

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 Licenciadas en Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico e Histopatológico

TRABAJO DE TITULACIÓN

HEMOGLOBINA CORREGIDA POR LA ALTITUD GEOGRÁFICA COMO AYUDA AL DIAGNÓSTICO DE ANEMIA EN ESCOLARES DE 5 - 12 AÑOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA "SIMÓN RODRÍGUEZ" DE LICÁN

Autoras:

PAULINA ALEXANDRA CALDERÓN ZAVALA

JESSICA FERNANDA CHAVARREA AVILES

Tutora:

Mgs. Ximena Robalino

Riobamba - Ecuador

Año 2018

REVISIÓN DE TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: Hemoglobina corregida por la altitud geográfica como ayuda al diagnóstico de anemia en escolares de 5 - 12 años de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de Licán presentado por Calderón Zavala Paulina Alexandra y Chavarrea Avilés Jessica Fernanda, y dirigida por la Mgs. Ximena Robalino, 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

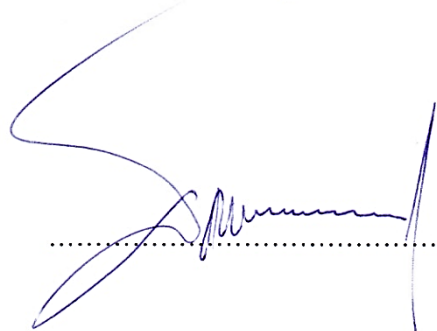
Presidenta del Tribunal



.....

Mgs Paúl Parra Mayorga

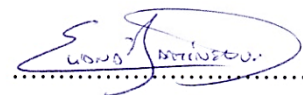
Miembro del Tribunal



.....

Lic. Eliana Martínez Durán


Miembro del Tribunal



.....

DECLARACIÓN DE LA TUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Ximena Robalino Flores Mgs, en calidad de tutora del proyecto de investigación con el tema Hemoglobina corregida por la altitud geográfica como ayuda al diagnóstico de anemia en escolares de 5-12 años de la Unidad Educativa “Simón Rodríguez” de Licán, propuesto por las Srtas. Calderón Zavala Paulina Alexandra y Chavarrea Avilés Jessica Fernanda, egresadas de la carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico de la Facultad Ciencias de la Salud, luego de haber realizado las debidas correcciones certifico que se encuentran aptas para la defensa pública del proyecto. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando a las interesadas hacer uso del presente para trámites correspondientes.

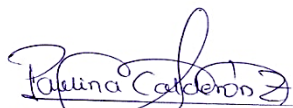


Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores

**DOCENTE D ELA CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E
HISTOPATOLÓGICO**

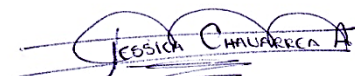
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Calderón Zavala Paulina Alexandra y Chavarrea Avilés Jessica Fernanda y de la Directora del Proyecto; Mgs. Ximena Robalino y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.”



Paulina Alexandra Calderón Zavala

C.I. 060352015-6



Jessica Fernanda Chavarrea Avilés

C.I. 060452809-1

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo quien me brindo las puertas para que pueda entrar a realizar mi sueño de ser una gran profesional. A mis queridos maestros quienes son nuestras guías para que aprendamos a ser buenos profesionales y sobre todo mejores personas. Y como no agradecer a mi querida Tutora Ximenita Robalino quien me ayudo y motivo cada día para poder culminar con esta etapa de mi vida.

Paulina Calderón

Al culminar con esta etapa importante de mi vida quiero agradecer a Dios por las bendiciones derramadas sobre mí, a la Universidad Nacional de Chimborazo por haberme permitido formarme como persona y también como profesional, a todos los docentes que me impartieron sus conocimientos a lo largo de mi carrera estudiantil a mi familia por el apoyo durante todo este camino, y a mi tutora Mgs. Ximena Robalino quién me brindó todo su apoyo durante el desarrollo del proyecto.

Jessica Chavarrea

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primero a Dios quien ha sido mi guía y ayuda para seguir adelante, a mi familia mi madre quien ha estado conmigo en todo momento, a mi querido esposo quien me ha brindado su apoyo incondicional y sobre todo a mis hijos quienes son mi pilar para seguir adelante y son mi motor diario de vida.

Paulina Calderón

Este trabajo está dedicado a Dios por todo lo bueno que ha sido conmigo por las fuerzas que me ha dado para poder cumplir una meta importante en mi vida, a mis padres por el apoyo brindado, a mi hija y esposo porque ellos han sido un apoyo incondicional y un pilar fundamental en mi vida, y son la fuerza que me ayuda a salir adelante.

Jessica Chavarrea

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA	16
ERITROCITOS	16
Forma y tamaño de los eritrocitos	16
Concentración de eritrocitos en la sangre	16
HEMATOCRITO	16
HEMOGLOBINA	17
Función de la hemoglobina en el transporte de O₂	17
ALTITUD GEOGRÁFICA	18
FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA HEMOGLOBINA	19
Aumento de Hemoglobina y Hematocrito como adaptación de la altura	20
FERRITINA	21
ANEMIA	21
Clasificación Morfológica	22
Clasificación Fisiopatológica	22
PREVALENCIA DE ANEMIA EN EL ECUADOR	23
DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO	23
Toma de muestra	23
Determinación de hemoglobina	24
Fundamento de la determinación	24
Equipo HumanCountPlus	25
Valores de referencia	25
METODOLOGÍA	26
1. Tipo de Investigación	26
2. Corte	26
3. Carácter	26
4. Determinación de la población y muestra	26
Población:	26
Muestra:	27

5.- Instrumentos	27
Instrumentos de la investigación	27
6.- Procedimientos	27
7. Análisis de Datos	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentración de hemoglobina ajustada por altitud geográfica según sexo de los escolares.....	29
Tabla 2. Prevalencia de anemia en relación con los factores de corrección.....	31
Tabla 3. Prevalencia de anemia según sexo de los escolares	32
Tabla 4. Comparación de la detección de anemia utilizando a la ferritinemia como estándar de oro para el diagnóstico en zonas de elevada altitud.	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Prevalencia de anemia determinada a partir de hemoglobina y ferritinemia.....	30
---	----

RESUMEN

La anemia es considerada una patología que se produce cuando los niveles de hemoglobina se encuentran por debajo de los valores normales, es por ello que se debe tomar en cuenta las condiciones de hábitat del paciente. Es importante la determinación de la concentración de hemoglobina ajustada a la altura para poder identificar si los pacientes que habitan en zonas altas padecen anemia. Se realizó un estudio descriptivo de la concentración de hemoglobina ajustada a la altura en los escolares de la Unidad Educativa Simón Rodríguez. Con el objetivo de determinar los valores de hemoglobina corregida por la altitud geográfica como ayuda al diagnóstico de anemia en niños de 5 a 12 años, de primero a séptimo año de educación básica. Para el logro de estos se obtuvo el consentimiento informado de los padres para la extracción de muestras de sangre, el procesamiento de las muestras, los resultados obtenidos fueron de acuerdo a la concentración de hemoglobina sin ajustar, el 7% de las niñas tenía anemia, sin reportarse casos en los niños. Mientras que, para la hemoglobina corregida por CDC, Dirren y Cohen, y la ferritinemia el 4% vs 4.6%, 4% vs 6%, 2.6% vs 3.3%, y 3.3 vs 2.6, respectivamente, presentaron anemia. No se constataron diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia de anemia según el sexo, se concluye que es muy importante realizar la corrección de la hemoglobina ya que esta muchas veces se enmascara y no nos da la facilidad de tener un resultado confiable, y se estableció como recomendaciones el realizar adicionalmente la prueba de ferritina ya que esta no sufre ningún tipo de cambio frente a la altitud geográfica.

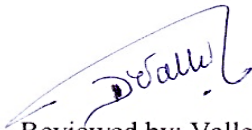
Palabras clave: hemoglobina, anemia, ferritina, corrección, altitud geográfica.

Abstract

Anemia is considered a pathology that occurs when hemoglobin levels are below normal values, this is why we must take into account the conditions of the patient's environment. It is important to determine the concentration of height-adjusted hemoglobin in order to identify if patients who live in high areas suffer from anemia.

