

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Licenciada en Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico e Histopatológico

TRABAJO DE TITULACIÓN:

“RELACIÓN DE HIERRO SÉRICO Y HEMOGLOBINA COMO APORTE AL DIAGNÓSTICO DE ANEMIA EN ESCOLARES DE 8 – 12 AÑOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA SIMÓN RODRÍGUEZ DE LICÁN.”

Autoras: Acosta Mañay Jessica Karina

Vallejo Pazmiño Gysella Imelda

Tutora: Mercedes Balladares Saltos, Mgs.

Riobamba – Ecuador

Año 2018

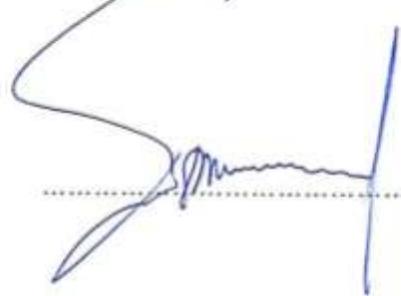
REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: “Relación de hierro sérico y hemoglobina como aporte al diagnóstico de anemia en escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán”, presentado por Acosta Mañay Jessica Karina y Vallejo Pazmiño Gysella Imelda, dirigida por: Mercedes Balladares Saltos, Mgs. una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH. Para constancia de lo expuesto firman:

Phd. Liliana Araujo Baptista
Presidenta del Tribunal



.....



.....

Mgs. Paúl Parra Mayorga
Miembro del Tribunal

Lic. Eliana Martínez Durán
Miembro del Tribunal



.....

DECLARACIÓN DE LA TUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Mercedes Balladares Saltos, Mgs. en calidad de tutora del proyecto de investigación con el tema “Relación de hierro sérico y hemoglobina como aporte al diagnóstico anemia en escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán”, propuesto por las Srta. Acosta Mañay Jessica Karina egresada de la carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico de la Facultad de Ciencias de la Salud, luego de haber realizado las debidas correcciones certifico que se encuentran aptas para la defensa pública del proyecto. En todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando a las interesadas hacer uso del presente para trámites correspondientes.



.....

Mercedes Balladares Saltos, Mgs.

Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Acosta Mañay Jessica Karina y Vallejo Pazmiño Gysella Imelda, y de la Directora del Proyecto; Ximena Robalino, Mgs. y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.”



Acosta Mañay Jessica Karina

C.I: 1803695129



Vallejo Pazmiño Gysella Imelda

C.I: 0606012243



Robalino Flores Ximena, Mgs.

C.I: 0601946940

AGRADECIMIENTO

Al concluir este presente trabajo dedico mi profundo agradecimiento y reconocimiento: a la Universidad Nacional de Chimborazo por la ayuda intelectual y material recibida, a Dios quien ha sido mi guía y protección y a mis padres por permitirme culminar mi carrera profesional.

A mi tutora, Mercedes Balladares, Mgs. por sus valiosas orientaciones y recomendaciones en el desarrollo del mismo, también por su excelente calidad como persona, y a Marcela Guerendiain, PhD, por su contribución y compromiso al proyecto de investigación.

Jessica Karina

Al terminar mi trabajo investigativo agradezco de manera especial a mis padres por ser mi guía mi apoyo y mi luz en este arduo camino de preparación para llegar a mi meta y a la Universidad Nacional de Chimborazo por la ayuda intelectual y material recibida.

Agradezco a mi tutora Mercedes Balladares, Mgs. por ser mi guía, instructora que brindo su paciencia, aliento y empeño en cada uno de mis pasos para mi preparación como profesional, y a Marcela Guerendiain, PhD, por su contribución y compromiso al proyecto de investigación.

Gysella Imelda

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedicó a Dios quien me dio la vida, sabiduría y fortaleza en los momentos difíciles, a mis queridos padres Polivio y Carmen, por su apoyo moral, espiritual, porque supieron comprender la importancia de mi estudio.

De manera especial a todos los docentes quienes me brindaron comprensión, paciencia, tolerancia y por estar pendientes durante el transcurso de mi preparación académica.

Jessica Karina

El presente trabajo de investigación dedicó a Dios divino y permanente de mi esfuerzo; patrocinador de mi capacidad para atesorar conocimientos; bienhechor en el esfuerzo diario; a mis padres Galo y Elsia por darme la seguridad de llegar a mi meta y aliento para cumplir con mis deberes. Gracias por esta protección y por aumentar mi fe.

A mis maestros, gratitud a todos los preceptores que acumularon en mi mente profundos conocimientos; a todos los pedagogos que fueron guías, instructores y catedráticos desde las aulas.

Gysella Imelda

ÍNDICE

RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos	4
ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA	5
Anemia	5
Tipos de anemia.....	5
Anemia regenerativa o periféricas.....	5
Anemia arregenerativa o central.....	6
Causas de la anemia:.....	8
Diagnóstico por el laboratorio.....	9
Estructura de la hemoglobina	11
Hierro sérico	12
Almacenamiento del hierro	12
Déficit de hierro.....	13
Relación de hierro sérico y hemoglobina	14
METODOLOGÍA	14
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	14
Tipo de investigación	15
DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA	15
Población:	15

Muestra:.....	16
Técnicas e instrumentos de la investigación	16
Procedimiento.....	16
Análisis de datos.....	18
Resultados y discusión	18
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
Conclusiones	23
Recomendaciones	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Edad y concentración de hierro sérico y hemoglobina según sexo de los escolares.....	18
Tabla 2. Edad y concentración de hemoglobina según el hierro sérico.	20
Tabla 3. Prevalencia de anemia determinada por la concentración de hemoglobina y hierro sérico de acuerdo al sexo.....	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS ESTADÍSTICOS

Gráfico 1. Correlación entre el hierro sérico y la concentración de hemoglobina.	18
Gráfico 2. Prevalencia de anemia de acuerdo al sexo.	21

RESUMEN

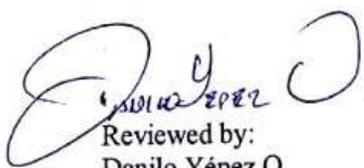
El déficit de hierro es la carencia nutricional con mayor prevalencia y la principal causa de anemia a escala mundial, este trabajo investigativo emplea un estudio descriptivo, no experimental y de corte transversal que tiene como objetivo determinar la relación de hierro sérico y hemoglobina como aporte al diagnóstico de anemia en escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán, debido a que la anemia es una alteración en donde el número de eritrocitos es escaso para compensar las necesidades fisiológicas del organismo; esta investigación se basa en la relación de Hierro Sérico y concentración de Hemoglobina empleando métodos, técnicas y materiales de laboratorio clínico; al realizar estas pruebas se establece que no siempre la relación de los valores de hierro sérico con los valores de la concentración de hemoglobina ayudan al diagnóstico presuntivo de anemia pues esta última determinación puede variar de acuerdo al sexo, altitud geográfica y edad de la persona; de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se presentaron 14 casos en ambos géneros indicando el 9%, estableciendo de esta manera que la prevalencia de anemia radica en el género femenino con 11 casos refiriéndose al 7% y en el género masculino se presentan 3 casos describiendo el 2% respectivamente en la población de escolares en estudio; la finalidad de este trabajo investigativo es evitar el incremento de la prevalencia de esta patología.

Palabras Clave: Anemia, Hierro Sérico, Hemoglobina, eritrocitos, deficiencia.

ABSTRACT

The iron deficit is the nutritional deficiency with higher prevalence and the main cause of anemia worldwide, this research work uses a descriptive, non-experimental and cross-sectional study that aims to determine the ratio of serum iron and hemoglobin as a contribution to diagnosis of anemia in schoolchildren of 8 - 12 years of the Simón Rodríguez from Licán Educational Unit, because anemia is an alteration where the number of erythrocytes is scarce to compensate the physiological needs of the organism; this research is based on the ratio of serum iron and concentration of hemoglobin using methods, techniques and clinical laboratory materials; when performing these tests it is established that not always the relationship of the serum iron values with the values of the hemoglobin concentration help the presumptive diagnosis of anemia since this last determination can vary according to the sex, geographical altitude and age of the person; According to the results obtained in the research, 14 cases were presented in both genders, indicating 9%, establishing in this way that the prevalence of anemia lies in the female gender with 11 cases referring to 7% and in the masculine gender there are 3 cases describing 2% respectively in the population of schoolchildren under study; The purpose of this research work is to prevent the increase in the prevalence of this pathology.

Keywords: Anemia, serum iron, hemoglobin, erythrocytes, deficiency.



Reviewed by:
Danilo Yépez O.
English professor UNACH.



INTRODUCCIÓN

La anemia actualmente es considerada como un problema de salud pública, teniendo en cuenta que la anemia es un trastorno en el cual el número de eritrocitos es insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo. Se cree que, la carencia de hierro es la causa más común de anemia, pero pueden causarla otras carencias nutricionales como las de folato, vitamina B12 y vitamina A, 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 ⁽¹⁾.

