las de folato, vitamina B12 y vitamina A), la inflamación aguda y crónica, las parasitosis y las enfermedades hereditarias o adquiridas que afectan a la síntesis de hemoglobina y a la producción o la supervivencia de los eritrocitos. La concentración de hemoglobina por sí sola no puede utilizarse para diagnosticar la carencia de hierro (también llamada ferropenia). Sin embargo, debe medirse, aunque no todas las anemias estén causadas por ferropenia. La prevalencia de la anemia es un indicador sanitario importante y cuando se utiliza con otras

determinaciones de la situación nutricional con respecto al hierro, la concentración de hemoglobina puede proporcionar información sobre la intensidad de la ferropenia (OMS,. 2011).

### **3.3.1. ANEMIA FERROPÉNICA**

La anemia ferropénica es la causa más frecuente de anemia. Se manifiesta como un descenso de las cifras de hemoglobina, hematíes pequeños (microcitosis), con poca cantidad de hemoglobina en su interior (hipocromía) y cifras bajas de hierro en los depósitos (ferritina disminuida). Son muchas las causas que la originan, pero es la pérdida de sangre por el tubo digestivo la causa más frecuente, lo que obliga a estudiar este órgano en la mayoría de los pacientes (Bilbao J.G, 2006).

Ferropenia, descenso en la cantidad de hierro del organismo, que se refleja en un perfil férrico deficitario: sideremia y ferritina generalmente descendidas e índice de saturación de la transferrina (IST) bajo, sin acompañarse de anemia. (Abós e. O, et al, 2004).

#### **Existen tres grados de deficiencia:**

**Etapa inicial:** en esta etapa se observa depleción del hierro de reserva, pero el hierro circulante es normal, sin llegar a presentar anemia (West J.B; 2008).

**Etapa intermedia:** en esta etapa se observa deficiencia de hierro, la reserva y los niveles plasmáticos de hierro disminuyen. Pueden observarse cambios leves en el VCM Y HCM (West J.B; 2008).

**Etapa avanzada:** en esta etapa se presenta la deficiencia de hierro acompañada de anemia con disminución de VCM y HCM (Anemia microcítica-hipocrómica) (West J.B; 2008).

## **3.4. DIAGNÓSTICO POR LABORATORIO**

### **3.4.1. MÉTODO AUTOMATIZADO DE HIERRO**

El analizador Cobas c311/Método Ferrozine sin desproteinización.

Test colorimétrico

El hierro se disocia del complejo sérico hierro - transferrina en medio ácido débil. El hierro libre se reduce a ión ferroso mediante el ácido ascórbico. Los iones ferrosos en presencia de FerroZine forman un complejo coloreado:

Transferrina  $(Fe^{3+}) = e^{-} \frac{\text{ácido ascórbico}}{2Fe^{3+} + \text{Transferrina}}$

$Fe^{2+} + \frac{\text{FerroZine}}{\text{Complejo coloreado}}$

La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de hierro en la muestra ensayada (Spinreact. 2011).

#### 3.4.1.1. Utilidad Clínica

Es útil para el diagnóstico diferencial de anemias hipocrómicas y microcíticas.

#### 3.4.2. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los niveles superiores a los normales pueden significar:

- Hemocromatosis
- Hemólisis
- Anemias hemolíticas
- Hemosiderosis
- Muerte del tejido hepático (necrosis hepática)
- Hepatitis
- Deficiencia de vitamina B12 y de vitamina B6
- Intoxicación con hierro
- Múltiples transfusiones de sangre

Los niveles inferiores a los normales pueden significar:

- Sangrado gastrointestinal crónico
- Sangrado menstrual abundante y crónico
- Absorción insuficiente de hierro
- Hierro insuficiente en la dieta

- Embarazo (Spinreact. 2011).

### **3.5. HEMOGRAMA**

#### **3.5.1. DETERMINACIÓN AUTOMÁTICA DEL HEMOGRAMA**

El sistema automatizado utiliza el método de citometría de flujo fluorescente (FFC) y de enfoque hidrodinámico. Mediante un láser fotodiodo, único y estable, la citometría de flujo fluorescente proporciona la sensibilidad necesaria para la medición y diferenciación de tipos celulares en sangre total (Sysmex, xs-800itm).

#### **Eritrocitos**

Los eritrocitos son contados en un canal exclusivo dedicado, que utiliza como método de detección la impedancia o corriente directa combinada con la tecnología de enfoque hidrodinámico (Sysmex, xs-800itm).

#### **Análisis de hemoglobina (HGB) de alta calidad.**

El producto final es un compuesto colorido que es medido por espectrofotometría, debido a que las determinaciones de hemoglobina se realizan a partir de una dilución y en una cámara de reacción separada (Sysmex, xs-800itm).

#### **Medición directa del hematocrito (HCT)**

La altura de pulsos acumulados de los conteos de todos los eritrocitos, da como resultado el hematocrito directo. Esto está basado en el principio de que el nivel de los pulsos (cambio de voltaje) producido por las células que pasan a través de la apertura, es proporcional al volumen celular (Sysmex, xs-800itm).

##### **3.5.1.1. Utilidad Clínica**

Ayuda a diagnosticar problemas específicos de la sangre como la anemia y otros trastornos como cánceres entre ellos la leucemia; permite monitorizar la pérdida de sangre y la respuesta de un paciente a la terapia contra el cáncer, como la quimioterapia y la radioterapia; permite sospechar cuadros agudos infecciosos y/o inflamatorios, y así, su utilidad clínica resulta invaluable (Sysmex, xs-800itm).

### **3.5.1.2. Interpretación de Resultados**

#### **Hematocrito**

##### **Valor elevado de eritrocitos (policitemia)**

Un aumento del valor de los eritrocitos se atribuye, casi siempre, a una falta de oxígeno. En caso de falta de oxígeno, el cuerpo incrementa una hormona, la llamada eritropoyetina, que estimula la formación de nuevos eritrocitos. La alta proporción de eritrocitos debe compensar la falta de oxígeno (Becker A).

Si falta oxígeno de tipo natural, Ejm, el valor de eritrocitos aumenta al permanecer en montañas altas donde el aire contiene menos oxígeno. Pero una causa patológica, es el, consumo de tabaco, enfermedades pulmonares y cardíacas que pueden afectar al suministro de oxígeno del cuerpo lo que también aumenta el valor de los eritrocitos (Becker A).

##### **Valor reducido de eritrocitos (anemia)**

En condiciones normales la producción de eritrocitos es igual a la destrucción de estos. La anemia puede ser resultado de una disminución de la producción por deficiencia de componentes de vitamina B12 y de ácido fólico. También se produce anemia cuando la producción de eritrocitos no responde en forma apropiada a la disminución de la masa eritrocitaria, como ocurre en las anemias de las enfermedades crónicas y en el que se asocia con trastornos endocrinos. También puede producirse anemia cuando aumenta la destrucción de eritrocitos. Los glóbulos rojos defectuosos se destruyen con mayor rapidez que los normales (OEPU., 2012).

#### **Hemoglobina**

##### **Valor elevado de hemoglobina**

Puede aparecer en caso de un aumento de los glóbulos rojos (policitemia), en caso de tumores cerebrales, una apoplejía (accidente cardiovascular agudo,

infarto cerebral) o una meningitis, pero también en caso de estancias en montañas muy elevadas (Becker A).

### **Valor reducido de hemoglobina**

En la mayoría de casos es un signo de una anemia por falta de hierro. Pero también, en caso de enfermedades gastrointestinales por inflamación como la enfermedad de Crohn o diferentes enfermedades de los riñones (Becker A).

## **3.6. OTROS EXÁMENES QUE SON DE AYUDA DIAGNOSTICA**

### **3.6.1. FERRITINA**

La ferritina es una proteína de depósito de hierro. Hay dos formas de almacenamiento de hierro: una forma movilizable como ferritina y la forma insoluble como hemosiderina. La estructura proteica está compuesta por 24 subunidades y un núcleo de fosfato de óxido férrico. De esta manera se dispone del hierro no reactivo necesario para la eritropoyesis y procesos celulares. Se encuentra en altas concentraciones en hepatocitos, células del sistema retículo endotelial del hígado, bazo y médula ósea (Ardila J.S. 2012).

La ferritina sérica tiene poco contenido de hierro y está compuesta por subunidades L-glicosiladas. Refleja el estado de los depósitos de hierro (Ardila J.S. 2012).