A descriptive study of the concentration of hemoglobin adjusted to height in the schoolchildren at the Unidad Educativa Simón Rodríguez, in order to determine the hemoglobin values corrected by the geographical altitude as an aid to the diagnosis of anemia in children from 5 to 12 years of age, from first to seventh year of educación básica. For the achievement of these objectives we obtained the informed consent of the parents for the blood samples collection processing them, the results obtained were according to the unadjusted hemoglobin concentration, 7% of the girls had anemia, without report cases in children. While, for the hemoglobin corrected by CDC, Dirren and Cohen, and ferritinemia 4% vs 4.6%, 4% vs 6%, 2.6% vs 3.3%, and 3.3 vs 2.6, respectively, presented anemia. There were no statistically significant differences in the prevalence of anemia according to sex, it is concluded that it is very important to perform the correction of hemoglobin since it is often masked and does not give us the ease of having a reliable result, established as recommendations to carry out the ferritin test additionally due it does not undergo any type of change faced to the geographical altitude.

Keywords: hemoglobin, anemia, ferritin, correction, geographic altitude



Reviewed by: Valle, Doris

Language Center Teacher



INTRODUCCIÓN

La anemia, se define como la concentración de hemoglobina por debajo de los valores límites establecidos, según los estándares de la OMS. Es un problema de salud pública generalizado que tiene consecuencias de gran alcance para la salud humana y para el desarrollo social y económico⁽¹⁾.

La anemia es un indicador de pobreza, desnutrición, falta de cuidado hacia los niños, quienes son más vulnerables para presentar esta enfermedad.

La deficiencia nutricional de hierro es la más prevalente y la principal causa de anemia a escala mundial, la anemia ferropénica es el problema de salud más frecuente en embarazadas y niños⁽²⁾.

En América Latina y el Caribe la prevalencia de anemia en niños preescolares es de 39,5 % y es un problema que afecta al 19 % de la población, en especial a mujeres y niños. Según la clasificación de acuerdo a la gravedad de la anemia Ecuador, presentan anemia severa en niños menores de 5 años con una prevalencia de 57,9%⁽¹⁾.

El Ecuador se caracteriza por estar atravesado en su longitud por una inmensa cordillera, que divide al país en tres regiones. En la sierra, a medida que se incrementa la altitud disminuye la temperatura, lo que en muchos lugares del mundo dificulta la vida de manera permanente; sin embargo, en la zona andina ecuatoriana, por estar en la zona ecuatorial, los lugares de altura tienen una temperatura lo suficientemente tolerable para permitir tanto la vida animal como la humana⁽³⁾.

La cordillera andina constituye un verdadero reto para el hombre que habita transitoria o permanentemente algunas de sus innumerables irregularidades, no sólo en lo referente a sus vías de comunicación, sino también en lo concerniente al aspecto económico, social, cultural y fundamentalmente a la vida misma⁽³⁾.

El desarrollo de la investigación de cambios hematológicos por las actividades de altura se ha podido contribuir con un estudio de Laboratorio Clínico para determinar los cambios que sufre el cuerpo humano físicamente por la variación hematológica, determinando así la existencia de cambios hematológicos entre los que viven a una altura superior⁽⁴⁾.

Se debe tomar en cuenta que los niños de esta zona tal vez no tengan la alimentación adecuada y no se lleven un ritmo de vida adecuado, por ello también es de suma importancia indagar más para conocer cómo es su vida cotidiana y tener claro cuáles son las causas de las posibles enfermedades que cada uno de estos niños que vamos a analizar sean de gran ayuda para que su salud mejore mediante el procedimiento de la hemoglobina corregida y ayude a confirmar los resultados.

En la provincia de Chimborazo en las últimas encuestas realizadas por el MIES se calcula que el 60 % de la población más niños se encuentran con anemia debido a la desnutrición y la pobreza que afectan a esta provincia, se realizó una campaña de alimentación donde principalmente el MIES nos habla de un fortificante nutricional para los niños de 0 a 3 años de los diferentes centros de educación más conocidos como Chispas.

Existen diferentes tipos de anemias todas estas son de mucha importancia, pero hay algunas que se producen con más frecuencia en los niños y una de ellas es la que se va a enfocar que es la anemia ferropénica, este tipo de anemia se produce por la falta de hierro que necesitan los glóbulos rojos para poder llevar oxígeno a los tejidos del cuerpo.

El proyecto de investigación se basa principalmente en conocer cuál es la utilidad de la hemoglobina corregida por la altitud geográfica en la detección de anemia en niños pertenecientes a la Unidad Educativa “Simón Rodríguez” de la parroquia Licán, se cree conveniente determinar si existen niños con anemia, ya que es una enfermedad que afecta a la salud y al ritmo de vida al que cada niño está acostumbrado, es importante analizar a este grupo de la población ya que los niños son más propensos a deficiencias nutricionales, y a la pobreza que se da en estos lugares, gracias a este proyecto se ayudará a niños y a sus familias para que puedan alimentarse como se debe, a cuidar más su higiene, la importancia de tomar agua potable y es necesario que este servicio exista en los diferentes lugares de Chimborazo.

Una de las ventajas que tiene este proyecto es establecer la utilidad de la hemoglobina corregida por la altitud, ya que están a una altitud de aproximadamente 2730 msnm, pese a esto se establecerá quienes padecen de anemia y se les brindará la ayuda ya antes mencionada.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar los valores de hemoglobina corregida por la altitud geográfica como ayuda al diagnóstico de anemia en escolares de 5 a 12 años de la unidad Educativa “Simón Rodríguez” de Licán.

Objetivos Específicos

1. Determinar la concentración de hemoglobina en muestras de sangre con técnicas automatizadas en escolares de la Unidad Educativa “Simón Rodríguez”
2. Identificar anemia en escolares mediante la corrección de hemoglobina por la altitud geográfica

ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA

ERITROCITOS

La función primordial de los eritrocitos, también conocidos como hematíes es transportar hemoglobina, la cual se encarga de transportar oxígeno desde los pulmones a los tejidos. Cerca del 3% de la hemoglobina está libre en el plasma y esta se filtra por la membrana capilar hacia el espacio tisular o a través de la membrana glomerular del riñón hacia el filtrado glomerular cada vez que la sangre circula por los capilares permaneciendo dentro de los eritrocitos para realizar con eficacia sus funciones ⁽⁴⁾.

Forma y tamaño de los eritrocitos

Los eritrocitos normales son discos bicóncavos con un diámetro o de 7,8 micras y un espesor de 2,5 micras en su punto más grueso y de 1 micra o menos en el centro. El volumen medio del eritrocito es de 90-95 μm^3 . Esta forma característica de los eritrocitos puede ir variando a medida que las células transitan por los capilares por lo que se dice que el eritrocito es una “bolsa” que puede deformarse ⁽⁵⁾.

Concentración de eritrocitos en la sangre

Se dice que en los varones sanos el número de los eritrocitos por milímetro cúbico es de 5.200.000 +/- 3 y en las mujeres 4.700.000 +/- 3 ⁽⁶⁾.

HEMATOCRITO

Este es el volumen de los glóbulos rojos que están en la sangre en comparación al volumen de sangre total, este se mide en porcentaje.

La disminución de hematocrito puede indicar anemia en la mayoría de los casos ya que en dicha patología es evidente la disminución de glóbulos rojos o ya sea hemoglobina. Las causas frecuentes son la deficiencia de hierro, la mala absorción desde el intestino, y la pérdida excesiva de sangre, esta enfermedad presenta los síntomas como palidez, fatiga aumento del ritmo cardíaco, dificultad para respirar.

El aumento de hematocrito puede indicar una policitemia es decir el aumento en la cantidad de los glóbulos rojos, esta puede presentarse en una etapa de la enfermedad de

Vaquez- Osler (policitemia vera), afecta directamente a la medula ósea la misma que es el lugar donde se producen los glóbulos rojos de la sangre ⁽⁷⁾.

HEMOGLOBINA

Esta es una proteína globular, de color rojo característico que está presente en altas concentraciones en los glóbulos rojos de la sangre esta se encarga del transporte de O₂ en los diferentes órganos del cuerpo, también del transporte de CO₂ a los pulmones de los diferentes órganos del cuerpo, también es muy importante para el PH de la sangre.

La estructura de esta proteína es cuaternaria ya que está formada por cuatro cadenas polipéptidas llamadas globinas a la cual se une un grupo hemo formada por una subunidad de la hemoglobina. Estas cadenas se unen mediante enlaces débiles para formar cadenas completas de hemoglobinas, en cada cadena encontramos los átomos de hierro y en ellas se encuentran las moléculas de hemoglobina ⁽⁸⁾.

Los diferentes tipos de cadenas de hemoglobina de la molécula determina la afinidad de unión de la hemoglobina con el oxígeno. Lo que puede alterar las características físicas en la molécula de la hemoglobina son las anomalías en las cadenas por ejemplo, hay un tipo de hemoglobina que altera en la formación de los glóbulos rojos volviéndolos alargados en forma de un huso como un cristal volviéndolos a los hematíes hasta medir 15um de longitud impidiendo el paso de estas células en los diferentes capilares pequeños esto provoca la ruptura de las membranas celulares, a esta patología es conocida como la anemia falciforme ⁽⁸⁾.