El déficit de hierro es la deficiencia nutricional más prevalente y la principal causa de anemia a escala mundial. En los países en vías de desarrollo los grupos más afectados son los niños y adolescentes, debido a sus mayores requerimientos determinados por el crecimiento. Este aumento de las necesidades no es cubierto por la dieta habitual la que tiene cantidades insuficientes de hierro y/o presenta una baja biodisponibilidad de este nutriente ⁽²⁾.

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. La OMS en el 2011 señala que la anemia es el trastorno hematológico más frecuente a nivel mundial, la cual afecta a 2000 mil millones de personas. En el 2010 en América Latina este déficit se presentó con un 48% afectando a más de 800 millones de niños ⁽³⁾. En el Ecuador según el Ministerio de Salud Pública – MSP estableció que en el 2014 el 40% de niños presentó anemia, mientras tanto en Chimborazo el 60% de los niños presentaron esta carencia ⁽⁴⁾.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática actual acerca de los problemas nutricionales no es causada solamente por la ausencia de una alimentación adecuada, las causas son variadas y complejas. A la causa inmediata de dificultades en la alimentación se suman las infecciones y enfermedades, bajo acceso a: la educación principalmente de la madre, a educación nutricional, a servicios de salud y brechas en el acceso a agua y saneamiento. Dentro de las causas estructurales se encuentran el bajo ingreso, la pobreza y la débil aplicación del marco legal y las políticas públicas ⁽⁵⁾.

El problema en Ecuador no es la falta de disponibilidad de alimentos, es la inequidad en el acceso a una alimentación adecuada que tiene por factores educativos y por otra, factores económico ⁽⁵⁾. La situación alimentaria y nutricional refleja la realidad socioeconómica; el potencial productivo y la capacidad de transformar y comercializar los alimentos que satisfagan los requerimientos nutricionales de la población a todo nivel. Esta problemática amerita políticas multisectoriales. Más que ninguna otra área, la alimentación y nutrición, conjuga las condiciones para desarrollar una intervención que integre aspectos sociales y económicos ⁽⁶⁾.

Se estima que aproximadamente la mitad de la anemia en la población se debe a la deficiencia de hierro. Aunque la deficiencia de hierro es la causa la más común, otras deficiencias de vitaminas y minerales, inflamación crónica, infecciones parasitarias, y trastornos hereditarios pueden causar anemia. Tanto la anemia y deficiencia de hierro tienen consecuencias graves para la salud y en términos económicos. La anemia ferropénica compromete la habilidad del niño para aprender, lo que limita aún más sus perspectivas de futuro lo que, en términos agregados, dificulta el desarrollo de la población ⁽³⁾.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación pretende ser una guía para quienes tienen la ardua labor de contribuir con la información y el control de las enfermedades provocadas por una mala nutrición y alimentación deficiente, ya que es importante tener en cuenta que actualmente la anemia es una patología que no permite el rendimiento escolar adecuado, existiendo fatiga, somnolencia, decaimiento, siendo esta deficiencia el resultado de necesidades insatisfechas (embarazo, crecimiento, dieta inadecuada), y/o aumento de las pérdidas (inflamación crónica, infecciones parasitarias) y un sin número de alteraciones más que se pueden producir en el organismo ⁽³⁾.

Por lo tanto se vio la necesidad de evitar que se siga incrementando la prevalencia de anemia, ya que la mejor manera de prevenir es informarse y realizarse análisis de laboratorio frecuentemente, los mismos que contribuyan al diagnóstico presuntivo de alteraciones fisiológicas y patológicas.

Los beneficiarios de esta investigación son los escolares de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán por medio de la determinación de hierro sérico y concentración de hemoglobina y correlacionándolas con la edad y el género ayudando de esta manera a mejorar el estilo de vida y concientizando sobre una mejor alimentación y dieta balanceada de acuerdo a los requerimientos nutricionales de los escolares.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar la relación de hierro sérico y hemoglobina como aporte al diagnóstico de anemia en escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán en el período académico Noviembre 2017 – Febrero 2018.

Objetivos Específicos

- Analizar hierro sérico y hemoglobina en muestras sanguíneas en escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán.
- Establecer la relación de la concentración de hierro sérico y hemoglobina en escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán.
- Determinar la prevalencia de anemia por género en escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán.

ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA

ANEMIA

La anemia es una alteración la cual el número de hematíes es insuficiente para satisfacer las necesidades fisiológicas del organismo de un individuo como el transporte de Oxígeno de los pulmones hacia los tejidos del cuerpo humano, estas necesidades varían dependiendo de su edad, estilo de vida, género o altura en la que viven. Siendo la causa principal el déficit de hierro en la anemia, parasitosis, inflamación aguda y crónica, enfermedades hereditarias y adquiridas que afectan la producción, síntesis de hemoglobina y supervivencia de glóbulos rojos ⁽¹⁾.

TIPOS DE ANEMIA

▪ Desde el punto de vista fisiopatológico la anemia se clasifica en:

- **Anemia regenerativa o periféricas**

Es un clase de anemia curable, ya que no presenta dificultad con la médula ósea, en este tipo de anemia la médula ósea suele responder de manera rápida frente a la producción de los glóbulos rojos, quienes liberan reticulocitos, disminuyendo los niveles de Oxígeno molecular en el organismo y aumentando la producción de la eritropoyetina ⁽⁹⁾.

Entre las principales encontramos:

a) Hemorrágicas:

- **Aguda:** Son las que empiezan y terminan en un corto período sin importar su magnitud reduciendo la capacidad del transporte de O₂ de la sangre. Entre las principales se citan: Shock hipovolémico.
- **Crónicas:** Evoluciona durante un lapso prolongado, por pequeños sangrados repetitivos. Entre las principales se citan: Gastritis y úlceras de estómago y duodeno ⁽¹⁰⁾.

b) Hemolíticas:

- **Congénitas:** Son enfermedades hereditarias debidas a alteraciones en uno de los 3 componentes básicos del hematíe: la membrana, el metabolismo y la hemoglobina. Las más frecuentes son talasemia y anemia falciforme ⁽¹⁰⁾.

- **Adquiridas:** Es un trastorno patológico de la sangre, se presenta si el organismo recibe la señal de destruir eritrocitos aunque estos sean normales. Ocurre por la reducción de la cantidad de hematíes o de hemoglobina debido a la incapacidad del organismo para reponer suficientes células sanguíneas de transporte de oxígeno molecular destruidas. Las más frecuentes son: Coagulación intravascular diseminada, malaria y quemadura graves ⁽¹⁰⁾.

- **Anemia arregenerativa o central**

Se caracteriza por la falla de la médula ósea para compensar la disminución de la concentración de la hemoglobina mediante un aumento en la actividad de la hormona eritropoyética, ya sea por defecto en la propia médula o por falta de los factores primordiales ⁽¹¹⁾. Entre las principales encontramos:

- a) **Aplasia medular:** Desarrollo incompleto o defectuoso de las líneas celulares de la médula ósea, produciendo células inmaduras. Las más frecuentes son: Anemia aplásica ⁽¹¹⁾.
- b) **Anemias carenciales:** Son aquellas en que hay disminución de hemoglobina por falta de elementos necesarios para la maduración síntesis de la hemoglobina. Entre las más frecuentes tenemos: déficit de vitamina B12 y ácido fólico ⁽¹¹⁾.

Desde el punto de vista morfológico la anemia se clasifica en:

- a) **MACROCÍTICAS O MEGALOBLÁSTICAS**

Conjunto de enfermedades que resultan de la carencia de vitamina B12 o B9 siendo las células inmaduras (blastos) y glóbulos rojos de gran tamaño de la médula ósea por motivo de que la maduración del citoplasma es mayor que la nuclear ⁽¹³⁾.

- b) **MICROCÍTICAS HIPOCRÓMICAS**

Esta anemia se define por tener hematíes pequeños hipocrómicos que ocasionan una menor producción de hematíes y disminución de hemoglobina por parte del organismo. Esta clase de anemia resulta de la falta de hierro en la sangre debido a la pérdida sanguínea en forma habitual o la presencia de una inflamación ⁽¹³⁾.

c) **NORMOCÍTICAS NORMOCRÓMICAS**

Es un trastorno de la sangre que se caracteriza por la ausencia de glóbulos rojos en el organismo, si bien su apariencia y tamaño sean normales, la cantidad es inferior a la necesaria. Esta patología se asocia con enfermedades crónicas como la pérdida de sangre, problemas de médula ósea o una enfermedad renal. ⁽¹³⁾.

ANEMIA FERROPÉNICA

El déficit de hierro se define como la disminución del contenido del hierro total en el organismo, su etapa final, la anemia por deficiencia de hierro. Se calcula que el 30% de la población mundial sufre algún grado de deficiencia de hierro⁽¹²⁾. La ferropenia consiste en la deficiencia de los depósitos sistémicos de Fe, con potencial efecto nocivo, especialmente en la infancia. Si esta situación se agrava o se mantiene en el tiempo, se desarrollará anemia ferropénica, con mayor repercusión clínica, esta enfermedad hematológica es más frecuente en la infancia, es la anemia producida por la alteración de la función hematopoyética medular en la síntesis de Hb debido a la carencia de Fe. Los eritrocitos tienden a ser microcíticos e hipocrómicos, y los depósitos de hierro son bajos, como muestra el descenso de ferritina sérica y las bajas concentraciones séricas de hierro con alta capacidad total de fijación de hierro ⁽¹³⁾.