#### **3.6.1.1. Utilidad Clínica**

Es útil para el estudio de las anemias, detecta el déficit de hierro y el monitoreo del tratamiento. En general se utilizan como valores de corte para establecer deficiencia de hierro, ferritina sérica menor o igual a 12 ng/mL. Valores disminuidos de ferritina sérica son altamente específicos de anemia ferropénica. Se encuentra también disminuida en hipotiroidismo y deficiencia de ascorbato. La obtención de la muestra para la determinación de ferritina sérica es menos invasiva comparada con la determinación de hemosiderina por aspirado de médula ósea y tinción de Perls (Ardila J.S. 2012).

Se encuentran valores aumentados en sobrecarga de hierro, hemocromatosis hereditaria y eritropoyesis inefectiva. Es una proteína reactante de fase aguda, por lo tanto está elevada en inflamación, infecciones, neoplasias y enfermedad hepática (Ardila J.S. 2012).

### **3.6.2. TRANSFERRINA**

La transferrina (TRF) es la principal proteína plasmática transportadora de hierro. Cada molécula de TRF posee dos sitios de unión para el hierro, el cual se une solo en su forma oxidada. Se sintetiza en el hígado y su nivel plasmático es regulado principalmente por la disponibilidad de hierro (Cétola V. E.2000).

#### **3.6.2.1. Utilidad Clínica**

Sirve para el diagnóstico diferencial de anemias y el monitoreo de su tratamiento. En casos de anemias hipocrómicas por deficiencia de hierro los niveles de transferrina aumentan debido a un aumento de sus síntesis pero su saturación con hierro es baja como consecuencia de sus niveles bajos de hierro (Cétola V. E.200).

Por otro lado si la anemia se debe a una falla en la incorporación de hierro a la hemoglobina, los niveles de transferrina son bajos pero la proteína está altamente saturada con hierro (Cétola V. E.200).

Es una proteína de fase aguda, con bajos niveles en procesos inflamatorios y tumores malignos. Se encuentra disminuida en enfermedades hematológicas, cirrosis, enfermedades renales y malnutrición. Aumenta en el embarazo y administración de estrógenos (Cétola V. E.200).

### **3.6.3. ÍNDICE DE SATURACIÓN DE TRANSFERRINA**

El índice de saturación de la transferrina (ITS), es el cociente sobre la sideremia y la CFH, expresado como porcentaje. Es más bajo, cuanto más baja sea la sideremia y mayor Captación de fijación de hierro (CFH), puesto que en la molécula de transferrina hay muchos sitios vacíos de unión para el hierro. El ITS presenta valores altos en neonatos, disminuye hasta los 4 meses de edad y posteriormente tiende a incrementar durante la niñez y adolescencia hasta

parecerse a los valores presentes en el adulto. En adultos, por debajo de 16% de ITS se confirma el déficit de hierro con una especificidad del 93%. En mujeres menstruantes la sensibilidad es más baja. En niños es indicativo de carencia férrica un valor <8%. Es un indicador indirecto del déficit de hierro funcional con mayor valor diagnóstico que la sideremia y la CFH por separado, aunque está sujeto a las limitaciones de la sideremia y del CFH, descendiendo en presencia de cualquier enfermedad inflamatoria concurrente (Muñoz A. & Molina A. 2003).

#### **3.6.3.1. Utilidad Clínica.**

##### **Es útil para el diagnóstico:**

- Evaluación de las anemias (diferenciación de anemias)
- Monitoreo del tratamiento de anemias.
- Evaluación del estado nutricional (Muñoz A.; Molina A. 2003).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. TIPO DE ESTUDIO**

Se enmarca dentro de un estudio descriptivo y de corte transversal.

### **4.2. ÁREA DE ESTUDIO**

La investigación se llevó acabo en la escuela “Dr. Edison Calle Loaiza” ubicada en el Barrio Daniel Álvarez al sur occidente de la ciudad de Loja.

- **Universo**

El universo estaba constituido por 180 niños.

- **Muestra**

60 niños que están distribuidos por 18 niños de primer año, 15 niños de segundo año, 15 de sexto año y 12 de séptimo año de básica de la escuela Dr. Edison Calle Loaiza.

### **4.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

#### **Criterios de inclusión**

- Todos los niños que tuvieron el consentimiento informado firmado por sus representantes.
- Niños que se encuentren en las condiciones adecuadas para la toma de muestra.

#### **Criterios de exclusión**

- Pacientes que teniendo la autorización no permitieron la toma de muestra.
- Niños que se encontraban tomando suplemento vitamínico.
- Niños que no estén en ayuno.

#### **4.4. MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.**

##### **Desarrollo de la fase pre analítica**

- Solicitud a la Directora de la Escuela Dr. Edison Calle Loaiza para la autorización del trabajo de investigación. **Anexo 1.**
- Solicitud al Director del Laboratorios Médicos a fin de que autorice el permiso para realizar el análisis. **Anexo 2.**
- Consentimiento informado para el estudio de la determinar los valores hematológicos como se observa en el **Anexo 3.**
- Se proporcionó información sobre las condiciones para la toma de muestra.
- Se preparó el material para la extracción sanguínea, mediante el rotulado de los tubos vacutainer donde se colocaran las muestras; se utilizaran dos tipos de tubos uno sin anticoagulante para obtener suero y otro con EDTA para sangre total.
- Se realizó la extracción sanguínea. **Anexo 4**
- Se transportó las muestras obtenidas. **Anexo 5**

##### **Desarrollo de La Fase Analítica**

- Se realizó la determinación de Hemoglobina, Hematocrito y Glóbulos Rojos y los índices eritrocitarios mediante el sistema automatizado que utiliza el método de citometría de flujo fluorescente. **Anexo 6.**
- Se realizó las determinaciones de Hierro Sérico en suero mediante el analizador Cobas c311/Método colorimétrico de ROCHE. **Anexo 7.**
- Procedimientos para los índices eritrocitarios. **Anexo 8**

- Se llenó las hojas de registro con los datos obtenidos de Hemoglobina, Hematocrito, glóbulos rojos, valores hematimétricos y química sanguínea (Hierro sérico). **Anexo 9**
- Hoja de registro de biometría. **Anexo 10.**
- Hoja de registro de resultados de química sanguínea. **Anexo 11.**

### **Desarrollo De La Fase Post Analítica**

- Se llevó un registro fotográfico de los procedimientos. **Anexo 12.**

### **Plan de tabulación y análisis de los resultados**

La tabulación de los resultados obtenidos se efectuó mediante el programa informático Microsoft Excel y se representa por medio de tablas de frecuencia y gráficas, con la cual se facilita la observación de las variables consideradas en el estudio, además consta el nombre del autor, fuente e interpretación datos.

## 5. RESULTADOS

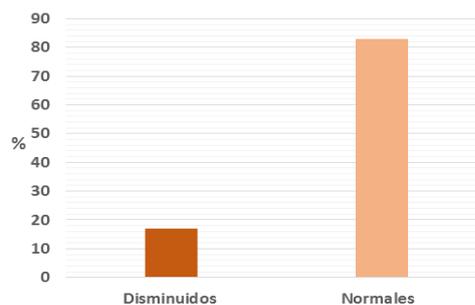
**Resultados primero objetivo:** *Determinar los valores de hierro en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica.*

**Tabla 1.** Valores de hierro, en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica de la Escuela Dr. Edison Calle Loaiza de la Ciudad de Loja.

Variable	Hierro sérico (ug/Dl)	
	F	%
Disminuidos (< 37)	10	17
Normales (37 – 145 ug/Dl)	50	83
Total	60	100

**Fuente.** Registro de los resultados de Laboratorio.

**Autora.** Melina Alexandra Chunchu Morocho.



**Fuente.** Registro de los resultados de Laboratorio.

**Autora.** Melina Alexandra Chunchu Morocho

**Figura 1.** Determinación de los valores de hierro, en niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica de la Escuela Dr. Edison Calle Loaiza de la Ciudad de Loja.

Análisis: De las 60 muestras tomadas y analizadas se determinó que el 17% que corresponde a 10 niños presentan valores disminuidos de Hierro y el 83% de las muestras analizadas corresponde a los 50 niños que presentan los niveles de hierro dentro del rango normal.