La sangre total está compuesta principalmente por tres tipos de hemoglobina:

1. Hemoglobina A: comprende el 97 % del contenido de hemoglobina de adulto
2. Hemoglobina A₂: abarca el 2%
3. Hemoglobina F: abarca el 1 % y predomina en el feto y neonato

Función de la hemoglobina en el transporte de O₂.

Aproximadamente el 97 % del oxígeno es transportado por los pulmones a los diferentes tejidos por la hemoglobina que se encuentra en los glóbulos rojos de la sangre. el aumento de las concentraciones de hemoglobina en relación con la altura es

principalmente por la hipoxia, también se han considerado otros factores que pueden influir en la magnitud de esta respuesta ⁽⁹⁾.

Mientras la hemoglobina es un componente clave para el transporte de oxígeno, su utilidad como marcador de adaptación a la altitud todavía no es clara ⁽¹⁰⁾.

ALTITUD GEOGRÁFICA

Se hace referencia a que la altura es la distancia vertical a un punto determinado, al que se suele tomar como referencia el punto medio del nivel del mar ⁽¹¹⁾.

De acuerdo con la distancia tomado como referencia el nivel medio del mar tenemos que la altura puede ser.

- BAJA: se considera baja de 0 a 1.000 msnm
- MEDIA: se considera media de 1.000 a 2.000 msnm
- MODERADA: se considera moderada de 2.000 a 3.000 msnm
- ALTA: se considera alta de 3.000 a 5.500 msnm
- MUY ALTA O EXTREMA: se considera de 5.500 msnm en esta zona principalmente es donde se encuentran cambios hematológicos notables
En la eritropoyesis y en la corrección del volumen plasmático que se producen en estas alturas.
- ZONA DE LA MUERTE: se considera de 7.500 a 8.000 msnm (deterioro de los tejidos, ocasiona la muerte) ⁽¹²⁾.

En altitudes muy elevadas donde el oxígeno en el aire se encuentra muy reducido, se transporta una cantidad insuficiente del mismo hacia los tejidos del cuerpo aumentando considerablemente los eritrocitos y gracias a este aumento del oxígeno se observa una reducción en el grado de saturación arterial del oxígeno, esto se compensa con una mayor cantidad de hemoglobina ⁽¹³⁾.

La altitud es un determinante de importancia puesto que la variación en la presión barométrica a diferentes niveles sobre el nivel del mar y la adaptación fisiológica del organismo a la misma influye en estos valores.

El Ecuador se encuentra atravesado por la línea ecuatorial la misma que hace que este se divida en regiones como es la sierra, costa y oriente. Esta cordillera representa un verdadero reto para el hombre para poder vivir en sus innumerables irregularidades como son en el tramo de las vías, así como también en lo social, cultural ⁽³⁾.

Por ello es que el Ecuador es un país andino que presenta características geopolíticas, existen poblaciones situadas a una altura de 2 500 y 3000 msnm, entre estas están las provincias como; Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Azuay, Cañar y Loja. Estos se constituyen un gran laboratorio natural del efecto crónico de la altitud sobre el organismo ⁽³⁾.

FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA HEMOGLOBINA

La determinación de la hemoglobina constituye un punto muy importante para contribuir diagnóstico de la anemia. El Ecuador es un país que tiene regiones con grandes alturas donde la presión de O₂ es reducida en comparación con la del nivel del mar, por ello es necesario realizar la corrección a las mediciones de hemoglobina como ayuda al diagnóstico de anemia ⁽¹⁴⁾.

Existen varios factores para poder realizar la corrección de hemoglobina.

Según la altura:

Altitud (metros sobre el nivel del mar) medida (g/l)	Ajuste de la hemoglobina
< 1000	0
1000	-2
1500	-5
2000	-8
2500	-13
3000	-19
3500	-27
4000	-35
4500	-45

Según la OMS:

Disminuir – 2 gr/dl al valor obtenido de hemoglobina.

Según la CDC:

La fórmula del CDCPNSS para llevar la hemoglobina a nivel del mar es la siguiente:

Nivel ajustado = Nivel observado - Ajuste por altura

Ajuste por altura = $0,022 \times (\text{alt})^2 - 0,032 (\text{alt})$

Donde (alt) = $[(\text{altura en metros}) / 1000] \times 3,3$

El valor obtenido al aplicar esta fórmula es el valor a nivel del mar. Esto permite compararlo con los valores de normalidad a nivel del mar.

Ejemplo:

nivel de Hemoglobina observado = 17 altitud = 3 000 m.s.n.m

$$(\text{alt}) = \frac{(3000) \times 3,3}{1000} = 9,9$$

$$\begin{aligned} \text{Ajuste por altura} &= 0,022 \times (9,9)^2 - 0,032 \times (9,9) \\ \text{Ajuste por altura} &= 2,15622 - 0,3168 = 1,83942 \\ \text{Nivel ajustado} &= 17 - 1,83942 = 15,2 \end{aligned}$$

Según Dallman:

Aumento de Hemoglobina en 0,4 g/dl por 1000 m de elevación sobre el nivel del mar.

Según Dirren:

Hemoglobina a nivel del mar = Hemoglobina medida – $3.44 \times (e^{(0.000633 \times \text{Alt})} - 1)$
(15).

Aumento de Hemoglobina y Hematocrito como adaptación de la altura

Uno de los componentes más importante de la variación poblacional frente a la altura es la hemoglobina, cuya disminución de esta por los valores establecidos para cada población se diagnostica como anemia.

Los valores promedio tanto de la hemoglobina como del hematocrito, son notablemente altos en las poblaciones de gran altitud, en comparación de las poblaciones que se encuentran sobre el nivel del mar⁽¹⁴⁾.

FERRITINA

Al ser la ferritina una proteína esta sufre alteraciones durante alguna inflamación que presente el organismo, a esta alteración se la conoce como un reactante de fase aguda ya que su concentración plasmática se eleva en un 25% ⁽¹⁶⁾.

Un valor <12 ng/ml define la existencia de una deficiencia latente de hierro, mientras una ferritina > 400 ng/ml indica la presencia de una sobrecarga de hierro, estos valores son muy manejados para valorar el estado de los depósitos corporales de hierro. Se le considera como indicador para la detección del primer estadio del déficit de hierro ⁽¹⁷⁾.

Sus concentraciones normales dependen de la edad y el sexo. Se presentan elevadas al nacer, aumentan durante los dos primeros meses de vida y después disminuyen durante el primer año, a partir del primer año las concentraciones aumentan nuevamente y siguen haciéndolo hasta la edad adulta. Los varones en la adolescencia suelen adquirir concentraciones más altas que las mujeres. En las mujeres las concentraciones se mantienen bajas hasta la menopausia y después aumentan ⁽¹⁷⁾.

ANEMIA

Es designada como una condición patológica, en donde se presenta una disminución de eritrocitos y por consecuente la disminución de hemoglobina. Esta disminución de la cantidad de hematíes, dificulta para poder transportar el oxígeno a los diferentes tejidos. Según la Organización Mundial de Salud se considera que un paciente es anémico si la concentración de hemoglobina es inferior a 13 g/dl en hombres y 12 g/dl en mujeres, mientras que en los niños de 6 meses a 5 años cuando es inferior a 11 g/dl. En niños de 6 a 12 años cuando es inferior a 12 g/dl ⁽¹⁸⁾.

Las anemias se pueden clasificar de dos categorías:

- ✓ Son los trastornos que tienen como consecuencia la incapacidad para poder producir hematíes de forma y cantidad adecuada, es una depresión de la médula ósea.
- ✓ Son los trastornos que resultan de la destrucción incrementada esto ocurre en la hemólisis o también puede ser la pérdida de hematíes y hemorragia ⁽¹⁹⁾.

Las anemias se las clasifica de acuerdo al criterio morfológico y el fisiopatológico ⁽²⁰⁾.

Clasificación Morfológica

Se las divide en tres grupos principales de acuerdo a los índices celulares reportados en un hemograma, especialmente el índice de VCM (volumen corpuscular medio), el recuento de reticulocitos y el examen de eritrocitos en el frotis ⁽¹⁹⁾.