La anemia ferropénica puede tener diferentes orígenes como:

a) Primer año de vida:

Los requerimientos por crecimiento son máximos, mientras que la ingesta es relativamente pobre.

b) Adolescencia:

- **Varones:** Los requerimientos por crecimiento son elevados y la dieta puede no aportar hierro suficiente.
- **Mujeres:** A los elevados requerimientos por crecimiento se agregan las pérdidas menstruales. Como agravante, la dieta, por motivos socioculturales, suele ser marcadamente deficiente en hierro ⁽¹³⁾.

Las complicaciones es raro que la anemia ferropénica cause complicaciones graves o prolongadas. Sin embargo las investigaciones han demostrado que la anemia ferropénica puede afectar al sistema inmunitario, haciendo que sea más propenso a las enfermedades e infecciones ⁽¹³⁾.

CAUSAS DE LA ANEMIA:

- **Por déficit vitamínico y nutricional:**

- Alimentación con insuficiente cantidad de hierro ⁽¹⁴⁾.
- Niños pequeños que consumen en grandes cantidades leche de vaca pueden presentar anemia si no se incorporan otros alimentos a la dieta diaria ⁽¹⁴⁾.
- Déficit vitamínico en ácido fólico, vitamina B12 o vitamina E en la ingesta de alimentos ⁽¹⁴⁾.
- Dieta basada únicamente en vegetales y sus derivados ⁽¹⁴⁾.
- Consumo de porciones y cantidades inadecuadas de alimentos requeridos en la dieta diaria de acuerdo a la edad de los niños ⁽¹⁴⁾.
- Ingesta inadecuada o nula de suplementos vitamínicos y ácido fólico antes, durante y después del estado gestacional ocasionada por la exigencia de hierro del feto y el comienzo del embarazo ⁽¹⁷⁾.
- Falta de información y desconocimiento sobre la pirámide alimenticia y porciones adecuadas de alimentos a consumirse a diario ⁽¹⁷⁾.

- **Por enfermedades:**

- Anemia falciforme, lo que conlleva a que el organismo reciba menor cantidad de oxígeno ⁽¹⁵⁾.
- Provoca también anemia a causa de una enfermedad de la médula ósea o de enfermedades autoinmunes, como el lupus ⁽¹⁵⁾.
- Anemias debidas a enfermedades crónicas como insuficiencia renal y cáncer ⁽¹⁵⁾.
- Mal nutrición antes durante y después del embarazo ⁽¹⁵⁾.
- Incapacidad del cuerpo para captar y absorber correctamente el hierro ⁽¹⁵⁾.
- Niveles por debajo de los valores normales de hormonas tiroideas o testosterona ⁽¹⁶⁾.

- Personas expuestas a tratamientos de radioterapia o quimioterapia ⁽¹⁶⁾.
- La anemia aplásica es una enfermedad grave y poco común que hace que el cuerpo deje de producir una cantidad suficiente de glóbulos rojos nuevos. Es posible que un niño nazca con esta anemia o que la desarrolle después de una infección viral o la exposición a un medicamento ⁽¹⁶⁾.
- Anemia causada por sangrado, agudo o crónico que se origina con más frecuencia en el tracto gastrointestinal. A menudo se produce por una alergia a las proteínas de la leche de vaca ⁽¹⁶⁾.
- Presencia de parásitos intestinales ⁽¹⁶⁾.
 - **Por condiciones sociales y ambientales:**
 - Condiciones socio económicas e higiénico sanitaria deficientes de la familia ⁽¹⁸⁾.
 - Controles médicos con poca frecuencia ⁽¹⁸⁾.
 - Familias numerosas y en condiciones financieras inestables ⁽¹⁸⁾.
 - Presencia de parasitosis intestinales debido a zonas endémicas deficitarias ⁽¹⁸⁾.
 - **Por consumo de sustancias estupefacientes y psicotrópicos.**
 - Exposición a drogas, alcohol, toxinas y fármacos durante el embarazo ⁽¹⁹⁾.
 - Consumo de antiácidos por tiempos prolongados ⁽¹⁹⁾.
 - **Relacionados a la persona:**
 - Recién nacidos prematuros o con bajo peso al nacer ⁽¹⁷⁾.
 - Niños y niñas con infecciones recurrentes ⁽¹⁷⁾.
 - Hijos de madres adolescentes y anémicas o embarazos múltiples ⁽¹⁷⁾.
 - Corte precoz del cordón umbilical ⁽¹⁷⁾.
 - Suspensión de la lactancia materna a temprana edad ⁽¹⁷⁾.

DIAGNÓSTICO POR EL LABORATORIO

Para valorar una anemia hay que tener en cuenta:

- Historia clínica y exploración física del paciente

- Hemograma:
 - **Contaje de Glóbulos rojos:** Mide la cantidad de hematíes en el organismo por milímetro cúbico de sangre ⁽²⁰⁾.
 - **Hemoglobina:** Procedimiento que ayuda a evaluar la concentración de glóbulos rojos en sangre lo que permite definir la presencia o no de anemia en el organismo ⁽²¹⁾.
 - **Hematocrito:** Prueba de laboratorio relacionado con la concentración de la hemoglobina en sangre, por lo que su análisis constituye el procedimiento para diagnosticar anemia ⁽²¹⁾.
 - **Índices Hematimétricos:** Son cálculos que proporcionan información sobre el tamaño (VCM) de los hematíes, contenido (HCM) y concentración (CHCM) de hemoglobina, siendo el hematocrito, hemoglobina y contaje de glóbulos rojos los parámetros necesarios para determinar su concentración ⁽²⁰⁾.
 - **Volumen corpuscular medio (VCM):** Es el volumen medio de los eritrocitos ⁽²⁰⁾.
 - **Hemoglobina corpuscular medio (HCM):** Es la concentración media de hemoglobina en un volumen determinado de hematíes concentrados ⁽²⁰⁾
 - **Determinación de reticulocitos:** Refleja el grado de eritropoyesis medular y la capacidad regenerativa de una anemia ⁽²⁰⁾.
 - **Morfología eritrocitaria o frotis sanguíneo:** Aporte de información morfológica de todas las líneas celulares hematológicas ⁽²¹⁾.

- **Perfil férrico:**
 - **Hierro plasmático o sideremia:** Concentración de hierro en sangre ⁽²¹⁾.
 - **Ferritina:** Prueba que mide los depósitos de hierro en sangre ⁽²¹⁾.
 - **Transferrina:** Capacidad de transporte de hierro en sangre ⁽²¹⁾.
 - **Índice de saturación de Transferrina:** Indica la capacidad de fijación de hierro a la transferrina ⁽²¹⁾.

HEMOGLOBINA

Es una proteína que constituye el 90% del peso del eritrocito cuya función es el transporte del oxígeno de los pulmones a los tejidos, el O se fija a la hemoglobina que da formación de oxihemoglobina que es transportada hacia los tejidos, donde el O₂ es liberado y la

hemoglobina se reduce a desoxihemoglobina. En condiciones patológicas, la hemoglobina puede fijarse a otros gases, como por ejemplo el ácido sulfhídrico o el monóxido de carbono dando lugar a la Sulfahemoglobina y caboxihemoglobina, respectivamente, que son tóxicos para el organismo ya que impiden que el oxígeno sea transportado con normalidad ⁽²⁰⁾.

ESTRUCTURA DE LA HEMOGLOBINA

La molécula de hemoglobina normal está formada por 4 cadenas polipeptídicas dos cadenas alfa y dos cadenas beta cada cadena alfa está constituida por 141 aminoácidos, en la cual las cadenas beta tienen 146 aminoácidos ⁽²²⁾. Cuatro grupos hemo siendo este el componente no proteico de la Hb y el cual le da el color rojo de la sangre, los cuales están unidos a una cadena de globina. La globina es una proteína en la cual las características influyen en el desarrollo del organismo ⁽²³⁾.

SÍNTESIS DE HEMOGLOBINA

La síntesis de hemoglobina se inicia en el eritroblasto a través de 2 vías: síntesis del grupo hemo y síntesis de globina. La síntesis de la proteína del grupo hemo se produce en la mitocondria y la síntesis de la proteína globina se produce en los ribosomas en la cual la cadena del grupo hemo y la cadena del grupo globina se unen para formar la cadena de hemoglobina ⁽²⁴⁾.