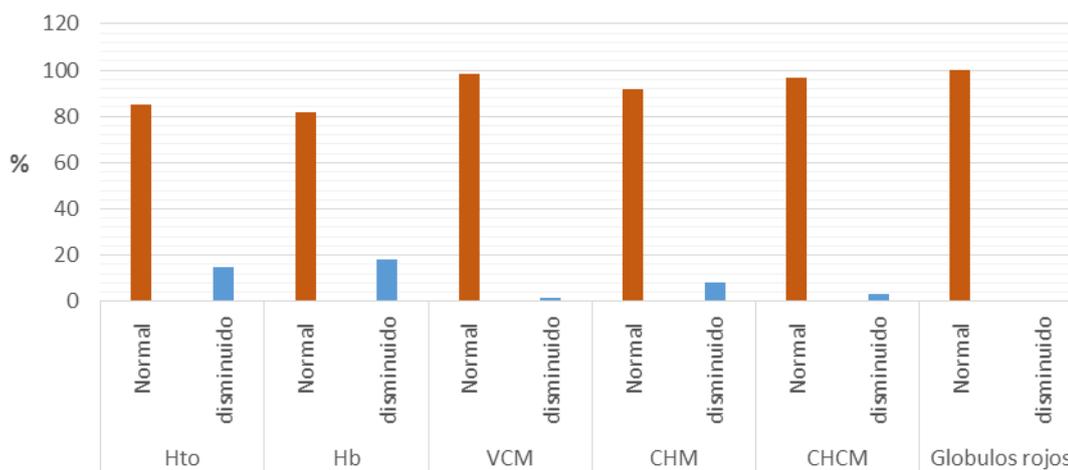
**Resultados Objetivo dos:** Calcular los valores hematimétricos como indicadores de anemia ferropénica en los niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de básica a partir de los valores de hemoglobina, hematocrito y glóbulos rojos

**Tabla 2.** Cálculo de valores hematimétricos como indicador de anemia ferropénica encontrado en los niños de la escuela Dr. Edison Calle Loaiza a partir de los valores de hemoglobina, hematocrito, y glóbulos rojos.

Análisis	Valores	%	F
<b>Hto</b>	Normal (31,0-45,0%)	85,0	51,0
	Disminuido (<31%)	15,0	9,0
<b>Hb</b>	Normal (11,5-14,5 g/Dl)	81,7	49,0
	Disminuido (<11,5 g/Dl)	18,3	11,0
<b>VCM</b>	Normal (80,0-96,0 f/l)	98,3	59,0
	Disminuido (<80f/l)	1,7	1,0
<b>CHM</b>	Normal (22,0-32,0 pg)	91,7	55,0
	Disminuido (<22 pg)	8,3	5,0
<b>CHCM</b>	Normal (32,0-36,0 g/Dl)	96,7	58,0
	Disminuido (< 32 /Dl)	3,3	2,0
<b>Glóbulos rojos</b>	Normal (3000900,0 -5000300 UI)	100,0	60,0
	Disminuido (< 3000900,0 UI)	0,0	0,0

**Fuente.** Registro de los resultados de Laboratorio.

**Autora.** Melina Alexandra Chunchu Morocho



**Fuente.** Registro de los resultados de Laboratorio.

**Autora.** Melina Alexandra Chunchu Morocho

**Figura 2.** Valores hematimétricos como indicador de anemia ferropénica encontrados en los niños de la escuela Dr. Edison Calle Loaiza a partir de los valores de Hemoglobina, Hematocrito, y Glóbulos Rojos.

Análisis: De los resultados, 9 niños que representa el 15% se encuentran el hematocrito disminuido, 11 niños que representa el 18% se encuentra la hemoglobina disminuida, mientras que en el VCM hay 2% de disminución, el CHM un 5% y el CHBCM hay un 3% de disminución por lo tanto se presume que estos niños tienen anemia de tipo microcítica/hipocrómica; debido a la disminución de los índices eritrocitarios. Sin embargo el conteo de los glóbulos rojos está normal y se puede descartar una posible anemia hemolítica.

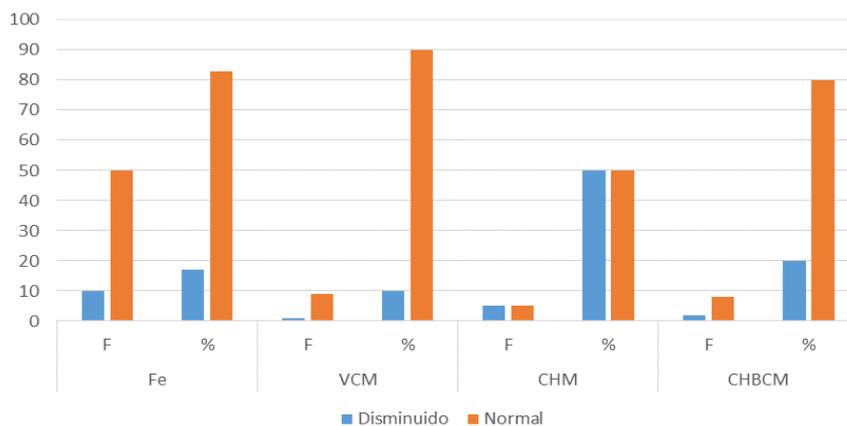
**Resultados del tercer objetivo:** *Correlacionar los valores de hierro con los valores hematimétricos como indicadores de anemia ferropénica.*

**Tabla 3.** Correlacionar los valores de hierro con los valores hematimétricos como indicadores de anemia ferropénica.

Valores	Fe		VCM		CHM		CHCM	
	F	%	F	%	F	%	F	%
<b>Disminuido</b>	10	17	1	10	5	50	2	20
<b>Normal</b>	50	83	9	90	5	50	8	80
<b>TOTAL</b>	60	100	10	100	10	100	10	100

**Fuente.** Registro de los resultados de Laboratorio.

**Autora.** Melina Alexandra Chunchu Morocho.



**Fuente.** Registro de los resultados de Laboratorio.

**Autora.** Melina Alexandra Chunchu Morocho

**Figura 3.** Relación de los valores disminuidos de hierro y valores hematimétricos.

**Análisis:** Al existir un 17% de la población con niveles de hierro disminuido con respecto a los valores de referencia establecidos, se puede determinar que dentro de este grupo de individuos existe un 10% con un VCM disminuido así como un 50% y 20% tienen un CHM y CHBM disminuido, por lo tanto cuando la carencia de hierro se va acentuando, disminuye el hierro sérico y baja la síntesis de hemoglobina dando lugar a la anemia ferropénica. Es decir cuando existe un valor de Hto, Hb conjuntamente con los valores hematimétricos específicamente el HCM y el CHCM indicaran anemia ferropénica.

**Resultados del cuarto objetivo:** *Brindar la charla educativa sobre la anemia causada por la deficiencia de hierro en los niños escolares y sus consecuencias en el rendimiento físico y mental con relación a los resultados obtenidos.*

Como resultados de este objetivo se anota lo siguiente:

A través de la Directora de la Escuela “Edison Calle Loayza”, convocatoria a los padres de familia de los niños participantes en la investigación para que asistan a una charla educativa sobre la anemia. En esta charla se dio la deficiencia de hierro como causa de la anemia en los niños escolares y sus consecuencias en el rendimiento físico y mental. En el anexo 12, fases postanalítica se observa fotografías sobre la charla educativa en referencia.

**Resultados del quinto objetivo:** *Difundir los resultados de la presente investigación a los padres de familia de los niños que participaron en el estudio*

En este último objetivo, en coordinación con la Directora de la Escuela “Edison Calle Loayza”, luego de charla educativa, a 60 niños que colaboraron en la investigación se entregó los análisis de biometría hemática y química sanguínea y su interpretación correspondiente, situación que despertó satisfacción en la Directora de la escuela, padres de familia y niños participantes.

## 6. DISCUSIÓN

El hierro es un elemento esencial para toda forma de vida, es el cuarto oligoelemento más abundante, ampliamente distribuido en el organismo. Sin embargo, su deficiencia es la más frecuente entre los micronutrientes. La anemia ferropénica muestran variaciones entre las diversas regiones y continentes, y aunque los países en vías de desarrollo los grupos más afectados por anemia son mujeres embarazadas (18%), los niños en edad escolar (17%), personas mayores (ambas 12%). En países no industrializados, la anemia se presenta en y niños en edad escolar (ambos 44%), niños preescolares (42%). Estudios realizados en Argentina mencionan la deficiencia de hierro entre las deficiencias más frecuentes por micronutrientes (Buys M; et al. 2005).