- ✓ ANEMIA NORMOCÍTICA NORMOCRÓMICA: En esta patología todos los índices eritrocitarios se encuentran en los rangos normales, una de las causas para que se presente es una anemia secundaria a hemorragia aguda. El VCM es de 80 a 94 (fl), HCM es de 27 a 32 (pg), CHCM es de 32 a 36 g/dl ⁽¹⁹⁾.
- ✓ ANEMIA MICROCÍTICA HIPOCRÓMICA: En este caso se encuentra el VCM menor a 80 fl y una CHCM menor de 32 gr/dl, tienen células pequeñas que presentan una marcada palidez central al observar en el frotis sanguíneo. Se encuentran las anemias por el déficit de hierro, las talasemias y las que acompañan a las infecciones crónicas ⁽¹⁹⁾.
- ✓ ANEMIA MACROCÍTICA NORMOCRÓMICA: En este caso se encuentra el VCM aumentado a partir de 94 fl y la CHCM es mayor a 32 g/dl, los eritrocitos presentan un tamaño macrocítico (agrandado). En este grupo se incluyen las anemias megaloblásticas, ya sean secundarias por déficit de ácido fólico o vitamina B12.

Clasificación Fisiopatológica

Es la clasificación relacionada con el proceso patológico con la causa de la anemia.

- ✓ ANEMIAS REGENERATIVAS: es cuando se observa una respuesta reticulocitaria elevada, esto implica un incremento de la regeneración medular a este grupo pertenecen las anemias por hemorragia y las anemias hemolíticas ⁽¹⁹⁾.
- ✓ ANEMIA ARREGENERATIVAS: Esta se da cuando la anemia no se acompaña de un aumento proporcional del número de reticulocitos, quiere decir que la capacidad regenerativa de la médula ósea se halla disminuida los valores normales.

Existen causas de esta anemia que son:

- ✓ ALTERACIONES DE LAS CÉLULAS FORMADORAS DE LOS GLÓBULOS ROJOS.
 - Aplasia medular

- Síndrome Mielodisplásicos
- Infiltración de médula ósea
- ✓ ALTERACIÓN DE LOS FACTORES HEMATOPOYÉTICOS
 - Déficit de hierro (Anemia Ferropénica)
 - Déficit de vitamina b12
 - Déficit de Acido Fólico
 - Déficit de Eritropoyetina ⁽¹⁹⁾(21).

PREVALENCIA DE ANEMIA EN EL ECUADOR

Esta enfermedad es un gran problema de salud pública tanto para nuestro país como para el resto de países tanto los desarrollados como para los países industrializados, en el Ecuador a afectado en la mayoría a las zonas donde más pobreza existe y sobre todo ataca más a niños, adultos de la tercera edad y también a las mujeres embarazadas ⁽²⁾.

Dada la importancia de esta patología en diferentes países tanto como en Ecuador se generan intervenciones para reducir esta patología en el mundo.

El diagnóstico a tiempo de esta patología también es muy importante, mientras más temprana sea identificada es mejor y presentarán mejora los pacientes que lo padezcan.

Es muy importante en un estudio de sangre el frotis sanguíneo para ver como se encuentran morfológicamente las células de la sangre, esto siempre se lo debe realizar ya que esta nos puede revelar que existe una hipocromía, microcitosis, anisocitosis, y una poiquilocitosis ⁽²²⁾.

DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO

Toma de muestra

Este es el primer paso que tiene el Laboratorista junto con su paciente, es la etapa pre analítica en donde se comienza con las actividades de recolección, envasado y transporte de muestras. Las medidas de bioseguridad que se utilizan durante el trabajo en un laboratorio son de mucha importancia ya que son las barreras que protegen casi en un total, al trabajar con muestras biológicas siempre se debe utilizar (gorro, mandil o uniforme de trabajo, mascarilla, guantes si es necesario se los debería cambiar en cada toma de cada paciente) ⁽²³⁾.

Para el examen de Hemoglobina debemos tener todos y cada uno de los materiales que se van a utilizar en la toma ya que este lo podemos realizar con una extracción venosa en una área donde no exista hematomas, fistulas cerca de donde se va a realizar la punción por lo general utilizamos el brazo ante cubital, en este existen algunas venas

que se pueden utilizar para la extracción de sangre, una vez encontrada procedemos a colocar el torniquete unos 5 centímetros por encima de donde se procederá al pinchazo, se desinfecta la zona con alcohol al 70% utilizando torundas de algodón, se debe tener en cuenta que la misma ya no debe ser manipulada, se coloca el dedo pulgar por debajo de la zona desinfectada y se introduce la aguja con el bisel hacia arriba y en un ángulo de 15 a 30, si se toma con vacutainer colocar el tubo respectivo para cada examen en este caso se utiliza el tubo de tapa lila por tener anticoagulante EDTA que nos ayuda que la sangre no se coagule, se saca el torniquete y una vez tomada la cantidad necesaria de sangre se procede a extraer el tubo de la aguja se homogeniza unas 10 veces y posteriormente la aguja, y se coloca el algodón con alcohol en la zona de la punción, y para evitar derrames de fluido de sangre se coloca una curita ⁽²³⁾.

Determinación de hemoglobina

Esta determinación es muy importante para la ayuda del diagnóstico de las anemias por ello el método debe ser preciso y fiable.

Existen varios métodos para la determinación de la hemoglobina, según sus propiedades fisicoquímicas de la molécula de hemoglobina el más utilizado se enfoca principalmente en la capacidad que tiene para absorber luz de la hemoglobina, oxihemoglobina o la cianmetahemoglobina estos son los derivados.

La mayoría de los laboratoristas recomiendan el método de la cianmetahemoglobina ya que este es un proceso colorimétrico, con exactitud y precisión, y ayuda a elaborar curvas de calibración. Para esta determinación se utiliza el reactivo de Drabkin ⁽²⁴⁾.

Fundamento de la determinación

Se basa en el cambio de la hemoglobina en cianmetahemoglobina mediante estos pasos:

- El Fe^{2+} de la hemoglobina, en presencia de Ferrocianuro potásico, se oxida a Fe^{3+} , dando así lugar a la metahemoglobina.
- En presencia de Cianuro potásico, la metahemoglobina pasa a cianmetahemoglobina.
- Es un compuesto de color rojo estable, con un pico de absorción de 540nm y las concentraciones se las determina por métodos colorimétricos empleando un patrón de concentración conocida ⁽²⁴⁾.

Equipo HumanCountPlus

Es un contador hematológico automatizado para su diagnóstico in vitro, este equipo puede procesar hasta sesenta muestras por hora y tiene una gran capacidad de memoria que llega hasta las 10.000 muestras incluyendo los histogramas. Utiliza 25 ul para poder realizar los 18 parámetros hematológicos. Este equipo tiene un software veterinario incorporado así permite determinar los 18 parámetros hematológicos, con sus respectiva formula diferencial WBC.

Las interfaces que tiene este equipo permiten enviar los resultados a una impresora externa o a una computadora host (puerto serie) utilizando así un dispositivo Flash o USB este es fácil de actualizar o realizar copias de seguridad.

Consta de tres partes principales:

- Sistema Fluidic: realiza aspiración, muestreo, dilución, mezclado, lisis y enjuague, y adicionalmente genera el vacío de medición regulado.
- Sistema de procesamiento de datos: cuenta y mide los parámetros sanguíneos, genera y almacena resultados e histogramas.
- Panel de control: incluye pantalla, teclado, interfaz paralela (impresora externa) e interfaz serie (computadora) ⁽²⁵⁾.

Valores de referencia

Según el equipo que se utilizó como es el HUMANCOUNTPLUS se utiliza los valores de referencia ⁽²⁵⁾.

Hombres: 14 - 18 g/dl.

Mujeres: 11 - 16 g/dl.

Niños: 10 - 14 g/dl

METODOLOGÍA

1. Tipo de Investigación

Para la realización de este trabajo se utilizaron dos tipos de investigación de acuerdo con los objetivos planteados.

- **Descriptiva:** En este proyecto se determina la concentración de hemoglobina sin ajustar y ajustada por altitud geográfica en función del sexo de los niños de la Unidad Educativa Simón Rodríguez de la parroquia de Licán, para así identificar que niños se encuentran con anemia pese a la altitud que viven ellos que es de 2730.
- **Experimental:** En donde se trabajó con niños de 5 a 12 años tanto de los paralelos A y B se les determinó hemoglobina, ferritina y a los resultados de hemoglobina sin ajustar se aplica factores de corrección por la altitud geográfica para la ayuda diagnóstica de niños con anemia y se relacionó con la ferritinemia.

2. Corte

- **Transversal:** se realizó este estudio en un período determinado de octubre 2017 – marzo 2018.

3. Carácter

- **Cuantitativo:** se determinó valores cuantitativos de hemoglobina sin ajustar, hemoglobina corregida por diferentes factores de corrección según a los autores correspondientes y ferritina sérica en el diagnóstico de anemia de los escolares.
- **Cualitativo:** Es un estudio cualitativo porque se realizó la búsqueda de información y revisión bibliográfica sobre la anemia.