Diariamente se debe sintetizar un aproximado de 6,25 g de hemoglobina, el 65% de esta cantidad se produce dentro de la médula ósea en el proceso madurativo del eritrocito, específicamente en la etapa de Normoblastos Policromáticos; el 35% restante se genera luego de la expulsión del núcleo en el sistema reticuloendotelial, ya que esta célula aún posee restos de ARN y mitocondrias en su interior, las cadenas de la parte proteína de la hemoglobina (globina) fueron nombradas de acuerdo a alfabeto griego, se distinguen cuatro cadenas alfa, beta, delta y gamma, las cuales se juntan en dos pares y forman diferentes tipos de hemoglobina ⁽²³⁾.

HIERRO SÉRICO

El hierro sérico se forma como producto de la degradación fisiológica de los hematíes, que existe normalmente una cantidad de hierro libre en circulación. Las cuales tienen variaciones circadianas de acuerdo con el estado fisiológico del paciente. La anemia por déficit de hierro es uno de los principales trastornos, las cuales se dan especialmente en niños, mujeres jóvenes, embarazadas y ancianos. Otro de los trastornos a nivel digestivo son las úlceras gástricas o duodenales y carcinomas de estómago, es una de las causas de anemia ferropénica. Por el contrario, el exceso de hierro se asocia con otros desórdenes patológicos, como hemosiderosis, hemocromatosis y anemia sideroblástica ⁽²⁵⁾.

ALMACENAMIENTO DEL HIERRO

- La dieta occidental normal proporciona 10 a 15 mg de hierro diarios de los cuales solo 1 mg entra a la circulación.
- La pérdida de 10 a 20 ml de sangre por día conduce rápidamente a un equilibrio de hierro negativo y a la reducción de los almacenes corporales de este elemento.
- En estados de deficiencia de hierro, la absorción duodenal puede aumentar puede aumentar a 3 o 4 mg/día como máximo.
- Cuando las reservas corporales de hierro se agotan, aparecen la eritropoyesis deficiente en hierro en la que todavía pueden ser normales los índices eritrocitarios ⁽²⁵⁾.

METABOLISMO DEL HIERRO SÉRICO

El hierro se reparte en el organismo de diferentes maneras, incluyendo hemoglobina, hierro tisular y mioglobina. El transporte de hierro se realiza de un órgano a otro mediante una proteína que transporta transferrina. En la cual forma un complejo que forma con el hierro que se denomina transferrina. La ferritina la cual está localizada en la mayoría de las células del cuerpo, que forman una reserva de hierro, que está disponible para la formación de la proteína llamada hemoglobina y otras proteínas que contienen el grupo hemo. La absorción de hierro ocurre principalmente en el intestino delgado específicamente en el duodeno. Tanto la ferritina como la transferrina están presentes en las células del revestimiento superficial de los intestinos y juntas regulan la absorción de hierro. Los principales desórdenes del metabolismo de hierro corresponden a su deficiencia o exceso,

sin embargo, se han observado alteraciones en muchas otras enfermedades, incluyendo patologías como la anemia, enfermedades cardiovasculares, hepatitis crónica, enfermedades renales e infecciones ^{(26) (27)}.

DÉFICIT DE HIERRO

Esto ocurre cuando la cantidad total de hierro del organismo está por debajo de los valores normales. Primero desaparece la reserva de hierro, en esta etapa de agotamiento férrico, en las cuales se observa valores normales de hemoglobina y hierro sérico en el análisis de los resultados del paciente. Posteriormente existe un periodo subclínico, donde aparece disminuidos los valores de hierro sérico y de saturación de transferrina ⁽²⁸⁾.

Si la deficiencia de hierro persiste, aparece un cuadro clínico la anemia ferropénica, donde la producción de eritrocitos está limitada por la reserva de hierro en el plasma. Las causas de deficiencia de hierro son muchas, por lo cual se mencionaran las más importantes. La absorción de hierro depende de la dieta y de una serie de factores ⁽²⁹⁾.

- a) **Dieta:** Debido a una ingesta insuficiente de productos cárnicos, los cuales son más fácilmente absorbibles. Por lo cual está ligado al consumo con alimentos con inhibidores de la absorción de hierro, en los cuales pueden ser el maíz o el té ⁽²⁶⁾.
- b) **Absorción insuficiente de hierro:** Esto ocurre por una cirugía gástrica o la mala absorción intestinal ⁽²⁶⁾.
- c) **Perdidas de hierro:** puede producirse por un sangrado gastrointestinal, ulcera péptica, gastritis y hemorroides. En las mujeres es más frecuente la anemia ferropénica debido a menstruaciones frecuentes y abortos ⁽²⁶⁾.
- d) **Necesidades aumentadas:** Los requerimientos diarios de hierro en la infancia se encuentran aumentados debido al rápido crecimiento y que los alimentos más ingeridos como la leche tiene un bajo contenido de hierro. En las que se encuentran aumentadas las necesidades durante el embarazo y la lactancia. En el embarazo las necesidades de hierro son elevadas debe permitir el aumento del volumen sanguíneo al feto y a la placenta y compensar las perdida de hierro durante el parto. La ingesta inadecuada de alimentos ricos en hierro y suplementos nutricionales producen un déficit de hierro ⁽³⁰⁾.

RELACIÓN DE HIERRO SÉRICO Y HEMOGLOBINA

El hierro es un elemento capital para los procesos metabólicos intrínsecos de la vida, siendo fundamental para la formación del grupo hem, y por tanto de la hemoglobina (Hb) contenida en los glóbulos rojos, y de muchos sistemas enzimáticos. La mayor parte de este hierro se encuentra en la hemoglobina de los glóbulos rojos (2000-2500 mg). Aproximadamente el 10% se encuentra en las fibras musculares (en la mioglobina) y otros tejidos en enzimas⁽⁷⁾.

Para producir nuevos eritrocitos el cuerpo necesita proteína en cantidad y calidad adecuada, mineral y vitaminas, que deben ser aportados por la dieta. La proteína se requiere para la estructura de los glóbulos rojos y la producción de la hemoglobina que ellos contienen. El hierro es esencial para la producción de hemoglobina, y si una cantidad suficiente no se encuentra disponible, los eritrocitos producidos tendrán menor tamaño y cada uno contendrá menor cantidad de hemoglobina que la normal. 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⁽⁸⁾.

METODOLOGÍA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Estudio descriptivo, no experimental de corte transversal donde la población muestral utilizó un grupo de escolares comprendías entre las edades de 8 a 12 años de edad, que asisten a la Unidad Educativa “Simón Rodríguez” en el período académico Septiembre 2017- Junio 2018, ubicada en la parroquia de Licán, cantón Riobamba en los cuales se aplicó el análisis de Hierro Sérico y concentración de Hemoglobina.

Se llevó a cabo determinaciones aplicando métodos, técnicas y procedimientos de laboratorio clínico en donde se manipuló de forma directa las muestras biológicas para su posterior análisis, siendo su principal objetivo adquirir resultados confiables, de calidad y sobre todo útiles para la investigación.

La aplicación y manejo de principios bioéticos en el área de salud, como el consentimiento informado el mismo que permite el contacto directo con la población y analista, adquiriendo el laboratorista habilidades y destrezas en el manejo del paciente y procedimientos analíticos para formación profesional del mismo, son parte de esta investigación.

Los escolares de cuarto, quinto, sexto y séptimo año de educación básica que son participantes y beneficiarios de este proyecto el cual tiene como objetivo primordial determinar la relación de hierro sérico y hemoglobina como aporte al diagnóstico de anemia. Estas actividades se realizaron de acuerdo al cronograma de trabajo establecido incluyendo socialización con los padres de familia o representantes legales de los escolares, aplicación del consentimiento informado, toma de muestras sanguíneas, análisis hierro sérico y concentración de hemoglobina, reporte y entrega de resultados, finalmente la elaboración de las estadísticas.

Los aspectos éticos-legales considerados en la propuesta de investigación están apoyados en el Art. 204 del capítulo III de la LEY ORGÁNICA DE LA SALUD DEL ECUADOR

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo radica en un estudio cualitativo el mismo que se basó en la búsqueda de información y revisión bibliográfica sobre aspectos de anemia y nutrición infantil estableciendo como esta influye en el desarrollo académico, psicológico, social, aspecto socio – económico y estado de salud de los escolares.

Además un estudio cuantitativo porque se fundamentó en resultados de laboratorio clínico que consistió en valorar la concentración de hierro sérico en escolares y correlacionarlos con valores de la hemoglobina para así contribuir con el diagnóstico de anemia.

DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

En esta investigación se trabaja con 180 niños y niñas de 8 – 12 años de la Unidad Educativa “Simón Rodríguez” de Licán del cantón Riobamba.

Muestra:

La muestra utilizada fue de 162 niños y niñas de 8 – 12 años de edad que cursan desde cuarto a séptimo año de educación básica en el período académico Septiembre 2017 – Junio 2018. Aplicando criterios de inclusión y exclusión para la muestra.

Criterios de inclusión y exclusión: Fueron excluidos del proyecto de investigación todos los escolares cuyos padres de familia o representantes legales no hayan firmado el consentimiento informado y únicamente se incluyeron a los escolares con quienes se tuvo total cooperación a la hora de la toma de muestra sanguínea.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

- **Técnica:** Análisis del laboratorio.
- **Instrumento:** Base de datos o matriz de resultados.