El grupo más afectado por la deficiencia de hierro son los niños, porque se encuentran en un período de crecimiento y desarrollo rápido. Si no se corrige dicha deficiencia esta produce anemia, la cual se asocia con alteraciones en el desarrollo, debilidades mentales y de coordinación física y en niños mayores conduce a alteraciones en el rendimiento escolar (Unigarro A. 2010).

En los países en desarrollo la deficiencia de hierro generalmente es la principal causa de anemia. En Estados Unidos por cada caso de anemia, había 2.5 casos de deficiencia de hierro. Sin embargo, no se tienen datos que demuestren que ésta proporción es aplicable a otras partes del mundo, en donde la deficiencia de hierro no siempre es la principal o única causa de anemia (Nestel P & Davidsson L. 2001).

En estudios realizados en Costa de Marfil y Benín se determinó que la anemia ferropénica era responsable de aproximadamente 50% de la anemia observada, con variación por edad y sexo. Alrededor de 80% de los niños de edad preescolar tenían anemia ferropénica, en comparación con 50% de niños de edad escolar (Nestel P., Davidsson L. 2001).

Un informe de la Organización Panamericana de Salud basados en estudios locales, señaló al Perú como el país con la mayor prevalencia de anemia en

toda América Latina y el Caribe con un 57, seguido de Brasil donde el 35% de los niños de edad de 4 años estaban anémicos (Núñez M., & Ulloa D. 2010.).

El 17% de niños en el estudio realizado se considera que tienen anemia, porcentaje bajo, en comparación al 26,7%, encontrado en Brasil. A pesar de ser un porcentaje bajo, no deja de ser importante, pues es superior al 1,3 % encontrado en estudio en niños indígenas de México de 6 a 10 años de edad (Quizhpe E; et al 2003).

En Bolívar, (2010) se realizó un estudio de 36 niños, de los cuales 30,6% presentó anemia por deficiencia de hierro, 27,8% cursaron con anemia y ferropenia y el 13,9% presentaban anemias por otras causas. El 69,4% de los niños estudiados mostraron niveles de hemoglobina disminuidos, 44,4% tuvieron un hematocrito bajo. Mientras que en el 77,8% se observó valores de hierro sérico inferiores al de referencia y 5,5% mostró valores aumentados. De los niños con anemia ferropénica 2,7% resultaron con un nivel nutricional normal; 27,3% estaban desnutridos, mientras que los que no tenían anemia ferropénica 68% tuvieron un estado nutricional normal y el 12% se encontraron desnutridos. Por tal razón no existió significancia estadística entre ambas variables (Betancourt W.J. & Muñoz M.A. 2010).

Por lo tanto los resultados obtenidos fueron: un hematocrito de 15%, y una hemoglobina de 18.3 % y glóbulos rojos se encuentran dentro de los límites referenciales. Se puede evidenciar que existe una gran diferencia de disminución de los parámetros de hemoglobina, hematocrito según el estudio realizado en Bolívar, por lo tanto hay una baja incidencia de anemia.

En cuanto a los parámetros eritrocitarios, según el estudio realizado en El Salvador (2010), a niños de edad escolar, representa que el 49% de los niños(as) estudiados presentan un VCM 59.0 %, HCM 75% y CHCM 35,9% (Canales Y.D; et al 2010). Así mismo estudios a nivel nacional realizados en la ciudad de Manabí( 2012), de los resultados obtenidos se observa que existe el 100% de valores de Volumen Corpuscular Medio dentro de los rangos referenciales, considerado normales., mientras que el 18% de la población tiene valores bajos de HCM indica un índice de anemia nulo en esta población, de Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media dentro de los rangos de

referencia normales, y el 10% corresponde a valores por debajo de lo normal (Mendoza r. A & Olmedo s. J. 2012). En Loja (2009) se realizó un estudio de 9315 en niños de 5 a 12 años los valores de los índices hematimétricos de los cuales el VCM hubo 1.8%, HCM 11.3% y CHCM un 28.1% mientras que el estudio realizado, 8 niños existe un VCM un 1.7%, HCM hay 8.3% y HBCM hay un 3.3 %, por lo tanto existe una variación con los datos obtenidos en el estudio realizado y (Bustamante A; & Ocampo J 2009).

Los resultados obtenidos del presente estudio se encontraban 17 % disminuidos, en hierro; 15 %, 18.3 %, 1.7%, 8.3 % y 3.3 % , disminuidos en hematocrito (Hto), hemoglobina (Hb), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular medio (CHM), y concentración de hemoglobina corpuscular medio(CHCM).

Con respecto a la correlación se estableció que el 17 % de la población de niños de estudio tiene niveles de hierro disminuido, dentro de este grupo el 10 % tiene un VCM disminuido, el 50 %, 20 % tienen CHM y CHCM, disminuidos, respectivamente, de lo que se desprende que los niños de la referida escuela, en bajos porcentajes tienen problemas de deficiencia de hierro, Hto, Hb, VCM, CHM y CHCM.

## 7. CONCLUSIONES

Luego de haber desarrollado el presente trabajo de investigación se realizan las siguientes conclusiones:

- El 17 % de 60 niños de primero, segundo, sexto y séptimo año de educación básica de la escuela Dr. Édison calle Loaiza presentan bajos niveles de hierro.
- Los valores disminuidos obtenidos fueron: de hematocrito 15 %; de hemoglobina, 18.3 %; de los índices eritrocitarios en relación al VCM, 1.7 %, de CHM, 8.3 %; y, CHCM, 3.3 %. Los niveles de glóbulos rojos fueron normales. Además, el 17 % de los niños tuvieron disminución de hierro con un VCM de 1.7 %; CHM, 8.3 %; y, CHCM, 3.3 %. Por lo tanto se considera que existe una relación de los índices hematimétricos con el hierro para que se la una anemia ferropénica.
- Se brindó una charla a los padres de familia sobre la anemia causada por la deficiencia de hierro en lo niños escolares y sus posibles consecuencias en el rendimiento físico y mental. Y en ella se difundió los resultados de análisis hematológicos y hemoquímicos de la sangres de los niños, motivo de estudio.

## 8. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado el presente trabajo y de realizar las respectivas conclusiones, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Realizar la medición de transferrina a todas los niños en edad escolar para que de esta manera saber con exactitud el nivel de hierro en el organismo.
- Se debe realizar las pruebas de manera manual y automática y así poder precisar las pruebas.
- Realizar un seguimiento continuo por parte de los padres de familia y miembros de la Escuela Édison Calle Loaiza a los niños que presentan bajos niveles de hierro y poder determinar si existe relación con el rendimiento académico. Por lo tanto, seria de apoyo elaborar este tipo de estudios, tomando en cuenta no solo valores hematológicos sino también bioquímicos para contribuir al mejoramiento de los diagnósticos y tratamientos médicos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA.

Abós E. O, et al, 2004, Guía clínica de actuación diagnóstica y terapéutica en la anemia ferropénica; en  
[http://www.fehha.org/pub/publicaciones/docs/guia\\_AF.pdf](http://www.fehha.org/pub/publicaciones/docs/guia_AF.pdf)

Aixalá, N. et al s/a. 2012 Anemias. SOCIEDAD ARGENTINA DE HEMATOLOGÍA.  
en  
[http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CD0QFjAF&url=http%3A%2F%2Fsah.org.ar%2Fdocs%2F1-78-SAH\\_GUIA2012\\_Anemia.pdf&ei=R52RVZmQAcb2-QG70IH4BA&usg=AFQjCNGMWfFjvktkTM4KHIVPosB7D3uPew&bvm=bv.96783405,d.cWw](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CD0QFjAF&url=http%3A%2F%2Fsah.org.ar%2Fdocs%2F1-78-SAH_GUIA2012_Anemia.pdf&ei=R52RVZmQAcb2-QG70IH4BA&usg=AFQjCNGMWfFjvktkTM4KHIVPosB7D3uPew&bvm=bv.96783405,d.cWw)

Ardila J.S. 2012. Determinación de Ferritina Sérica, 16(2), 122-123. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/214564614/Determinacion-de-Trasferrina#scribd>

Becker A. Interpretación del Hemograma. Recuperado de <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/interprethemog.html>

Betancourt W.J. & Muñoz M.A. 2010. Anemia por deficiencia de hierro en niños de 3 a 5 años de edad del grupo de Educación de la Escuela “San Jonote”, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. (tesis de pregrado). Universidad de Oriente Núcleo de Bolívar. Recuperado de <http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2209/1/33%20Tesis.%20WS9%20B562.pdf>