4. Determinación de la población y muestra

Población:

La población está constituida de 337 escolares de 5-12 años de la Unidad Educativa “Simón Rodríguez.

Muestra:

- Está constituida 150 escolares de 5-12 años de la Unidad Educativa “Simón Rodríguez”

Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para la muestra.

- Criterios de exclusión (participantes sin consentimiento informado, falta de colaboración en la toma de muestra sanguínea).
- Criterios de inclusión (participantes con consentimiento informado y colaboración total en la toma de muestra sanguínea).

5.- Instrumentos**Instrumentos de la investigación**

Técnica: Análisis de laboratorio manual y automatizado.

Instrumento: Base de datos de resultados

6.- Procedimientos

Para el inicio del desarrollo del proyecto primero se socializó con los padres de familia de los niños beneficiados, en dónde se les dio a conocer cuál era el objetivo del proyecto y cómo les va a ayudar a sus hijos, una vez realizado esto los padres de familia firmaron el consentimiento informado como aceptación para realizarles las pruebas de laboratorio respectivas a los escolares de la Unidad Educativa Simón Rodríguez, se dialogó con las autoridades que están al frente de dicha institución para coordinar fechas y horarios en las que se pueda realizar la toma de muestra a cada uno de los estudiantes, las muestras fueron tomadas paulatinamente en horas de la mañana, mientras que en la tarde las mismas fueron procesadas en el laboratorio de la Universidad Nacional de Chimborazo de forma manual y automatizada en el contador Hematológico Human Count plus, todas las muestras fueron procesadas y en caso de haber existido muestras con resultados alterados, estas muestras se las volvió a realizar para confirmar el resultado.

Al concluir con el procesamiento de todas las muestras obtenidas, se procedió a recopilar todos los resultados y se elaboró un reporte para los padres de familia, con los resultados obtenidos en el análisis de la muestra de cada niño, estos fueron entregados a cada uno. Luego se realizó una base de datos estadísticas para así culminar con el desarrollo del proyecto de investigación.

Se realiza el análisis e interpretación de resultados obtenidos de los escolares de 5 – 12 años específicamente en la determinación de hemoglobina para posteriormente hacer la corrección de esta como ayuda al diagnóstico de anemia.

7. Análisis de Datos

Los resultados de la investigación fueron evidenciados en tablas y gráficos estadísticos mediante el programa SPSS versión 2.3 por medio del test de students y chi cuadrado y detallados en resultados y discusiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Concentración de hemoglobina ajustada por altitud geográfica según sexo de los escolares.

Concentración de hemoglobina (g/dl)	Población (n=150)			Niñas (n=68)			Niños (n=82)			P
Sin ajustar	14.15	±	0.84	14.12	±	0.85	14.17	±	0.83	0.721
Ajustada por CDC	12.58	±	0.84	12.55	±	0.85	12.60	±	0.83	0.721
Ajustada por Dirren	12.44	±	0.84	12.41	±	0.85	12.46	±	0.83	0.721
Ajustada por Cohen	12.74	±	0.84	12.71	±	0.85	12.76	±	0.83	0.721

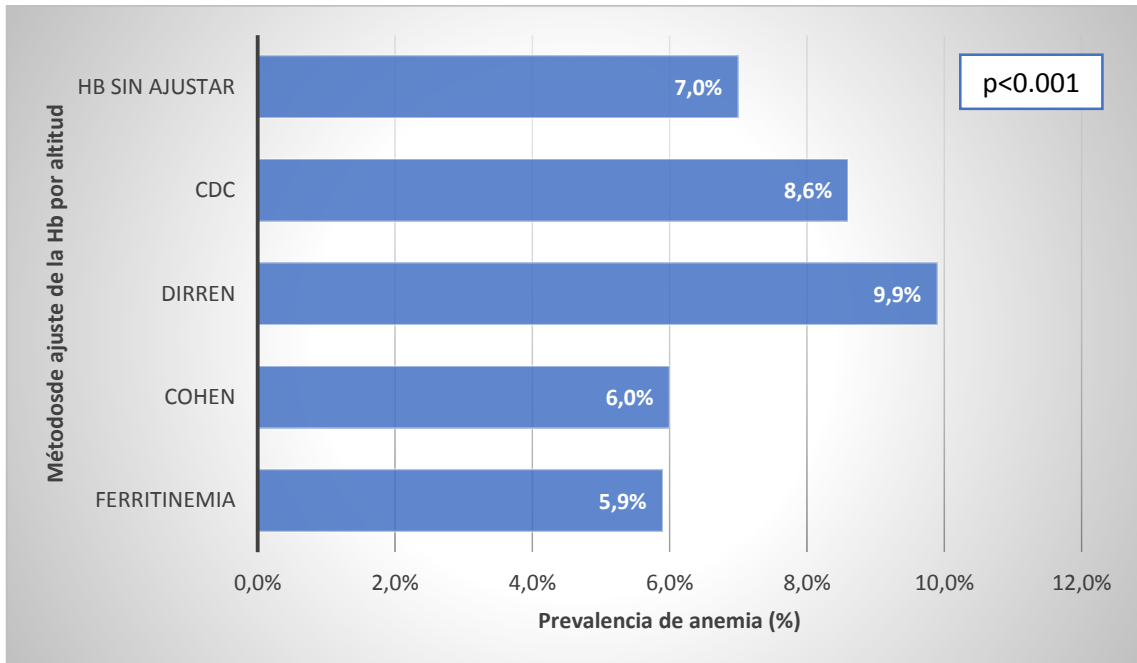
Fuente: Datos obtenidos de los escolares de la Unidad Educativa “Simón Rodríguez”

Elaborado por: Paulina Calderón y Jessica Chavarrea

Resultados expresados en medias \pm desviación estándar. Diferencia estadísticamente significativa $p < 0.05$ (Test de Student).

- Se presenta la concentración de hemoglobina sin ajustar y ajustada por altura geográfica en función del sexo de los niños. La media de hemoglobina sin ajustar fue de 14.15 ± 0.84 g/dl, mientras que la corregida por CDC (Centros para la Prevención y Control de Enfermedades), Dirren y Cohen fue de 12.58 ± 0.84 g/dl, 12.44 ± 0.84 g/dl y 12.74 ± 0.84 g/dl, respectivamente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre niñas y niños.

Gráfico 1. Prevalencia de anemia determinada a partir de hemoglobina y ferritinemia



Fuente: Datos obtenidos de los escolares de la Unidad Educativa “Simón Rodríguez”

Elaborado por: Paulina Calderón y Jessica Chavarrea

- Se identifica la prevalencia de anemia determinada a partir de hemoglobina y ferritinemia. Como se puede observar, la ecuación de corrección de Dirren detecta un mayor porcentaje de anemia que los demás métodos y la hemoglobina sin ajustar es el indicador que presenta una menor prevalencia.

Tabla 2. Prevalencia de anemia en relación con los factores de corrección

Casos de anemia	%		Total, Niños	P
Hemoglobina sin ajustar	7 %	No anemia	139	0,274
		Anemia	11	
Hemoglobina ajustada por CDC	8,6%	No anemia	137	0,972
		Anemia	13	
Hemoglobina ajustada por Dirren	9,9%	No anemia	135	0,641
		Anemia	15	
Hemoglobina ajustada por Cohen	6%	No anemia	141	0,938
		Anemia	9	
Ferritinemia	5,9%	No anemia	141	0,555
		Anemia	9	

Fuente: Datos obtenidos de los escolares de la Unidad Educativa “Simón Rodríguez”

Elaborado por: Paulina Calderón y Jessica Chavarrea

Resultados expresados en porcentajes. Diferencia estadísticamente significativa $p < 0.05$ (Chi-cuadrado).

- Se analiza en esta tabla de acuerdo con los factores de corrección de hemoglobina una relación entre los casos de anemias en los escolares teniendo así que la hemoglobina sin ajustar presenta un 7% de los niños y esto nos equivale a 11 niños que presentan anemia, mientras que por el método de Dirren nos da como resultado un 9,9% de los escolares que nos da un total de 15 casos con anemia, siendo este el método que más niños nos detecta con esta patología. Mientras que Cohen y la ferritina nos da como resultado un 6 % de los escolares que nos da un total de 9 niños con anemia.