PROCEDIMIENTO

Una vez aplicados los consentimientos informados a los padres de familia y representantes legales se seleccionó la población a participar, coordinando reuniones con los docentes tutores y coordinadores a cargo del proyecto con el fin de plantear actividades a desarrollarse: Fechas para la toma y procesamiento de muestras biológicas, esto se realizó previa organización con las autoridades de la institución educativa, de acuerdo a la distribución de días previsto con anterioridad se procedió a extraer las muestras sanguíneas a los escolares en la Unidad Educativa “Simón Rodríguez” de Licán y una vez obtenidas las muestras biológicas se dirigieron y procesaron de forma automatizada en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Chimborazo, posteriormente finalizados los análisis de muestras se crea e ingresa a la base de datos digital correspondiente a los resultados obtenidos para posteriormente realizar repeticiones en muestras alteradas a continuación realizar la validación, impresión y entrega de los resultado para finalmente realizar los análisis estadísticos, discusiones y parámetros finales pertinentes al Proyecto de Investigación desarrollado.

Para este estudio se empleó paquetes estadísticos, que se refiere a la selección de pacientes, recolección de información específica, análisis e interpretación de los resultados de acuerdo a la recopilación de datos del fenómeno en estudio, con la finalidad de realizar procesamientos analíticos de muestras biológicas en población escolar de 8 – 12 años y posteriormente relacionar los valores de hierro sérico y hemoglobina como aporte al diagnóstico de anemia en de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán.

Se aplicó técnicas automatizadas para el análisis de las muestras sanguíneas.

- Técnica automatizada para la determinación de hemoglobina mediante el equipo “Humacount 2,5 Release”

- **Método:**

El método de impedancia (método Coulter) cuenta y determina el tamaño de las células detectando y midiendo los cambios en la impedancia térmica cuando una partícula en un líquido conductor pasa a través de una pequeña apertura. La dilución de la muestra lisada se puede medir mediante un método fotométrico. El reactivo produce lisis sobre los glóbulos rojos, que libera hemoglobina. El proceso químico produce una forma estable de metomoglobina. Ésta se mide mediante un fotómetro sobre la cámara ⁽³¹⁾.

- Técnica automatizada para la determinación de hierro sérico mediante el equipo “HumaStar 200”

- **Método:**

Prueba fotométrica colorimétrica para el hierro con factor aclarante de lípidos, siendo las técnicas fotométricas para la determinación de la presencia del analito de hierro en suero mediante el estudio de la dispersión que forma el disolvente y donde produce la formación de un complejo con un cromógeno en el cual la absorbancia obtenida es directamente proporcional a la concentración de hierro ⁽³²⁾.

ANÁLISIS DE DATOS

- **Técnicas:** Estadística descriptiva
- **Instrumentos:**
 1. **Matriz de datos:** Creación de una matriz de datos
 2. **Análisis de datos:** Mediante el software estadístico SPSS versión 2.0
 3. **Tablas de datos:** Presentación del análisis estadístico obtenido

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

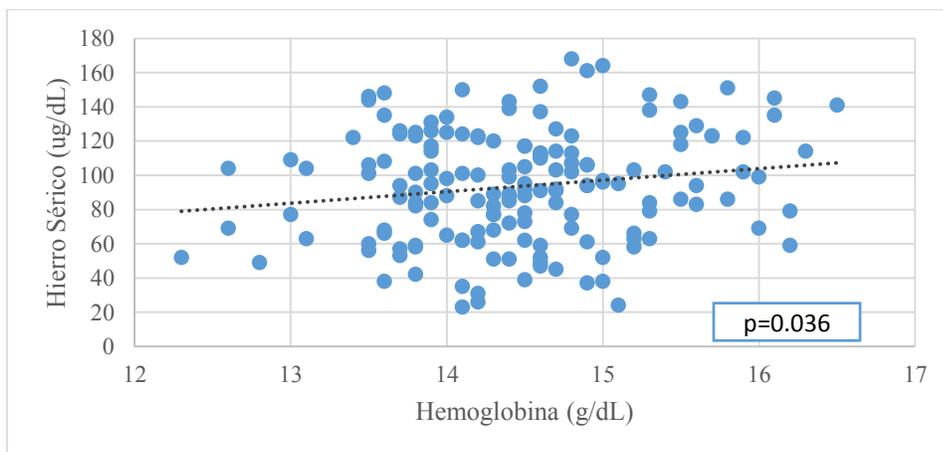
Tabla 1. Edad y concentración de hierro sérico y hemoglobina según sexo de los escolares.

Variables	N	Población		N	Niñas		N	Niños		P
		M	SD		M	SD		M	SD	
Edad (años)	180	9.37 ± 1.02		95	9.41 ± 1.04		85	9.32 ± 1.00		0.543
Hemoglobina (g/dL)	172	14.45 ± 0.79		93	14.48 ± 0.71		70	14.41 ± 0.88		0.558
Hierro Sérico (ug/dL)	162	93.56 ± 32.20		87	94.86 ± 34.36		75	92.04 ± 29.65		0.580

Fuente: Base de datos de las pruebas realizadas a los escolares del proyecto de investigación.

Autoras: Jessica Acosta y Gysella Vallejo.

Gráfico 1. Correlación entre el hierro sérico y la concentración de hemoglobina.



Fuente: Base de datos de las pruebas realizadas a los escolares del proyecto de investigación.

Autoras: Jessica Acosta y Gysella Vallejo.

Análisis:

En la tabla 1 de acuerdo a análisis estadístico del Test de Student se presentan la edad, el hierro sérico y la concentración de hemoglobina en suero de los escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán. La media de edad global fue de 9.37 ± 1.02 años, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos. Tampoco se constaron diferencias significativas para la hemoglobina y el hierro sérico.

En el gráfico 1 de acuerdo al coeficiente de correlación de Pearson se muestra la relación entre el hierro sérico y la concentración de hemoglobina. Se constató una asociación directa estadísticamente significativa.

Discusión:

Según los estudios de la Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC) en el año 2002, deducen los autores, que la hemoglobina es un indicador poco utilizado para el diagnóstico de anemia. No obstante, puede ser la única prueba factible de ser efectuada, especialmente en los países en desarrollo. Explican que los niveles bajos de hierro sérico disminuyen los valores de concentración de hemoglobina los mismos que pueden indicar la presencia de anemia o que puede ser por algún proceso infeccioso no detectado en el examen clínico⁽³⁵⁾, al compararlo con nuestra investigación deducimos que, la hemoglobina se encuentra relacionada con el hierro sérico, debido a que pueden encontrarse valores altos o bajos de hierro sérico y valores aumentados o disminuidos de hemoglobina los cuales no necesariamente indican la presencia de anemia, puesto que, estos valores pueden encontrarse alterados por factores asociados a la edad, sexo y altura geográfica, por lo que se requiere de otros exámenes complementarios.

Tabla 2. Edad y concentración de hemoglobina según el hierro sérico.

Variables	Casos de anemia según Hierro Sérico				Hierro sérico							
	No anemia (n=148)		Anemia (n=14)		P	Alto (38)		Normal (n=110)		Bajo (n=14)		P
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	M	SD	
Edad (años)	9.45 ± 0.95		8.71 ± 1.49		0.093	9.58 ± 0.68*		9.40 ± 1.02		8.71 ± 1.49*		0.020
Hemoglobina (g/dL)	14.49 ± 0.80		14.30 ± 0.62		0.397	14.64 ± 0.88		14.44 ± 0.77		14.30 ± 0.62		0.536

Fuente: Base de datos de las pruebas realizadas a los escolares del proyecto de investigación.

Autoras: Jessica Acosta y Gysella Vallejo

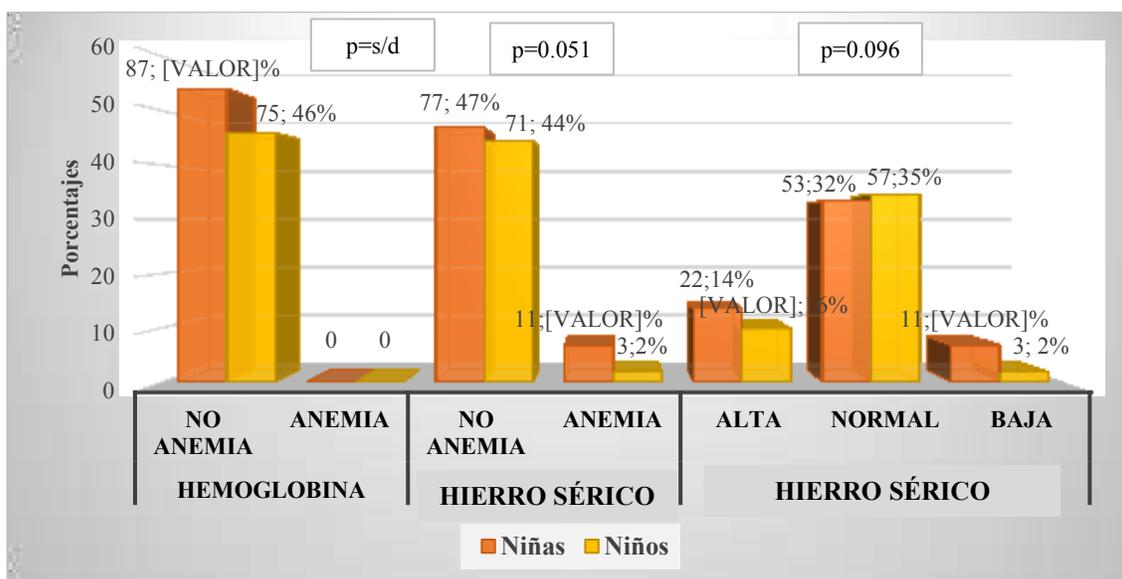
Tabla 3. Prevalencia de anemia determinada por la concentración de hemoglobina y hierro sérico de acuerdo al sexo.