Bilbao J.G, 2006, Anemias carenciales I: anemia ferropénica, Sistema Nacional de Salud. Volumen 30, N° 2. Recuperado de <http://www.msssi.gob.es/biblioPublic/publicaciones/docs/anemiasCarenciales.pdf>

Bustamante A; Ocampo J, Valores referenciales de glóbulos rojos e índices eritrocitarios de escolares del sexo masculino de la ciudad de Loja, Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/4440/1/BUSTAMANTE%20JOHN%20-%20OCAMPO%20JUAN.pdf>

Buys M; et al. 2005. Prevalencia de anemia y deficiencia de hierro en escolares jujeños de 12 años. Recuperado de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt&pid=S0025-76802005000200007](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt&pid=S0025-76802005000200007)

Castillo, C. 2013. Perfil férrico en niños menores de 10 años de los centros de acogimiento institucional de la ciudad de Loja. Tesis, Carrera de Laboratorio Clínico, Área de la Salud, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ec. p. 2. Recuperado de <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CCoQFjAD&url=http%3A%2F%2Fdspace.unl.edu.ec%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F4019%2F1%2FCASTILLO%2520MONTOYA%2520CARLOS%2520ALFREDO.pdf&ei=FwWPVd7nMYK6-AGmoJP4CQ&usg=AFQjCNGEL9S-sBoYLCaoHHGYPWWD-cVCbg>

Canales Y.D; et al 2010; Anemia por deficiencia de hierro en niños de 9 a 12 años de edad, del centro escolar Caserío los Umaña de santa rosa de lima, la unión, en el periodo de julio a septiembre de 2010. Recuperado de <http://168.243.33.153/infolib/tesis/50107507.pdf>

Cétola V. E.2000.Para la determinación de transferrina en suero o plasma. Recuperado de [http://www.wienerlab.com.ar/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/trf\\_turbitest\\_aa\\_sp.pdf](http://www.wienerlab.com.ar/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/trf_turbitest_aa_sp.pdf)

Estado Nutricional de los Niños en Edades comprendidas de 2 a 4 años.  
Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos16/estado-nutricional/estado-nutricional.shtml#ixzz3cytfglh5>

Forrellat M.; Du Defais H.; Fernandez N. 2000. Metabolismo del hierro. Instituto de Hematología e Inmunología, 2 p. Recuperado de [http://www.bvs.sld.cu/revistas/hih/vol16\\_3\\_00/hih01300.pdf](http://www.bvs.sld.cu/revistas/hih/vol16_3_00/hih01300.pdf)

Gutiérrez G. 2004. Principios de Anatomía, Fisiología e Higiene: Educación para la salud, México: Limusa,

Jiménez, M. 2010. Medicinas de Urgencias, 3<sup>ra</sup> Edición, Barcelona; Editorial Elzevir; Págs. 27-28.

Manual de toma de muestras. Hospital Basa Valdivia. 2012. Recuperado de [http://www.ssvvaldivia.cl/hospital/acredita/normas\\_iih/MANUAL\\_TOMA\\_MUESTRA\\_2012.pdf](http://www.ssvvaldivia.cl/hospital/acredita/normas_iih/MANUAL_TOMA_MUESTRA_2012.pdf)

Mendoza LP.; Gómez E.; Madrid A.; Pérez A. M. 2002. Prevalencia de anemia por déficit de hierro en niños de 6 meses a 5 años de edad del Municipio Arismendi del Estado Nueva Esparta. Venezuela 2001. Recuperado de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_pdf&pid=S1135-7272002000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S1135-7272002000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Mendoza R. A; Olmedo s. J. 2012. Metabolismo del hierro sérico como método diagnóstico de anemia microcítica hipocrómica en los niños de la escuela fiscal mixta Martha bucarán de Roldos del sitio tierras amarillas, cantón Rocafuerte, durante el período julio- noviembre 2012. Recuperado de <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/50000/4816/1/Tesis%20Ana%20%20Jazmin.pdf>

Mosby. 2008. Guías de Prueba Diagnósticas y de Laboratorio, 8<sup>ava</sup>. Edición, Barcelona.

Muñoz A.; Molina A. 2003. Hierro, 931 p. Recuperado de [http://www.uco.es/master\\_nutricion/nb/Gil%20Hernandez/Fe.pdf](http://www.uco.es/master_nutricion/nb/Gil%20Hernandez/Fe.pdf).

Nestel P., Davidsson L. 2001. Anemia, deficiencia de hierro, y anemia ferropriva. Recuperado de <http://www.unsystem.org/scn/Publications/AnnualMeeting/INACG%20anemia%20ID%20IDA%20Spanish.pdf>

Núñez M., Ulloa D. 2010. Anemia Y Desarrollo Cognitivo En Niños De 3 A 5 Años De La Institución Educativa 06 “Cuadritos” Distrito De Laredo. Universidad César Vallejo Facultad Ciencias Médicas Escuela Profesional De Nutrición. Trujillo. Perú. Recuperado de <http://es.slideshare.net/Cienciasmedicasucv/tesis-anemia-y-desarrollo-cognitivo-en-nios-de-3-a-5-aos-d>

Onmeda.es Para Usted. 2012. Enfermedades y Síntomas, Hemograma. Recuperado de [http://www.onmeda.es/exploracion\\_tratamiento/hemograma.html](http://www.onmeda.es/exploracion_tratamiento/hemograma.html)

Organización Mundial de la Salud y UNICEF, Declaración conjunta de la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia; La anemia como centro de atención. Recuperado de [http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/La\\_anemia\\_como\\_centro\\_de\\_atenci%C3%B3n\\_1.pdf](http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/La_anemia_como_centro_de_atenci%C3%B3n_1.pdf)

Organización Mundial de la Salud. 2011. Concentración de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra. Recuperado de [http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin\\_es.pdf](http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf)

Pabon, J.H. 2014, Consulta práctica, Clínicas Médicas, Medicina Interna-Cirugía-Ginecología- Obstetricia- Pediatría- Traumatología- Urología. Venezuela: editorial medica 2° Edición. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=AEskBQAAQBAJ&pg=PT54&dq=clasificacion+de+las+anemias+segun+indices+hematimetricos&hl=es&sa=X&e>

i=bfaZVdCkJluqgwSlu4fADg&ved=0CB8Q6AEwAQ#v=onepage&q=clasificacion%20de%20las%20anemias%20segun%20indices%20hematimetricos&f=false

Quizhpe E; et al. 2003. Prevalencia de Anemia en Escolares de la Zona Amazónica de Ecuador, 13(6), 356. Recuperado de <http://www.scielo.org/pdf/rpsp/v13n6/16504>

Spinreact. 2011. Hierro. Recuperado de <http://spinreact.mx/instructivo/QUIMICA%20CLINICA/LIQUIDOS/1001247%20HIERRO%20FE.pdf>

Sysmex, XS-800ITM, Analizador Automatizado de Hematología, <https://www.sysmex.com/la/es/Products/Documents/XS-800i-Espa%C3%B1ol.pdf>

Unigarro A. 2010. Conocimientos, aptitudes y prácticas de las madres acerca de la anemia por deficiencia de hierro en niños de 5 a 12 años de edad que acuden al servicio de Consulta Externa del Hospital Básico San Gabriel de la ciudad de San Gabriel, Provincia del Carchi, periodo 2009-2010. Tesis, Ec, Universidad Técnica Del Norte, Facultad Ciencias De La Salud Escuela De Enfermería, p. 26 Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/709/2/06%20ENF%20440%20TESIS.pdf>

Universidad de Buenos Aires. 2012. Fisiología de la sangre; guía de problemas-mesa de discusión-2012. Recuperado de <http://www.fmed.uba.ar/depto/fisiologia/ua1/gu%C3%ADa%20sangre.pdf>

West J.B; 2008. Bases Fisiológicas de la práctica médica: El eritrocito, Panamericana, Edición 15<sup>0</sup>.

## **10. ANEXOS**

- Anexo 1.** Solicitud de permiso Rommel Torres Director del Laboratorio Clínico Médicos de la ciudad de Loja.
- Anexo 2.** Solicitud de permiso a la Directora de la Escuela “Doctor Édison Calle Loayza.”
- Anexo 3.** Certificado de aval de haber realizado de la charla a los padres de familia de los niños que acuden a la escuela Dr. Edison Calle Loayza
- Anexo 4.** Certificado de entrega de los resultados obtenidos a los padres de familia de los niños que acuden a la escuela Dr. Edison Calle Loayza
- Anexo 5.** Consentimiento informado dirigido a los padres de familia de los niños que acuden a la escuela Dr. Edison Calle Loayza.
- Anexo 6.** Protocolo de extracción sanguínea de sangre.
- Anexo 7.** Protocolo de transporte de muestras.
- Anexo 8.** Método de biometría hemática en el equipo de SYSMEX, XS- 1000I
- Anexo 9.** Técnica de hierro de cobas.
- Anexo 10.** Procedimientos para los índices eritrocitarios.
- Anexo 11.** Hoja de registro de los resultados obtenidos
- Anexo 12.** Resultado de los análisis
- Anexo 13.** Registro de datos de pruebas bioquímicas
- Anexo 14.** Registro fotográfico.