Tabla 3. Prevalencia de anemia según sexo de los escolares

Casos de anemia		Niñas	Niños	P
Hemoglobina sin ajustar	No anemia	45,0	54,3	0,274
	Anemia	7,0	0,0	
Hemoglobina ajustada por CDC	No anemia	41,7	49,7	0,972
	Anemia	4,0	4,6	
Hemoglobina ajustada por Dirren	No anemia	41,7	48,3	0,641
	Anemia	4,0	6,0	
Hemoglobina ajustada por Cohen	No anemia	43,0	51,0	0,938
	Anemia	2,6	3,3	
Ferritinemia	No anemia	42,8	51,3	0,555
	Anemia	3,3	2,6	

Resultados expresados en porcentajes. Diferencia estadísticamente significativa $p < 0.05$ (Chi-cuadrado).

- Se presenta la prevalencia de anemia en función del sexo de los escolares. De acuerdo con la concentración de hemoglobina sin ajustar, el 7% de las niñas tenía anemia, sin reportarse casos en los niños. Mientras que, para la hemoglobina corregida por CDC, Dirren y Cohen, y la ferritinemia el 4% vs 4.6%, 4% vs 6%, 2.6% vs 3.3%, y 3.3 vs 2.6, respectivamente, presentaron anemia. No se constataron diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia de anemia según el sexo.

Tabla 4. Comparación de la detección de anemia utilizando a la ferritinemia como estándar de oro para el diagnóstico en zonas de elevada altitud.

	Ferritinemia		P
	No anemia	Anemia	
Sin ajustar	141	9	0,8
Ajustada por CDC	149	1	0,788
Ajustada por Dirren	148	2	0,207
Ajustada por Cohen	149	1	0,505

Fuente: Datos obtenidos de los escolares de la Unidad Educativa “Simón Rodríguez”

Elaborado por: Paulina Calderón y Jessica Chavarrea

Resultados expresados en frecuencias absolutas. Diferencia estadísticamente significativa $p < 0.05$ (Chi-cuadrado).

- Se presenta la detección de anemia utilizando la concentración de ferritinemia. De los 9 escolares detectados como anémicos por medio de ésta última, ninguno fue considerado como tal por la hemoglobina sin ajustar, y los métodos de CDC y Cohen no identifican como anémicos a 8 de esos niños, y Dirren a 7.

DISCUSIÓN

En la primera tabla como menciona se realizó el análisis de la hemoglobina corregida por la altura según el sexo de los escolares en donde se obtuvo que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre niños y niñas escolares. Según un estudio realizado en Costa Rica se dice que, si existe una variación entre el sexo de los niños que viven en zonas altas pese a la cantidad de oxígeno que les llega, por ello recomiendan realizar siempre la corrección de la hemoglobina en diferentes zonas ^{(26) (27)}.

Es muy importante saber la valoración de los parámetros hematológicos de una población con características genéticas diferentes, factores culturales y sociales propios, así como saber sobre su etnia, hábitos alimenticios y sobre todo la región donde vive. Relacionando cada uno de estos factores y con la ayuda de algunas otras pruebas complementarias se llega a la identificación de la anemia.

Según la tabla 3 relacionando a la hemoglobina con la ferritinemia se encontraron casos muy particulares ya que, de los 9 estudiantes detectados como anémicos, según la hemoglobina sin ajustar no existen niños anémicos mientras que por los métodos de CDC y Cohen solo uno es anémico, y según Dirren 7 de estos son anémicos. La ferritina es una de las pruebas de gran interés y que se las debe realizar principalmente en niños que viven en zonas altas debido a que la ferritina es la proteína que no se eleva en la altitud esta sobre pasa los límites cuando se presenta algún tipo de infección en el organismo.

Existe un estudio en Chiapas México donde se encuentra a una altura de aproximadamente (1.609 msnm) este estableció unos valores de referencia de 12,5 a 16,6 g/dl de hemoglobina esto se dio en las mujeres mientras que en los hombres se estableció un valor de 15,5 a 19,7 g/dl ⁽²⁸⁾.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que la hemoglobina sin ajustar da resultados el 7% de las niñas tiene anemia, mientras que en los niños no se reportan casos de anemia.
2. Se utilizaron varios factores de corrección de hemoglobina como CDC, Dirren y Cohen, y la ferritinemia en donde el 4% vs 4.6%, 4% vs 6%, 2.6% vs 3.3%, y 3.3 vs 2.6, respectivamente, presentaron anemia.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar la prueba de ferritina en los lugares altos acompañado por la prueba de Transferrina.
2. Es recomendable cuando se trabaja con la población general corregir la hemoglobina, pero cuando se trabaja individualmente se debe realizar la prueba de ferritina.
3. Se recomienda siempre realizar la corrección de hemoglobina, puesto que la hemoglobina sin corrección enmascara la anemia.
4. Se debe determinar la concentración de hemoglobina directamente, mas no basarse en la concentración de Hematocrito.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. 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, hacia un enfoque integrado para un control eficaz de la anemia. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2004. (Consultado: 19 de noviembre del 2017). Disponible en: [http://www.unscn.org/layout/.../La anemia como centro de atención 1.pdf](http://www.unscn.org/layout/.../La_anemia_como_centro_de_atención_1.pdf)
2. Echague G. Sosa L. Anemia en niños indígenas y no indígenas menores de 5 años de comunidades rurales del Departamento de Caazapá. SCIELO [En línea]. 2013. [Consultado: 19 de noviembre del 2017]; No 1 URL disponible en: <file:///D:/Internet/Downloads/DialnetAnemiaEnNinosIndigenasYNoIndigenasMenoresDe5AnosDe-4423014.pdf>
3. Villacís B., Carrillo. D. (2011). Estadística Demográfica en el Ecuador: Diagnóstico y Propuesta. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Quito – Ecuador.2011
4. Giménez DS, El hemograma. Medicina 21. [Online]. 2012. [fecha de acceso 19 de noviembre del 2017]. Disponible en: [https://www.medicina21.com/Articulos/V1170-El hemograma.html](https://www.medicina21.com/Articulos/V1170-El_hemograma.html).
5. Guyton, C, Hall, J.E. Tratado de Fisiología Médica. Elsevier; 2008.
6. Ojeda, G. Estructura y funciones del eritrocito. 2011Obtenido de UNNE
7. Pillou, Jean-Francois. CCMBenchmark
8. Plan nacional de sangre, Argentina: 2015 Obtenido de MS Presidencia de la Nación. Disponible en: http://www.msal.gov.ar/plan-nacional-sangre/index.php?option=com_content&id=315&Itemid=39
9. Carmona R, M. P., Rojas J, M., & Delgado C, L. (2011). Anemia de Fanconi. 1-92.
10. Neya M, Enoki T, Ohiwa N, Kawahara T, Gore CJ. Increased hemoglobin mass and VO₂max with 10 h nightly simulated altitude at 3000 m. Int J Sports Physiol Perform. [en línea] 2013 [consultado el 28 de enero del 2018]; No. 8 Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/8911/4ab1ade799c82f7344ab51db8cd84eecf51.pdf>
11. Sáenz K, Narváez G, Cruz M. Valores de referencia hematológicos en población altoandina ecuatoriana. Rev Mex Patol Clin [Internet].2008 [consultado el 19 de

- noviembre del 2017]; 5584): 207-214. Disponible en:
<http://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2008/pt084e.pdf>
12. Gonzáles G. Contribución peruana a la hematología en poblaciones nativas de altura. Bv Revistas [Internet]. 1998[consultado el 19 de noviembre del 2017]; 2(7): 105-130. Disponible en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/Acta_Andina/v07_n2/contribucion.htm
 13. Zubieta, G. Pulmones y altura: Función respiratoria y adaptación. Obtenido de <http://www.reocities.com/CapeCanaveral/6280/respame1.html>
 14. Gonzales G, Tapia V. Hemoglobina, Hematocrito y adaptación a la altura: su relación con los cambios hormonales y el período de residencia multigeneracional. Rev.fac.med [Internet]. 2007 [Consultado el 21 de noviembre del 2017]; 15(1). Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-52562007000100010
 15. Bartolo M. Propuesta de factor de corrección a las mediciones de hemoglobina por pisos altitudinales en menores de 6 a 59 meses de edad, en el Perú. Revistas de investigación UNMSN. [en línea]. 2017; No. 3 Disponible en:
<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/13759/12367>
 16. Carrillo R, Peña C, Zepeda D, Meza J, Maldonado R, Meza C. T. Ferritina y síndrome hiperferritinémico. Rev. Aso.Mex [Internet]. 2015[consultado el 21 de noviembre del 2017];29(3):157-166. Disponible en:
<http://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2015/ti153f.pdf>
 17. Forrellat M, Gautier H, Fernández N. Metabolismo del Hierro. Rev. Cubana Hematol[Internet]; 16(03):149-160 Disponible en:
<https://scielo.sld.cu/pdf/hih/v16n3/hih01300.pdf>
 18. OMS (Organización Mundial de la Salud). [en línea]. Valores Internacionales de referencia. Junio 1998- [ref. de 13 mayo 1999)
 19. Hernández A. Anemias en la infancia y adolescencia. Sepeap. [Internet].2016[consultado 7 de diciembre del 2017]; 20(5):287-296. Disponible en:
https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2016/07/Pediatria-Integral-XX-05_WEB.pdf#page=7
 20. Rodríguez M. Intervalos de confianza de la formula eritrocítica en habitantes adultos de la ciudad de Comitán de Domínguez (Chiapas, México). Hig. Sanid. Ambient.[Internet]. 2007[consultado el 4 de diciembre del 2017]; 7: 270-275.