	PRUEBAS													
	Hemoglobina				Hierro Sérico				Hierro Sérico					
Sexo	No anemia	%	Anemia	%	No anemia	%	Anemia	%	Alto	%	Normal	%	Bajo	%
Femenino	87	54%	0	0%	77	47%	11	7%	22	14%	53	32%	11	7%
Masculino	75	46%	0	0%	71	44%	3	2%	16	10%	57	35%	3	2%
Total	162	100%	Sin datos		148	91%	14	9%	38	24%	110	67%	14	9%

Fuente: Base de datos de las pruebas realizadas a los escolares del proyecto de investigación.

Autoras: Jessica Acosta y Gysella Vallejo

Gráfico 2. Prevalencia de anemia de acuerdo al sexo.



Fuente: Base de datos de las pruebas realizadas a los escolares del proyecto de investigación.

Autoras: Jessica Acosta y Gysella Vallejo

Análisis:

La tabla 2 muestra la edad y la concentración de hemoglobina de los niños según el hierro sérico. Se observó que aquellos que tenían una concentración de hierro sérico bajo presentaron menor edad que el grupo con una determinación de hierro sérico alto. En las otras variables no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

En la tabla 3 – gráfico 2, se presenta la prevalencia de anemia ferropénica determinada a través de la concentración de hemoglobina y hierro sérico según el sexo de los niños. Empleando a la hemoglobina como indicador, no se registró anemia entre los escolares. Sin embargo, al utilizar la determinación de hierro sérico se detectó el 7% anemia en el sexo femenino y 2% en el sexo masculino, aunque no hubo diferencias significativas en el porcentaje de escolares anémicos y no anémicos según los sexos. Al comparar los niveles altos, normal y bajo de hierro sérico, tampoco se constataron diferencias estadísticamente significativas entre niñas y niños. Cabe destacar que, no se pudo determinar el valor de P entre los grupos “no anemia” y “anemia” de hemoglobina, ya que, el último tiene el valor cero.

Discusión:

Según Dallman describe que el desarrollo puberal incrementa 2.5 veces las necesidades básicas de hierro y que este desbalance es generado por cambios, como el aumento en la proporción del volumen sanguíneo, las dietas y la actividad física ⁽³³⁾. Se considera inicio de la pubertad normal al crecimiento mamario entre los 10 - 13 años en las niñas y el aumento del tamaño testicular entre los 10 - 14 años en los niños ⁽³⁴⁾, y según nuestra investigación podemos relacionar que el déficit de hierro sérico podría estar relacionado a estos aspectos fisiológicos ya que acorde a los resultados de la población la edad en estudio está pleno inicio de la pubertad.

El Dr. Eduardo R. Hernández González manifiesta que las últimas investigaciones han revelado la estrecha relación existente entre las cifras de hemoglobina y el funcionamiento del cerebro de los infantes, respecto a esto sabemos que, el hierro es necesario para que se den las conexiones neuronales, así como para el funcionamiento de los neurotransmisores por estas razones las concentraciones de hierro sérico disminuyen ⁽³⁶⁾, por tal motivo en nuestra investigación encontramos estas similitudes pues el valor de hierro sérico bajo se presenta por el desarrollo cerebral debido a los requerimientos propios del organismo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **CONCLUSIONES**

- Se determinó que no siempre la relación de los valores obtenidos de hierro sérico con los valores de la concentración de hemoglobina ayudan al diagnóstico presuntivo de anemia indicando de esta manera, que la concentración de hemoglobina puede variar de acuerdo al sexo, altitud geográfica a la que vive y edad de la persona, presentándose 14 casos en ambos géneros representado el 9% de concentración de hierro sérico bajo en los escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán.
- Se analizó la concentración de hierro sérico y hemoglobina en muestras sanguíneas por medio de métodos automatizados utilizando técnicas de impedancia y fotométrica colorimétrica en los escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán.
- Se establece que la concentración de hemoglobina se encuentra relacionada con el hierro sérico estadísticamente, debido a que si el valor de la concentración de hemoglobina disminuye, la concentración de hierro sérico disminuye y si la concentración de hemoglobina aumenta, la concentración de hierro sérico aumenta independientemente de la edad, en los escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán.
- Se determina que la prevalencia de anemia se presenta en el género femenino con 11 casos representando el 7% en los escolares según las estadísticas realizadas y que en el género masculino se presentan 3 casos representando el 2% respectivamente en los escolares de 8 – 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán.

- **RECOMENDACIONES:**

- Se recomienda realizar otro tipo de análisis de laboratorio clínico las cuales no presenten factores de interferencia además exámenes complementarios en otras áreas médicas para que en conjunto ayuden a diagnosticar alteraciones fisiológicas o patológicas relacionadas a la anemia.
- Las muestras biológicas deben ser extraídas y transportadas cumpliendo todas las normas y barreras de bioseguridad evitando que exista contaminación cruzada entre el paciente y el analista, así también se debe aplicar los protocolos de conservación de muestras con el fin de obtener resultados precisos y concisos que garanticen la veracidad de los mismos.
- Se debería realizar otros parámetros de análisis tomando en cuenta factores ambientales y lugar donde se realiza la investigación pues pueden variar de una zona geográfica a otra ocasionando resultados y diagnósticos presuntivos erróneos.
- Seguir realizando este tipo de investigaciones formativas que contribuyan a solucionar problemas que aquejan a la comunidad, utilizando información y resultados verídicos y a la vez crear interés en el estudiante de motivarlo a investigar para ir más allá del conformismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad [Internet]. Vitamins and Mineral Nutrition Information System - VMNIS. 2011 [citado 20 Feb 2018]. Disponible en: http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf.
2. Organización Panamericana de la Salud. UNICEF [Internet]. Situación de deficiencia de hierro y anemia - UNICEF. 2006 [citado 19 Feb 2018]. Disponible en: <https://www.unicef.org>
3. Organización Panamericana de la Salud - Organización Mundial de la Salud. Anemia ferropénica: Investigación para soluciones eficientes y viables [Internet]. Anemia ferropénica: Investigación para soluciones eficientes y viables. 2011 [citado 20 Feb 2018]. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11679%3Airon-deficiency-anemia-research-on-iron-fortification-for-efficient-feasible-solutions&catid=6601%3Acase-studies&Itemid=40275&lang=es
4. Gobierno de la República del Ecuador. Ministerio de Salud Pública del Ecuador [Internet]. Unidad de Nutrición. 2014 [citado 20 Feb 2018]. Disponible en: <http://www.salud.gob.ec/unidad-de-nutricion/>
5. UNICEF Mundial. UNICEF Ecuador [Internet]. UNICEF, OMS Y OPS trabajan juntos contra la desnutrición infantil. 2016 [citado 20 Feb 2018]. Disponible en: https://www.unicef.org/ecuador/media_9001.htm
6. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Nutrición y Protección del consumidor - FAO [Internet]. Portal de la FAO. 2010 [citado 20 Feb 2018]. Disponible en: http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/ecu_es.stm
7. Forrellat Barrios, M., du Défaix Gómez, D. and Fernández Delgado, D. Metabolismo del hierro. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter, [En línea] 2000. [citado 15 Feb. 2018]. 3(16), p.149. disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol16_3_00/hih01300.htm