## ANEXO 1



**LABORATORIO MEDICOS**

Dr. Romel Torres Sánchez  
**MÉDICO PATÓLOGO CLÍNICO**

---

Loja, 10 de abril de 2014

Dr. Romel Torres Sánchez

**GERENTE DEL LABORATORIO CLINICO "MEDICOS"**

**CERTIFICA:**

Que, la señora estudiante **CHUNCHO MOROCCHIO MELINA ALEXANDRA** con cédula de Identidad número 1104497886, ha realizado el trabajo de su tesis titulada **"DETERMINACION DE HIERRO Y SU RELACION CON LOS VALORES HEMATIMETRICOS COMO INDICADORES DE ANEMIA FERROPENICA EN NINOS DE PRIMERO, SEGUNDO, SEXTO Y SEPTIMO AÑO DE EDUCACION BASICA DE LA ESCUELA DR. EDISON CALLE LOAIZA DE LA CIUDAD DE LOJA"**, realizando tanto la determinación de la **Biometría Hemática** y la **dosificación de Hierro Sérico, desde el 7 al 9 de abril del año 2014.**

El trabajo fue realizado por la señora estudiante bajo mi dirección técnica observando los manuales de procedimiento de nuestro establecimiento regulado bajo normas internacionales y lo supo cumplir con ética y responsabilidad.

Dichos resultados se encuentran en la base de datos del Laboratorio Médicos y el informe físico de los mismos fue entregado a la mencionada estudiante.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizado a la señora **Chuncho Morocho** dar el uso al presente documento para los fines que ella estimare necesario.

Atentamente,

**Dr. Romel Torres S.**  
MÉDICO PATÓLOGO - CLÍNICO  
COD. INHMT 11-08-00403-09

---

SUCRE 10-63 ENTRE AZUAY Y MIGUEL RIOFRIO, EDIFICIO MEDICOS. TELF.: (07) 2573365

[www.laboratoriomedicos.com](http://www.laboratoriomedicos.com)

## ANEXO 2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
ÁREA DE LA SALUD HUMANA  
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

Loja, 4 de abril del 2014

**Dra. Imelda Janet Ruiz Salinas.**  
**DIRECTORA DE LA ESCUELA "DOCTOR ÉDISON CALLE LOAYZA"**  
**Ciudad.-**

De mis consideraciones:

Yo, Melina Alexandra Chuncho Morocho de Astudillo, estudiante del octavo módulo de la Carrera de Laboratorio Clínico del Área de la Salud Humana de la Universidad Nacional de Loja, por medio del presente me dirijo a usted muy respetuosamente a Ud. para extenderle un fraterno saludo y desearte éxitos en sus funciones de educadora.

Aprovecho la oportunidad para solicitarle se digne autorizar realizar, en la Escuela que regenta, mi tesis investigativa denominada **DETERMINACIÓN DE HIERRO Y SU RELACIÓN CON LOS VALORES HEMATIMÉTRICOS COMO INDICADORES DE ANEMIA FERROPÉNICA EN NIÑOS DE PRIMERO, SEGUNDO, SEXTO Y SÉPTIMO AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA " DR. EDISON CALLE LOAIZA" DE LA CIUDAD DE LOJA.** Para el efecto también solicitarle a los padres de familia que autoricen para tomar las muestras de sus hijos y los gastos de los análisis es de mi responsabilidad.

Muy atentamente.  
Melina A. Chuncho M.



*Ruiz*  
04-04-2014

## ANEXO 3

### ESCUELA FISCAL MIXTA DR. "EDISON CALLE LOAIZA"

Loja 14 de abril del 2014

**Dra.  
Imelda Janet Ruiz Salinas.  
Directora de la Escuela Dr. Edison Calle Loaiza.**

Certifica:

Que, la señora estudiante **CHUNCHO MOROCHO MELINA ALEXANDRA** con cedula de identidad número 1104497886, ha realizado la charla educativa *sobre la anemia* causada por la deficiencia de hierro en los niños escolares y sus consecuencias en el rendimiento físico y mental con relación a los resultados obtenidos en su trabajo de tesis, la misma que fue dirigida a los padre de familia el dial 11 de abril de 2014.

Trabajo que permitió fortalecer el mecanismo de control en la educación de los niños que estudian en el establecimiento educativo.

Particular que certifico para fines pertinentes

Atentamente



**Dra. Imelda Janet Ruiz Salinas.  
Directora de la Escuela Dr. Edison Calle Loaiza.**

## ANEXO 4.

### ESCUELA FISCAL MIXTA DR. "EDISON CALLE LOAIZA"

Loja 14 de abril del 2014

Dra.  
**Imelda Janet Ruiz Salinas.**  
Directora de la Escuela Dr. Edison Calle Loaiza.

Certifica:

Que, la señora estudiante **CHUNCHO MOROCHO MELINA ALEXANDRA** con cedula de identidad número 1104497886, el día 11 de abril de 2014 en la reunión mantenida con los padres de familia de los niños de 1<sup>ro</sup>, 2<sup>d</sup>, 6<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup> año de educación básica, realizó la entrega de los resultados obtenidos en la determinación de los valores de hierro y cálculo de los valores de hematócritos como indicador de anemia ferropénica. Datos que fueron utilizados en el trabajo de tesis de grado

Particular que certifico para fines pertinentes

Atentamente



**Dra. Imelda Janet Ruiz Salinas.**  
Directora de la Escuela Dr. Edison Calle Loaiza.



## ANEXO 5

### CONSENTIMIENTO INFORMADO DIRIGIDO A LOS PADRES DE FAMILIA DE LOS NIÑOS QUE ACUDEN A LA ESCUELA DR. EDISON CALLE LOAIZA

En forma libre y voluntaria yo \_\_\_\_\_  
identificado(a) con la cédula de ciudadanía N° \_\_\_\_\_ manifiesto que:

1. Al someter a mi hijo a este estudio no entraña riesgo alguno para su salud ni la de mis familiares.
2. Mi participación puede resultar beneficiosa para mi hijo y mi persona, así como aportar nuevos conocimientos útiles a otros individuos.
3. He recibido información y explicación sobre las condiciones en las que me debo encontrar, para la recolección del espécimen.
4. Me han preparado con relación a mis conocimientos, sobre la importancia del respectivo análisis.
5. Me garantizaron el derecho a la privacidad del examen, la información y datos, así como los resultados del análisis, los cuales estarán sometidos a confidencialidad.

Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento, comprendo los compromisos que asumo y los acepto expresamente. Y, por ello, firmo este consentimiento de forma voluntaria para participar en la realización de los respectivos análisis clínicos.

FIRMA.....

C.C.....

## ANEXO 6

### PROTOCOLO EN EXTRACCIÓN SANGUÍNEA DE SANGRE

1. Preparar la orden de ingreso
2. Identificar al paciente mediante la confirmación de su nombre y número de identificación
3. Si corresponde verificar alguna restricción de la dieta.
4. Seguir las normas de bioseguridad, tanto para protección del paciente como para el laboratorista.
5. Reunir los elementos necesarios y colocarse los guantes.
6. Brindarle la suficiente confianza al paciente.
7. Posicionarlo cómodamente de preferencia en una silla especial para venopunción con descanso para los brazos y si está en cama, preferiblemente acostado.
8. Verificar la selección de tubos y rotularlos de acuerdo al número o código del pacientes
9. Seleccione un sitio adecuado para la venopunción (vena radial, cubito- medial y basílica). La mejor manera es realizando una palpación de las mismas. Para ello coloque el torniquete de 3 a 5 cm por arriba del sitio seleccionado, durante no más de un minuto. En ocasiones si no visualiza la vena, puede forzar la sangre dentro de la vena a través de un suave masaje de abajo hacia arriba, colocando compresas de agua caliente o pidiendo al paciente que cierre y abra su mano varias veces y que finalmente la mantenga cerrada con fuerza.
10. Seleccionado el sitio de punción se procede a desinfectar esta zona con torundas de algodón con alcohol, desde adentro hacia afuera.
11. Verificar si la jeringa no tiene aire y ver si está bien segura la aguja.
12. Realizar la fijación de la vena con el dedo pulgar 2.5 a 5 cm por debajo del sitio a puncionar.
13. Coloque la punta de la aguja en un ángulo de 45° sobre la superficie de la vena escogida y atravesese la piel con un movimiento firme y seguro.