Disponible en: [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015daee5ec6_Hig.Sanid.Ambient.7.270-275\(2007\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015daee5ec6_Hig.Sanid.Ambient.7.270-275(2007).pdf)

21. Almaguer C. Interpretación clínica de la biometría hemática. Houston: McGRAW-HILL Interamericana; 2015
22. López N. La biometría hemática. Acta Pediatr Mex. [UIn ternet]. 2016 [consultado el 9 de diciembre del 2017];37(4):246-249.Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/actpedmex/apm-2016/apm164h.pdf>
23. Servicio de Salud metropolitano occidente hospital san juan de dios. Manual de muestras de laboratorio clínico, edición 2. junio 2010
24. García M, Determinación de la hemoglobina en sangre .Disponible en: <http://practicashema.blogspot.com/2015/04/determinacion-de-la-hemoglobina-en.html>
25. Gesellschaft für Biochemica und Diagnostica mbH. Manual de Human. HumanCountPlus. 2017
26. Víquez M. Ajuste a la hemoglobina para diagnóstico de anemia según la altitud, en niños y niñas de 6 a menos de 24 meses, atendidos en el primer nivel de la Caja Costarricense de Seguro Social, en el año 2015. Binass [en línea]. 2015 [consultado el 28 de enero del 2018]. Disponible en: <http://www.binasss.sa.cr/serviciosdesalud/anemia.pdf>
27. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. [en línea] 2011. [consultado 28 de enero del 2018] Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85842/1/WHO_NMH_NHD_MNM_11.1_spa.pdf?ua=1
28. Rodríguez M, Schlottfeldt V, Vela. Intervalos de confianza de la formula eritrocítica en habitantes adultos de la ciudad de Comitán de Domínguez (Chiapas, México). Hig. Sanid. Ambient.[en línea] 2007.[consultado el 28 de enero del 2018] ;No. 7 Disponible en: [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015daee5ec6_Hig.Sanid.Ambient.7.270-275\(2007\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015daee5ec6_Hig.Sanid.Ambient.7.270-275(2007).pdf)

ANEXOS

Anexo 1: Formato del 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
<input type="text"/>

Nº Cédula de identidad
<input type="text"/>

Firma
<input type="text"/>
NOMBRE DE MADRE, PADRE O TUTOR

Firma
<input type="text"/>
NOMBRE DEL INVESTIGADOR

Firma
<input type="text"/>
NOMBRE DEL TESTIGO

Anexo 2: Resultado de la determinación de hemoglobina**UNIDAD EDUCATIVA "SIMÓN RODRIGUEZ" PARROQUIA LICÁN**

RESULTADOS DE HEMOGLOBINA							
CÓD	GÉNERO	HEMOGLOBINA	HB /ALTURA	HB /OMS	HB /DALLMAN	HB/CDC	
1	1	14,7	13,4	12,7	15,7	13,2	
2	2	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9	
3	2	14,8	13,5	12,8	15,8	13,3	
4	1	13	11,7	11	14,0	11,5	
5	2	15,3	14	13,3	16,3	13,8	
6	1	14,8	13,5	12,8	15,8	13,3	
7	2	12,6	11,3	10,6	13,6	11,1	
8	1	14,2	12,9	12,2	15,2	12,7	
9	1	15,6	14,3	13,6	16,6	14,1	
10	2	16,5	15,2	14,5	17,5	15,0	
11	1	13,7	12,4	11,7	14,7	12,2	
12	1	13,7	12,4	11,7	14,7	12,2	
13	2	13,6	12,3	11,6	14,6	12,1	
14	1	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1	
15	2	14,8	13,5	12,8	15,8	13,3	
16	1	13,9	12,6	11,9	14,9	12,4	
17	2	14,3	13	12,3	15,3	12,8	
18	1	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1	
19	1	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9	
20	1	15	13,7	13	16,0	13,5	
21	2	14,2	12,9	12,2	15,2	12,7	
22	1	14,7	13,4	12,7	15,7	13,2	
23	1	14,2	12,9	12,2	15,2	12,7	
24	2	13,9	12,6	11,9	14,9	12,4	
25	1	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1	
26	2	13,9	12,6	11,9	14,9	12,4	
27	2	14,5	13,2	12,5	15,5	13,0	
28	1	13,9	12,6	11,9	14,9	12,4	
29	1	15,3	14	13,3	16,3	13,8	
30	1	14,8	13,5	12,8	15,8	13,3	
31	2	16,1	14,8	14,1	17,1	14,6	
32	1	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9	
33	1	13	11,7	11	14,0	11,5	
34	2	13,5	12,2	11,5	14,5	12,0	
35	1	13,4	12,1	11,4	14,4	11,9	
36	2	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9	
37	1	14,9	13,6	12,9	15,9	13,4	
38	2	15,1	13,8	13,1	16,1	13,6	

Continúa en la siguiente página

CÓD	GÉNERO	HEMOGLOBINA	HB /ALTURA	HB /OMS	HB /DALLMAN	HB/CDC
39	2	14,5	13,2	12,5	15,5	13,0
40	1	14,2	12,9	12,2	15,2	12,7
41	1	14,3	13	12,3	15,3	12,8
42	2	14,7	13,4	12,7	15,7	13,2
43	2	13,8	12,5	11,8	14,8	12,3
44	1	13,9	12,6	11,9	14,9	12,4
45	1	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9
46	2	13,5	12,2	11,5	14,5	12,0
47	2	13,4	12,1	11,4	14,4	11,9
48	1	14,2	12,9	12,2	15,2	12,7
49	2	14,3	13	12,3	15,3	12,8
50	1	14	12,7	12	15,0	12,5
51	2	15,9	14,6	13,9	16,9	14,4
52	1	15,5	14,2	13,5	16,5	14,0
54	2	15	13,7	13	16,0	13,5
55	2	14,1	12,8	12,1	15,1	12,6
56	1	14,8	13,5	12,8	15,8	13,3
57	2	14,5	13,2	12,5	15,5	13,0
58	2	14,1	12,8	12,1	15,1	12,6
59	1	14,1	12,8	12,1	15,1	12,6
60	2	15,2	13,9	13,2	16,2	13,7
61	2	14,9	13,6	12,9	15,9	13,4
62	2	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9
63	1	14	12,7	12	15,0	12,5
64	2	15,8	14,5	13,8	16,8	14,3
66	1	14,1	12,8	12,1	15,1	12,6
67	1	15,5	14,2	13,5	16,5	14,0
68	2	14,7	13,4	12,7	15,7	13,2
69	2	15,2	13,9	13,2	16,2	13,7
70	1	15,5	14,2	13,5	16,5	14,0
71	1	14,2	12,9	12,2	15,2	12,7
72	2	15	13,7	13	16,0	13,5
73	2	15,5	14,2	13,5	16,5	14,0
74	1	14,9	13,6	12,9	15,9	13,4
75	2	15,9	14,6	13,9	16,9	14,4
76	1	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1
77	2	15,7	14,4	13,7	16,7	14,2
78	1	14,5	13,2	12,5	15,5	13,0
79	2	14,8	13,5	12,8	15,8	13,3
80	1	13,8	12,5	11,8	14,8	12,3