8. Daza, D. (2002). capítulo 13 Carencia de hierro y otras anemias nutricionales. In: M. Latham, ed., de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, 29th ed. [Internet] [citado 16 Feb. 2018]. Ithaca, Nueva York, Estados Unidos: Colección FAO: Alimentación y nutrición. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep>
9. Pique, D. and trilla, D. Libro de salud del hospital Clínico de Barcelona y la fundación BBVA. 4th ed. España: Nerea.2011.
10. Feldman L. Anemias: Epidemiología, Fisiología, Diagnóstico y Tratamiento. Revista Sah [Internet]. 2015 [citado 20 Feb 2018]; 15(4):35 - 42. Disponible en: <http://www.sah.org/>
11. García, A. Torres - J.Sánchez - J. Serrano - JM. Anemias arregenerativas. Revista del Hospital Universitario Reina Sofía, [En línea] 2014. [citado 20 Feb. 2018]. 20(9), pp.1251, 1252. Disponible en : <https://es.scribd.com/>
12. Gillespie, B. and Rivera Sulca, L. La anemia por deficiencia de hierro desde un enfoque cultural. Acción contra el hambre, [En línea] paho.org 2012. [citado 20 Feb 2018]. (primera). Disponible en: <http://www.paho.org/nutricionydesarrollo/wp-content/uploads/2013/05/La-anemia-por-deficiencia-de-hierro-desde-un-enfoque-cultural-ACH.pdf>
13. Anemias. Revista Elsevier., [En línea] 2014. [citado 6 Febrero. 2018]. 18(4), pp.34, 35, 36. Disponible en : <http://www.elsevier.es>
14. Donato D. Deficiencia de hierro y anemia ferropénica. Revista de la sociedad Argentina de Pediatría Subcomisiones, Comités y Grupos de Trabajo [Internet]. 2017 [citado 3 Ene 2018]; 4(115): 2 - 28. Disponible en: http://sah.org.ar/docs/1-78-SAH_GUIA2012_Anemia.pdf
15. Cervera Á, Cela E. Enfermedad Células Falciformes. Revista de Sociedad Española de Hematología y Oncología pediátrica SEHOP [Internet]. 2015 [citado 10 Ene 2018]; 27 - 36. Disponible en: http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-disposition&blobheadername2=cadena&blobheadervalue1=filename%3DDREPANOC_ITOSIS_SEHOP_2010_pdf.pdf&blobheadervalue2=language%3Des%26site%3DHosp

talGregorioMaranon&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352892074232&ssbinary=true

16. Carreras E, Sanz M. Manual Práctico de Hematología Clínica. 5th ed. Valencia - España: Antares; 2015.
17. Pascual A, Adeva J, Manso L, Pérez S, Borja M, Ferre C et al. Manual AMIR Hematología. 6th ed. España: Iceberg Visual Diseño, S.L.N.E.; 2013.
18. Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017. Plan Nacional del Buen Vivir. Montecristi - Ecuador: Consejo Nacional de Planificación; 2013 p. 151 - 152. Disponible en: https://www.unicef.org/ecuador/Plan_Nacional_Buen_Vivir_2013-2017.pdf
19. Gómez D, Jaime J. Hematología La sangre y sus enfermedades. 3rd ed. México: McGraw Hill; 2012.
20. Henry J. EL laboratorio en el diagnóstico Clínico. 20th ed. Madrid - España: Marbán Libros S.L; 2007.
21. Moraleda J. Pregrado de Hematología -. 4th ed. Madrid - España: Luzán 5 S.A; 2017.
22. Peña Arroyo Gómez .Tapia bioquímica. 6th ed. España: Limusa. 2018.
23. Franco, L. La hemoglobina: Una Molécula Prodigiosa. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, [En línea] 2015. [citado 11 Nov 2017].104(4), pp.312-232. Disponible en: <http://www.rac.es>
24. Lacambra, A., Queraltó Compañó, M., Fuentes, A. and Queraltó Compañó, M. Bioquímica clínica y patología molecular. 2nd ed. Barcelona: Reverter. 2010
25. González, Á. Principios de bioquímica clínica y patología molecular. 2th ed. España: Elsevier. 2014.
26. Gautier, M., Fernández, D. and Forrellat, M. Metabolismo del Hierro. Revista Cubana Hematol Inmunol Hemoter. SCIELO, [En línea] 2012. [citado 20 Febrero. 2018]. 16(2), pp.3-7. Disponible en : <http://scielo.sld.cu>
27. Jiménez, R. and Díaz Metabolismo del hierro. Elsevier, [En línea] 2015. / [citado 20 Feb 2018]. 3(4), pp.23, 24. Disponible en: <http://www.apcontinuada.com/es/metabolismo-del-hierro/articulo/80000155>
28. SAN, A. and Carreras, E. Manual práctico de hematología. 5th ed. España: Antares. 2015.
29. Moraleda, J. and Jiménez. Pregrado de hematología. 4th ed. España: Luzán 2017.

30. Salas Salvador, J., bonada, A. and Trayero, R. Nutrición y dietética clínica. 3rd ed. España: Elsevier Masson. 2012.
31. Humacount. Manual de Humacount 30 Ts [Internet]. DocSlide. 2018 [citado 12 Feb 2018]. Disponible en:
<https://myslide.es/documents/manual-de-humacount-30-ts-esp.html>
32. Human Geselischatt Biochemica und Diagnostica mbH. Iron liquicolor [Internet]. Bganalizadores. 2018 [citado 12 Feb 2018]. Disponible en:
<http://www.bganalizadores.com.ar/img/inserto18.pdf>
33. Dallman P. Cambiar las necesidades de hierro desde el nacimiento a través de la adolescencia. Revista del Departamento de Pediatría de la Universidad de California en la Escuela de San Francisco de medicina [Internet]. 1992 [citado 22 Feb 2018]; 30:29 - 30. Disponible en:
<https://www.nestlenutrition-institute.org/docs/default-source/global-dcoument-library/publications/secured/7fe7d3964ce56230a9d3622ffb3a44a5.pdf?sfvrsn=0>
34. Guemes M, Ceñal M, Hidalgo M. Pubertad y adolescencia. Hospital Universitario de Móstoles [Internet]. 2017 [citado 22 Feb 2018]; 1(7):1. Disponible en:
<https://www.adolescenciasema.org/ficheros/REVISTA%20ADOLESCERE/vol5num1-2017/07-22%20Pubertad%20y%20adolescencia.pdf>
35. Taylor P, Torres C, Castellano H. La Relación entre la Deficiencia de Hierro y la Anemia en Niños Venezolanos. Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC) [Internet]. 2002 [citado 22 Feb 2018]; 58(15):1 - 2 - 3. Disponible en:
<http://www.bago.com/bago/bagoarg/biblio/fon3web.htm>
36. Hernández E. Zona Anemia - Zona Pediátrica [Internet]. Zona Pediátrica.com. 2010 [citado 22 Feb 2018]. Disponible en:
<http://www.zonapediatrica.com/table/especiales/anemia-ferropenica/index.php#resultados#resultados>

ANEXOS

Anexo N°1: Inserto de la técnica de hierro sérico

IRON liquicolor

Prueba fotométrica colorimétrica para el hierro con factor aclarante de lípidos (LCF)

Método CAB

Presentación del estuche

REF	10229	2 x 30 ml	Estuche completo
	10230	2 x 100 ml	Estuche completo

IND

Método*

El Hierro (>3) reacciona con el cromazurol B (CAB) y cetiltrimetilbromuro de amonio (CTMA) para formar un complejo ternario coloreado con una máxima absorbancia a 623 nm. La intensidad del color producido es directamente proporcional a la concentración de hierro en la muestra. La prueba también puede ser usada en la combinación con el equipo TBC (REF 10670) para determinar la capacidad total de fijación de hierro.

Contenidos

REF	2 x 30 ml ó 2 x 100 ml Reactivo CAB	
	CAB	0,18 mmol/l
	CTMA	2,2 mmol/l
	Guantidina cloruro	2,6 mol/l
	Buffer acetato de sodio (pH 4,7)	45 mmol/l
STD	5 ml Estándar	
	Hierro (ionizado)	100 µg/dl
	o	17,9 µmol/l

Preparación de los reactivos

REF y **STD** están listos para uso.

Estabilidad de reactivos

Adn después de abierto, **REF** es estable hasta su fecha de caducidad cuando es almacenado de 2...25°C.

Evitar la contaminación.

Muestras

Suero, plasma heparinizado.

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.

La prueba de IRON liquicolor evita estos 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: 623 nm, Hg 623 nm

Piso de luz: 1 cm

Temperatura: 20...25°C

Medición: Frente a blanco de reactivo (RB).
Sólo se requiere un blanco de reactivo por cada serie analítica.

Esquema de pipeteo

Pipetear en cubetas	RB	Muestra / STD
Muestra / STD	—	50 µl
Agua destilada	50 µl	—
IND	1000 µl	1000 µl

Mezclar bien, incubar por 15 minutos de 20...25°C. Leer la absorbancia de la muestra ($A_{muestra}$) y del estándar (A_{estd}) frente al blanco de reactivo antes de 60 minutos.

Cálculo con factor

Longitud de onda	Hierro [µg/dl]	Hierro [µmol/l]
Hg 623 nm	830 x $\Delta A_{muestra}$	148 x $\Delta A_{muestra}$

Cálculo con estándar

Si se usa una longitud de onda diferente (620 nm-640 nm) para la medición, se debe usar el estándar provisto con el estuche para realizar el cálculo.

$$C = 100 \times \frac{\Delta A_{muestra}}{\Delta A_{estd}} \quad [\mu\text{g/dl}]$$

$$C = 17,9 \times \frac{\Delta A_{muestra}}{\Delta A_{estd}} \quad [\mu\text{mol/l}]$$

Linealidad

La prueba es lineal hasta concentraciones de 500 µg/dl ó 89,5 µmol/l.