- 14.** Apretando firmemente la jeringuilla debe jalar el émbolo con movimiento continuo para extraer la sangre hasta el volumen requerido.
- 15.** Afloje el torniquete para que la sangre fluya mejor.
- 16.** Asegúrese que la mano del paciente esté abierta.
- 17.** Colocar el algodón con suavidad sobre el sitio de punción sin presionar, y remueva la aguja del brazo con movimiento suave, aplicar presión adecuada y no excesiva para evitar la formación de hematoma.
- 18.** Llenar los tubos en su orden para bioquímica sanguínea (tapa roja) y hematología (tapa azul).
- 19.** Descartar la jeringuilla y aguja en un contenedor apropiado de material infeccioso.
- 20.** Colocar un curita o venda en el sitio de punción del paciente.

## **ANEXO 7**

### **PROTOCOLO DE TRANSPORTE DE MUESTRAS**

- Una vez realizada la extracción, de los especímenes deben ser organizados por códigos de procedencia para facilitar un reconocimiento rápido y efectivo durante el transporte y posterior recepción de estos.
- Asimismo, deben efectuarse comprobaciones previas al transporte de los especímenes concernientes sobre todo a una identificación correcta de los mismos, del impreso de petición y del paciente. Esta buena identificación puede llevarse a cabo de diferentes formas: identificación manual, códigos de barras, etc.
- Asegurar que los especímenes están correctamente identificados, se centrifugan (cuando existan centrífugas en los puntos de extracción) y se envían en gradillas, de forma ordenada según códigos de barras y tipo de tubo y en posición vertical para evitar interferencias de diverso tipo.
- Algunos tipos de muestras especialmente sensibles es posible que necesiten además sistemas de refrigeración, recipientes especiales para protegerlas de la luz, etc. Hasta que lleguen al laboratorio para ser analizadas.

## ANEXO 8

### MÉTODO DE BIOMETRÍA HEMÁTICA EN EL EQUIPO DE SYSMEX, XS- 1000I

Analizador automático de hematología.

El presente método se basa en la citometría de flujo fluorescente, que mediante un láser fotodiodo que proporciona la sensibilidad necesaria para la medición y diferenciación de tipos celulares en sangre total.

Linealidad:

WBC: 0-400.00X 10<sup>3</sup>/uL.

RBC: 0-800X 10<sup>3</sup>/ul.

HBG: 0-25.00 g/dL.

HCT: 0-60%.

Volumen de muestra: 20 uL.

**Análisis los eritrocitos:** Utiliza un canal exclusivo, que utiliza como método de detección la impedancia o corriente directa combinada con la tecnología de enfoque hidrodinámico. De esta forma el conteo celular automatizado separan las poblaciones celulares.

**Análisis de hemoglobina:** Utiliza el reactivo lauril sulfato de sodio (SLS) libre de cianuro. El producto final es un compuesto colorido que es medido por espectrofotometría. Debido a que las determinaciones de hemoglobina se realizan a partir de una dilución y en una cámara de reacción separada, no existe ninguna interferencia por conteos altos de leucocitos, lipemia o proteínas anormales.

**Medición de hematocrito:** la altura de pulsos acumulados de los conteos de todos los eritrocitos, da como resultado el hematocrito directo. Esto está basado en el principio de que el nivel de los pulsos producidos por las células que pasan a través de la apertura, es proporcionar al volumen celular.

## ANEXO 9

### TÉCNICA DE HIERRO DE COBAS.

El presente método se basa en el método Ferrozine sin desproteinización.

Principio del test.

Test colorimétrico.

En un medio ácido, el hierro se libera de la transferrina. Las muestras lipémicas se aclaran con detergente. El ascorbato reduce los iones de  $Fe^{3+}$  liberados a iones de  $Fe^{2+}$ , que reaccionan entonces con ferrozine para formar un complejo cromático. La intensidad cromática es directamente proporcional a la concentración de hierro y puede medirse fotométricamente.

Realización del test

Para garantizar el funcionamiento óptimo del test, observe las instrucciones de la presente metodología referentes al analizador empleado.

Aplicación para suero

Definición del test en el analizador cobas c311.

Tipo de medición 2 puntos finales.

Tiempo de reacción/ 10/23-27.

Puntos de medición.

Longitud de onda 700/570nm.

Dirección de reacción. Incremento.

Unidades  $\mu\text{mol}/(\mu\text{g}/\text{dl}, \text{mg}/\text{L})$

Pipeteo de reactivo. Diluyente ( $H_2O$ )

R1 100ul -

R2 20ul -

Volúmenes de muestra	Muestras	Dilución de muestras	
	Muestra	Diluyente	
Normal	8,5ul	-	-
Disminuido	4.0ul	-	-
Aumentado	17.0ul	-	-

## Calibración

Modo de calibración                      Lineal

Frecuente de calibraciones: calibración a 2 puntos

Después de cambiar el cobas c pack.

En el analizador, tras 7 días.

Si fuera necesario según los procedimientos de control de calidad.

Trazabilidad. El presente método ha sido estandarizado frente a un material de referencia primario (SRM 937).

Límites de intervalos

0.09-179 umol/L (5.00-1000 ug/dl, 0.05-10.0mg/L)

Determinar las muestras con concentraciones superiores a través de la función de repetición del ciclo. En muestras con concentraciones superiores, la función de repetición del test disminuye el volumen de la muestra por el factor 2.1 los resultados son multiplicados automáticamente por este factor.

Límites inferiores de medición.

Límite inferior de detección de test, 0.09 umol/L (5.00 ug/dL, 0.05 mg/L).

El límite de detección inferior equivale a la menor concentración medible de analito que puede distinguirse de cero. Se calcula como el valor situado a tres desviaciones estándar por encima del estándar más bajo (estándar 1+3 de repetitividad, n=21).

## ANEXO 10

### INDICES HEMATIMÉTRICOS

**Hematocrito**

**VCM = ----- x 10= Fl ( Femtolitros)**

**# de eritrocitos**

**Hemoglobina**

**HCM = ----- x 10= Pg ( picogramos)**

**# de eritrocitos**

**Hemoglobina**

**CHCM = ----- x 100 = g % ( gramos por ciento)**

**Hematocrito**

## ANEXO 11

### HOJA DE REGISTRO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

N°	Código del paciente	Hb g/dl (11.5-14.5)	Hto % (31.0-45.0)	Índices eritrocitarios			Globulos Rojos/ul (3.900.000-5.300.000)	Hierro ug/dL (37-145)
				VCM /fL (80.0-96.0)	HCM/ pg (22.0-32.0)	CHCM/g/dl (32.0-36.0)		
1	47328	14.3	42.7	80.0	26.8	33.5	5.120.000	80
2	47329	10.3	29.3	78.5	20.6	30.5	5.220.000	33
3	47330	14.8	42.8	84.6	29.2	34.6	4.670.000	162
4	47332	15.5	45.4	81.9	28.0	34.1	4.610.000	140
5	47333	9.7	29.5	79.7	20.3	30.0	5.120.000	30
6	47334	13.8	41.6	84.9	28.2	33.2	5.060.000	61
7	47335	13.9	41.0	83.3	28.3	33.9	5.090.000	111
8	47336	13.9	40.0	83.2	28.5	34.3	5.120.000	106
9	47337	9.1	28.6	85.7	19.6	34.5	4.900.000	30
10	47338	13.5	40.5	80.4	26.8	33.3	4.900.000	111
11	47339	10.0	29.5	78.0	20.0	33.3	4.920.000	32
12	47340	13.8	40.7	77.8	26.4	33.9	4.870.000	56
13	47341	13.0	39.1	81.6	27.1	33.2	5.120.000	57
14	47342	13.9	41.2	80.3	27.1	33.7	5.040.000	97
15	47343	9.3	27.9	82.8	19.6	33.3	4.810.000	33
16	47344	12.6	38.6	82.0	26.8	32.6	4.120.000	66
17	47345	13.6	40.8	82.9	27.6	33.3	4.790.000	85
18	47346	14.5	43.9	85.2	28.2	33.0	5.130.000	155
19	47347	14.1	43.2	85.7	28.0	32.6	5.180.000	92
20	47348	9.6	41.7	84.1	27.4	32.6	4.710.000	92
21	47349	14.3	43.0	85.1	28.3	33.3	4.920.000	68
22	47350	13.4	40.8	82.6	27.1	33.8	5.150.000	115