Continúa en la siguiente página

CÓD	GÉNERO	HEMOGLOBINA	HB /ALTURA	HB /OMS	HB /DALLMAN	HB/CDC
81	2	14,9	13,6	12,9	15,9	13,4
82	1	15,8	14,5	13,8	16,8	14,3
83	2	13,8	12,5	11,8	14,8	12,3
84	1	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9
85	2	13,7	12,4	11,7	14,7	12,2
86	1	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9
87	2	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9
89	1	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1
90	2	13,1	11,8	11,1	14,1	11,6
91	2	13,5	12,2	11,5	14,5	12,0
92	2	14,8	13,5	12,8	15,8	13,3
93	1	13,6	12,3	11,6	14,6	12,1
94	2	13	11,7	11	14,0	11,5
95	2	14,5	13,2	12,5	15,5	13,0
96	1	13,9	12,6	11,9	14,9	12,4
97	1	15,3	14	13,3	16,3	13,8
99	2	13,5	12,2	11,5	14,5	12,0
100	1	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1
101	1	14	12,7	12	15,0	12,5
102	1	14,3	13	12,3	15,3	12,8
103	2	13,7	12,4	11,7	14,7	12,2
104	2	13,9	12,6	11,9	14,9	12,4
105	1	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1
106	2	15,2	13,9	13,2	16,2	13,7
107	2	13,8	12,5	11,8	14,8	12,3
108	1	13,8	12,5	11,8	14,8	12,3
109	1	13,9	12,6	11,9	14,9	12,4
110	2	12,6	11,3	10,6	13,6	11,1
111	2	16,3	15	14,3	17,3	14,8
112	2	15,2	13,9	13,2	16,2	13,7
113	2	13,6	12,3	11,6	14,6	12,1
114	1	13,6	12,3	11,6	14,6	12,1
115	1	14,3	13	12,3	15,3	12,8
116	2	13,5	12,2	11,5	14,5	12,0
117	1	13,1	11,8	11,1	14,1	11,6
118	2	13,6	12,3	11,6	14,6	12,1
119	1	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1
120	2	14,3	13	12,3	15,3	12,8
121	1	15,7	14,4	13,7	16,7	14,2
122	2	15,3	14	13,3	16,3	13,8
123	1	15,4	14,1	13,4	16,4	13,9
124	2	14,1	12,8	12,1	15,1	12,6

Continúa en la siguiente página

<i>CÓD</i>	GÉNERO	HEMOGLOBINA	HB /ALTURA	HB /OMS	HB /DALLMAN	HB/CDC
125	1	14,5	13,2	12,5	15,5	13,0
126	2	14,5	13,2	12,5	15,5	13,0
127	1	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1
128	1	15,6	14,3	13,6	16,6	14,1
129	2	13,4	12,1	11,4	14,4	11,9
130	2	15,3	14	13,3	16,3	13,8
131	2	14,4	13,1	12,4	15,4	12,9
132	2	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1
133	1	14,7	13,4	12,7	15,7	13,2
134	2	12,3	11	10,3	13,3	10,8
135	1	12,8	11,5	10,8	13,8	11,3
136	1	14,7	13,4	12,7	15,7	13,2
137	2	15,6	14,3	13,6	16,6	14,1
138	2	13,8	12,5	11,8	14,8	12,3
139	2	14,1	12,8	12,1	15,1	12,6
140	1	16	14,7	14	17,0	14,5
141	1	15	13,7	13	16,0	13,5
142	2	14,9	13,6	12,9	15,9	13,4
143	2	14,2	12,9	12,2	15,2	12,7
144	2	16,1	14,8	14,1	17,1	14,6
145	1	14,5	13,2	12,5	15,5	13,0
146	2	13,8	12,5	11,8	14,8	12,3
147	1	14,2	12,9	12,2	15,2	12,7
148	2	14,6	13,3	12,6	15,6	13,1
149	2	13,8	12,5	11,8	14,8	12,3
150	1	15,2	13,9	13,2	16,2	13,7

Fuente: Resultados obtenidos de los escolares analizados de 5-12 años.

Anexo 3: Resultado de la determinación de ferritina

UNIDAD EDUCATIVA "SIMÓN RODRIGUEZ" PARROQUIA LICÁN

RESULTADOS DE FERRITINA		
CÓD	GÉNERO	FERRITINA ng/ml
1	1	14,88
2	2	18,82
3	2	93,28
4	1	14,81
5	2	17,85
6	1	55,02
7	2	60,15
8	1	24,76
9	1	28,43
10	2	29,94
11	1	75,12
12	1	84,4
13	2	40,14
14	1	14,11
15	2	26,61
16	1	19,12
17	2	30,38
18	1	31,38
19	1	18,67
20	1	19,2
21	2	88,41
22	1	45,09
23	1	21,44
24	2	17,33
25	1	50,54
26	2	261,58
27	2	54,58
28	1	16,53
29	1	39,64
30	1	26,02
31	2	21,29
32	1	33,23
33	1	34,64
34	2	67,46
35	1	17,4
36	2	61,5
37	1	20,20
38	2	69,91

Continúa en la siguiente página

CÓD	GÉNERO	FERRITINA ng/ml
39	2	22,08
40	1	33,51
41	1	24,60
42	2	11,71
43	2	17,70
44	1	12,25
45	1	11,78
46	2	18,82
47	2	14,74
48	1	25,60
49	2	9,35
50	1	156,09
51	2	13,90
52	1	17,62
54	2	26,19
55	2	22,00
56	1	61,39
57	2	10,00
58	2	16,52
59	1	14,81
60	2	12,80
61	2	32,67
62	2	13,89
63	1	14,31
64	2	10,00
65	1	9,10
66	1	42,49
67	2	14,17
68	2	24,10
69	1	19,89
70	1	13,76
71	2	12,18
72	2	36,47
73	1	25,77
74	2	20,66
75	1	41,66
76	2	16,45
77	1	35,12
78	2	253,69
79	1	28,43
80	2	18,37

Continúa en la siguiente página

<i>CÓD</i>	<i>GÉNERO</i>	<i>FERRITINA ng/ml</i>
81	1	62,18
82	2	142,62
83	1	17,92
84	2	13,90
85	1	10,20
86	2	9,61
87	1	167,73
88	2	57,90
89	2	18,22
90	2	28,96
91	1	16,16
92	2	14,53
93	2	12,59
94	1	28,34
95	1	19,73
96	2	14,88
97	1	57,01
98	1	15,37
99	1	43,42
100	2	22,00
101	2	24,60
102	1	40,74
103	2	7,52
104	2	38,44
106	1	16,31
107	1	36,08
108	2	5,72
109	2	83,53
110	2	30,20
111	2	26,44
112	1	31,93
113	1	17,04
114	2	11,31
115	1	65,84
116	2	27,56
117	1	22,88
118	2	28,61
119	1	112,55
120	2	32,02
121	1	16,89
122	2	32,58
123	1	31,47
124	2	15,66

Continúa en la siguiente página

<i>CÓD</i>	<i>GÉNERO</i>	<i>FERRITINA ng/ml</i>
<i>125</i>	1	8,02
<i>126</i>	1	17,77
<i>127</i>	2	16,24
<i>128</i>	2	20,51
<i>129</i>	2	21,92
<i>130</i>	2	8,97
<i>131</i>	1	22,56
<i>132</i>	2	40,54
<i>133</i>	1	10,65
<i>134</i>	1	11,98
<i>135</i>	2	8,72
<i>136</i>	2	28,08
<i>137</i>	2	40,44
<i>138</i>	1	39,28
<i>139</i>	1	15,18
<i>140</i>	2	17,70
<i>141</i>	2	23,45
<i>142</i>	2	14,78
<i>143</i>	1	24,79
<i>144</i>	2	12,67
<i>145</i>	1	33,00
<i>146</i>	2	25,42
<i>147</i>	2	13,23
<i>148</i>	1	21,68
<i>149</i>	2	17,86
<i>150</i>	1	24,00

Fuente: Resultados facilitados por un grupo de investigadoras

Anexo 4: Toma de muestras sanguíneas a los escolares.



Fuente: Fotografías tomadas por las investigadoras

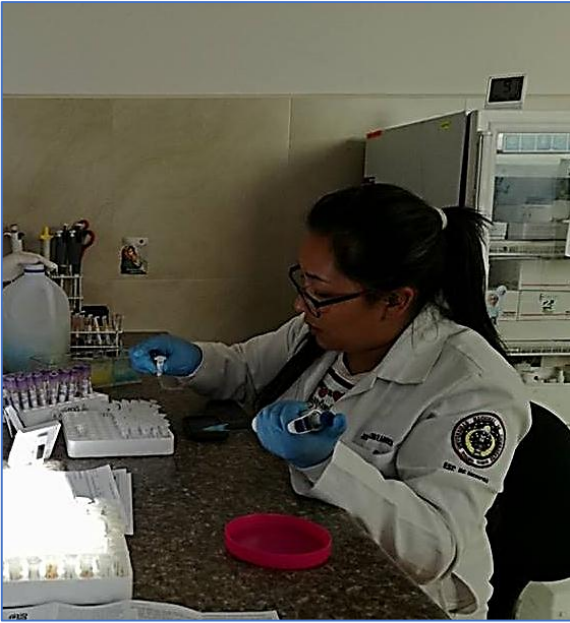
Anexo 5: Muestras listas para el análisis



Fuente: Fotografías tomadas por las investigadoras

Anexo 6: Análisis de las muestras





Fuente: Fotografías tomadas por las investigadoras