Valores de referencia*

Hombre:	59 - 148 µg/dl	o	10,6 - 26,3 µmol/l
Mujeres:	37 - 145 µg/dl	o	6,6 - 26,0 µmol/l

Control de calidad

Pueden ser empleados todos los sueros control con valores de hierro determinados por este método.

Nosotros recomendamos el uso de nuestro suero de origen animal HUMATROL o nuestro suero de origen humano SERODOS como control de calidad.

Automatización

Proposiciones para la aplicación de los reactivos sobre analizadores están disponibles sobre demanda. Cada laboratorio tiene que validar la aplicación en su propia responsabilidad.

Características de la ejecución

Las características de ejecución de la prueba pueden ser encontradas en el informe de verificación, accesible vía

www.human.de/data/gh/vr/ru-fe.pdf o

www.human-de.com/data/gh/vr/ru-fe.pdf

Notas

1. La prueba de hierro es muy sensible. Para evitar una posible contaminación el material de vidrio usado debe estar libre de hierro. Recomendamos fuertemente el uso de material de plástico desechable.
2. Asegurarse de utilizar agua destilada completamente libre de hierro.
3. No usar suero o plasma turbio o hemolizado.
4. Bilirubina hasta 15 mg/dl y cefre hasta 500 µg/dl no interfieren.

Literatura

1. Garic A. Clin. Chem. Acta **94**, 119-119 (1979)
2. Callahan J. H., Cook K. O., Anal. Chem. **54**, 59-62 (1982)
3. Weippl G. et al., Blut **27**, 263-270 (1973)

GLFF NP 10229011 07-2009-21



Human

Human Gesellschaft für Biochemie und Diagnostik mbH
Max-Planck-Ring 21 · 65205 Wiesbaden · Germany
Telefon +49 6122 9889-0 · Telefax +49 6122 9989-100 · e-Mail human@human.de

Anexo N°2: Consentimiento informado



Código 2015-046E

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Con el presente documento, le invitamos a participar en nuestro proyecto de investigación, denominado **"Evaluación de la situación alimentario-nutricional, higiénico-sanitaria y ambiental de los niños que asisten a escuelas rurales del cantón Riobamba de Ecuador"**. La investigadora principal es la Dra. Marcela Guerendiain, PhD en Alimentación y Nutrición, docente-investigadora de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) de Riobamba, Ecuador. El grupo de investigadores está conformado por: la Dra. Fátima Morales, PhD en Farmacia, docente-investigadora de la UNACH; la Mgs. Ximena Robalino, Laboratorista Clínica, docente de la UNACH; la Mgs. Mercedes Balladares, Laboratorista Clínica, docente de la UNACH; la Lic. Alicia Díaz, Psicóloga, profesional de la Administración Nacional de Educación Pública de Uruguay; la Dra. Isabel Cando, Neuropsicóloga, docente de la UNACH; y Janneth Lilian Herrera, estudiante de Medicina.

Usted puede hacer todas las preguntas que desee para entender claramente la participación de su hijo/a y despejar sus dudas. También puede tomarse el tiempo que considere necesario, consultar con su familia y/o amigos, para decidir si desea que el niño/a participe en este estudio.

El proyecto consiste en la determinación del estado nutricional (por antropometría, análisis bioquímicos y de la ingesta alimentaria), de la situación higiénico-sanitaria y ambiental (mediante aplicación de cuestionarios a niños y familiares, y análisis de heces), y en la evaluación del desarrollo cognitivo (por test psicológicos) de 500 escolares, de 11 parroquias rurales del cantón Riobamba, para posteriormente poder llevar a cabo medidas preventivas y de promoción de salud adecuadas a sus necesidades.

Se realizarán preguntas básicas acerca del niño/a y su familia, sobre alimentación, antecedentes personales y familiares, hábitos de vida, condiciones socio-económicas, de vivienda, agua y sanitarias. Se efectuarán exámenes de sangre y coproparasitario (muestras de heces), toma de medidas antropométricas (peso y talla) y aplicación de test estandarizados, que permitirán evaluar la capacidad cognitiva del escolar.

Para la realización de las encuestas higiénico-sanitarias y de alimentación, que tendrán una duración de media hora cada una, los padres o representantes del niño/a serán convocados a asistir a la escuela, una única vez. Las mediciones de peso y talla, las extracciones de sangre y los test cognitivos serán aplicados al escolar en el propio centro educativo, dentro del horario de clase. Por otra parte, a cada niño/a se le entregará una cajita en la que deberá recoger las muestras de heces, en la mañana siguiente, y llevarla a la escuela para que el equipo de investigadores las recoja.

El proyecto es gratuito, sin ningún tipo de costo ni pago por parte de los participantes, resultando importante para los niños y la comunidad. El escolar será beneficiado con exámenes de laboratorio y diagnósticos totalmente gratuitos, realizados por profesionales altamente especializados y con gran experiencia profesional. Se efectuará el diagnóstico de infecciones parasitarias intestinales, de malnutrición, ya sea por déficit o exceso, y del desarrollo cognitivo. En caso de que el niño/a presente parasitosis, se le proporcionará la medicación requerida para su tratamiento, según prescripción médica. Dicha medicación será entregada al padre, madre o representante, una vez culminadas las encuestas higiénico-sanitarias y alimentarias. Cabe destacar que, ni usted ni el niño recibirá pago alguno por la participación en el proyecto.

El período que el escolar estará implicado en el estudio será de 30 a 60 días, en función del tiempo que se requiera para realizar las medidas y análisis, hasta obtener el adecuado diagnóstico de cada escuela.

Los riesgos potenciales que pueden presentar los participantes son: la formación de hematoma, infección y punciones múltiples para localizar las venas. No obstante, esto se minimizará tomando precauciones, como la

Código 2015-046E

aplicación de presión sobre el lugar luego de la extracción de sangre, desinfección de la zona de punción, correcta asepsia del personal y adecuación del material utilizado a la edad del niño/a.

Cabe mencionar que, la confidencialidad de la información recolectada se mantendrá en todo momento y que los resultados obtenidos sólo se utilizarán con fines investigativos. El equipo de investigación se compromete a respetar la privacidad y el anonimato del niño/a y su familia. Para que esto se cumpla, los datos solamente serán manejados por los investigadores mencionados en el primer párrafo de este documento. La información que se nos proporcione, así como las muestras recolectadas, se identificarán con un código que reemplazará el nombre del escolar, siendo guardados en un lugar seguro donde solo el investigador principal y los colaboradores tendrán acceso. También le damos la seguridad de que el nombre del niño/a no será utilizado en los reportes o publicaciones que se realicen. Si usted está de acuerdo, las muestras que se tomen de su hijo/a o dependiente serán conservadas para futuros análisis. Finalmente, le comunicamos que el Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito podrá tener acceso a los datos obtenidos en caso de que surgieran problemas en cuanto a la seguridad y confidencialidad de la información o de la ética en el estudio.

El niño/a tiene derecho a participar de forma voluntaria en el proyecto. Si decide que su hijo/a o dependiente no sea incluido en el estudio sólo debe comunicárselo al investigador principal o a la persona que le explique este documento. En caso de que quiera interrumpir la participación del escolar puede hacerlo en cualquier momento y dicha acción no será penalizada ni perderá ningún derecho por ello.

Si tiene alguna duda, puede contactar a la investigadora principal del proyecto, Dra. Marcela Guerendiain, en la Sala de Investigadores, localizada en el edificio del Centro de Tecnología Educativa (CTE), del Campus Norte, de la Universidad Nacional de Chimborazo (Avda. Antonio José de Sucre, Km 1 ½ vía a Guano), o a través del correo electrónico mguerendiain@unach.edu.ec.

Al leer y/o escuchar este consentimiento, comprendo la participación de mi hijo/a o dependiente en este estudio. Me han explicado y he entendido los riesgos y beneficios de su participación, y todas mis preguntas fueron contestadas. Me permitieron contar con tiempo suficiente para tomar la decisión y me entregaron una copia de este formulario de consentimiento informado. Por tanto, acepto voluntariamente que mi hijo/a o dependiente [] de edad [] años y del grado [] y paralelo [], participe en el mencionado proyecto de investigación.

Fecha	Nº Cédula de identidad
Firma	
NOMBRE DE MADRE, PADRE O TUTOR	
Firma	Firma
NOMBRE DEL INVESTIGADOR	NOMBRE DEL TESTIGO

Anexo N°3: Aplicación de consentimientos informados



Fuente: Fotografía tomada por las investigadoras en la Unidad Educativa “Simón Rodríguez” de Licán

Anexo N°4: Revisiones bibliográficas



Fuente: Fotografía tomada por las investigadoras en la Centro de Tecnología de la Universidad Nacional de Chimborazo

Anexo N°5: Toma y procesamiento de muestras biológicas



Fuente: Fotografía tomada por las investigadoras en la Unidad Educativa “Simón Rodríguez” de Licán y en los laboratorios de la Universidad Nacional de Chimborazo