N°	Código del paciente	Hb g/dl (11.5-14.5)	Hto % (31.0-45.0)	Índices eritrocitarios			Globulos Rojos/ul (3.900.000-5.300.000)	Hierro ug/dL (37-145)
				VCM /fL (80.0-96.0)	HCM/ pg (22.0-32.0)	CHCM/g/dl (32.0-36.0)		
23	47351	14.0	42.1	84.7	28.2	33.3	5.040.000	94
24	47352	14.4	43.0	84.5	28.3	33.5	4.960.000	103
25	47353	13.9	42.2	71.6	23.6	32.9	5.050.000	71
26	47354	13.7	40.9	84.9	28.9	33.5	4.940.000	129
27	47355	10.0	27.1	80.0	27.6	34.6	4.970.000	33
28	47356	14.3	42.5	88.9	29.9	33.6	5.090.000	118
29	47357	13.3	40.5	80.4	26.4	32.8	5.090.000	103
30	47563	12.5	38.4	82.2	26.8	32.6	5.030.000	100
31	47564	9.6	29.1	86.6	27.8	32.1	5.040.000	31
32	47565	13.2	41.6	80.2	25.4	31.7	4.780.000	75
33	47566	12.0	36.0	79.8	26.6	33.3	5.130.000	110
34	47568	13.2	39.3	85.1	28.6	33.6	4.600.000	121
35	47569	13.5	41.1	83.5	27.4	32.8	4.200.000	145
36	47570	13.6	40.8	80.5	26.8	33.3	4.170.000	101
37	47572	13.9	42.2	85.8	28.3	32.9	5.190.000	130
38	47573	13.3	40.0	80.0	26.8	33.3	4.510.000	147
39	47574	14.2	42.2	79.9	26.9	33.6	4.060.000	100
40	47575	9.0	27.9	80.0	26.7	33.4	4.610.000	30
41	47576	14.6	43.1	83.7	28.3	33.9	4.920.000	148
42	47577	13.5	40.0	85.0	28.5	33.6	5.070.000	78
43	47578	12.2	35.6	82.2	28.2	34.3	4.920.000	102
44	47580	13.6	39.6	82.5	28.3	34.3	4.970.000	186
45	47581	14.1	41.9	81.0	27.3	33.7	5.280.000	141
46	47582	10.7	28.7	81.8	26.8	32.8	4.080.000	33
47	47583	12.4	37.6	84.7	27.9	33.0	5.150.000	171

N°	Código del paciente	Hb g/dl (11.5-14.5)	Hto % (31.0-45.0)	Índices eritrocitarios			Globulos Rojos/ul (3.900.000-5.300.000)	Hierro ug/dL (37-145)
				VCM /fL (80.0-96.0)	HCM/ pg (22.0-32.0)	CHCM/g/dl (32.0-36.0)		
48	47585	13.1	40.0	83.0	27.0	32.8	4.730.000	133
49	47586	12.7	39.0	83.0	27.0	32.6	4.330.000	127
50	47587	13.6	40.6	84.9	28.5	33.6	4.330.000	127
51	47588	12.8	38.7	82.0	27.1	33.1	4.800.000	93
52	47589	9.7	39.2	80.0	25.4	32.4	5.170.000	32
53	47590	13.2	39.2	78.1	26.4	33.7	4.730.000	112
54	47591	13.7	40.9	83.0	27.8	33.5	4.440.000	117
55	47592	11.8	37.1	78.1	24.8	31.8	4.820.000	52
56	47593	13.5	39.7	77.5	26.4	34.0	4.700.000	57
57	47594	13.3	40.6	75.6	24.8	32.8	4.770.000	109
58	47595	13.0	39.4	84.4	27.8	33.0	4.720.000	77
59	47596	12.6	37.0	80.3	27.3	34.1	4.900.000	99
60	47597	12.9	38.7	79.1	26.4	33.3	5.020.000	112

Niveles bajos 

## ANEXO 12



### LABORATORIO MEDICOS

Dr. Romel Torres Sánchez  
MÉDICO PATÓLOGO CLÍNICO

Historia: 34241  
Orden: 47351  
Dr (a): .

07/Abril/2014 (10:46)

	RESULTADO	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA **
<b>HEMATOLOGIA</b>			
<b>SERIE ROJA</b>			
GLOBULOS ROJOS		/uL	4,000,000 - 5,200,000
HEMOGLOBINA		g/dL	12.4 - 16.2
HEMATOCRITO		%	35.0 - 47.0
VOL.CORPUSCULAR MEDIO		fL	80.0 - 96.0
CONC.HEMOGLOBINA MED.		pg.	28.0 - 32.0
CONC.HEMOG.CORP.MED.		g/dL	32.0 - 36.0
DIST.GLOBU.ROJ-CV		%	11.5 - 16.0
DIST.GLOB.ROJ-SD		fL	40.4 - 43.3
<b>SERIE BLANCA</b>			
GLOBULOS BLANCOS		/uL	4,500 - 13,500
<b>FORMULA DIFERENCIAL</b>			
NEUTROFILOS		%	40.0 - 70.0
LINFOCITOS		%	20.0 - 40.0
EOSINOFILOS		%	0.5 - 5.0
MONOCITOS		%	2.5 - 14.0
BASOFILOS		%	0.0 - 2.0
NEUTROFILOS		/uL	2,000 - 7,000
LINFOCITOS		/uL	1,700 - 4,500
EOSINOFILOS		/uL	50 - 500
MONOCITOS		/uL	250 - 1,400
BASOFILOS		/uL	0 - 200
<b>PLAQUETAS</b>			
PLAQUETAS		/uL	150,000 - 521,000
VOL.PLAQUETARIO MED.		fL	7.2 - 11.1
DISTRIBUCION PLAQUETARIA		fL	9.0 - 17.0
PLAQUETOCRITO		%	0.108 - 0.282
P-LCR: PLAQUETAS GRANDES		%	13.0 - 43.0

(\*\*) LOS VALORES DE REFERENCIA DE ESTE INFORME ESTAN DE ACUERDO A EDAD Y SEXO DEL PACIENTE.

PRINCIPAL: SUCRE 10-63 ENTRE AZUAY Y MIGUEL RIOFRIO. EDIFICIO MEDICOS. TELF.: (07) 2573365 - 0997852114  
SUCURSAL: CLINICA DE ESPECIALIDADES MOGROVEJO. 18 NOVIEMBRE 13-43 Y LOURDES. TELF.: (07) 2578846  
LOJA - ECUADOR

[www.laboratoriomedicos.com](http://www.laboratoriomedicos.com)

## ANEXO 13



**LABORATORIO MEDICOS**

Dr. Romel Torres Sánchez  
MÉDICO PATÓLOGO CLÍNICO

Historia: 34241

Orden: **47351**

Dr (a): .

07/Abril/2014 (10:46)

	RESULTADO	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA **
<b>HEMOQUIMICA</b>			
HIERRO SERICO		ug/dL	37 - 145

(\*\*) LOS VALORES DE REFERENCIA DE ESTE INFORME ESTAN DE ACUERDO A EDAD Y SEXO DEL PACIENTE.

PRINCIPAL: SUFRE 10-63 ENTRE AZUAY Y MIGUEL RIOFRIO, EDIFICIO MEDICOS, TELF.: (07) 2573365 - 0997852114  
SUCURSAL: CLINICA DE ESPECIALIDADES MOGROVEJO, 18 NOVIEMBRE 13-43 Y LOURDES, TELF.: (07) 2578846  
LOJA - ECUADOR

[www.laboratoriomedicos.com](http://www.laboratoriomedicos.com)

**ANEXO 14**  
**REGISTRO FOTOGRÁFICO.**

**Fase Preanalítica**



Preparacion del paciente



Toma de la muestra

**Fase Analítica**



Etiquetado de las muestras  
obtenidas



Procedimiento de las muestras de  
hematologia



Procesamiento de las muestras  
De hierro



Reporte de los resultados

### Fase Postanalítica



Charla y difusión de los resultados a los padres de familia de los niños que participaron en el estudio