

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



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

**Proyecto Final de Investigación previo a la obtención del título de  
Licenciado/as en Laboratorio Clínico e Histopatológico**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**DETERMINACIÓN DE HIERRO, HEMOGLOBINA Y  
HEMATOCRITO COMO APORTE PARA EL ESTABLECIMIENTO  
DE VALORES DE REFERENCIA EN ESTUDIANTES DE UNIDADES  
EDUCATIVAS RURALES DEL CANTÓN RIOBAMBA**

**Autor(es): CANSECO VILLOTA NATALY DEL ROCIO  
SILVA QUIROZ DERLY CRISTINA**

**Tutor: ING. FELIX FALCONI MgS.**

**Riobamba - Ecuador  
2018**

## REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del Proyecto de Investigación de título: “Determinación de hierro, hemoglobina y hematocrito como aporte para el establecimiento de valores de referencia en estudiantes de unidades educativas rurales del cantón Riobamba” presentado por Derly Cristina Silva Quiroz y Nataly del Rocío Canseco Villota y dirigido por el Ing. Félix Atair Falconi Ontaneda, 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:

Dra. Liliana Araujo

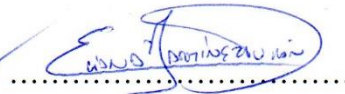
**Presidente del Tribunal**



**Firma**

Lic. Eliana Martínez

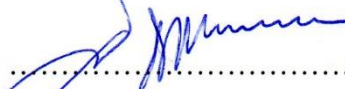
**Miembro del Tribunal**



**Firma**

MsC. Paúl Parra

**Miembro del Tribunal**



**Firma**

## **DECLARACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Félix Atair Falconí Ontaneda docente de la Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico en calidad de tutor del proyecto de tesis con el tema: “Determinación de hierro, hemoglobina y hematocrito como aporte para el establecimiento de valores de referencia en estudiantes de unidades educativas rurales del cantón Riobamba”, propuesto por la Srta. Derly Cristina Silva Quiroz y la Sra. Nataly del Rocío Canseco Villota, egresadas 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. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando a las interesadas hacer uso del presente para los trámites correspondientes.



Ing. Félix Atair Falconi Ontaneda

**DOCENTE DE LA CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E  
HISTOPATOLÓGICO**

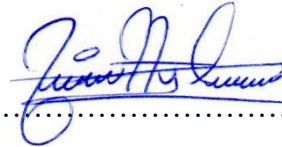
## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Nosotros, Derly Cristina Silva Quiroz con C.I: 025000648-3 Nataly del Rocío Canseco Villota con C.I: 180454151-2 somos responsables de todo el contenido de este trabajo investigativo, los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.



.....  
**Derly Cristina Silva Quiroz**

**C.I: 025000648-3**



.....  
**Nataly del Rocío Canseco Villota**

**C.I: 180454151-2**

## **DEDICATORIA**

Aunque la mayoría de las veces pareciese que estamos en una batalla, hay momento en que la guerra cesa para cumplir nuestros objetivos. Este trabajo dedico con todo amor y cariño a mis padres Javier y Edith quienes me han apoyado durante el transcurso de la carrera tanto económicamente como con sus palabras de aliento, a mis hermanos y mi abuelita que han estado pendientes de mí en todo momento, a mi familia por esas palabras de aliento que nunca me han dejado desfallecer y no podían faltar mis amigas que me han dado mucha alegría.

**Derly Silva**

Dedico la tesis a Dios por darme la oportunidad de existir, guiarme en todo momento para cumplir una de las metas propuestas, a mi familia por apoyarme y darme aliento en todo momento, en especial a mi hijo Erick Fuel quien siempre será la fuerza que necesito en mi vida y a mis amigas que han estado en todo momento dándome su ayuda cuando lo he necesitado y compartiendo momentos lindos.

**Nataly Canseco**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida por la sabiduría encomendada en mí para lograr culminar esta etapa de estudios.

Agradecida con la UNACH por haberme aceptado ser parte de ella y haberme formado como profesional así mismo a cada uno de los docentes que brindaron sus conocimientos para que este humilde ser crezca como persona y como profesional.

A mi tutor Ing. Felix Falconi O. quien, con su conocimiento científico, tolerancia y paciencia supo guiar este trabajo. Para finalizar a mis compañeras amigas de clase que supieron compartir conocimientos alegrías y tristezas durante 4 años de carrera

**Derly Silva**

Agradezco a Dios por ser quien día a día me ha enseñado que a pesar de los tropiezos que existan, siempre hay un camino lleno de éxitos y alegrías cuando se hacen bien las cosas.

A mi familia por ser el pilar fundamental en mi vida y en mis estudios, por confiar en mí y apoyarme en todo.

A la UNACH por acogerme y formarme como profesional, a los docentes que supieron compartir sus conocimientos, así formando un profesional con sólidos conocimientos y valores.

Al Ing. Felix Falconi O. quien fue asignado como tutor y me atrevo a decir q fue la mejor elección, ya que con su gran trayectoria como investigador supo guiarme en todo el trabajo para culminar con éxito mi carrera.

A mis amigas que en todo el camino como estudiantes compartimos tantas cosas que nos llevaron a querernos como hermanas.

**Nataly Canseco**

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos .....	3
ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA.....	4
La Sangre .....	4
Características de la Sangre .....	4
Hematocrito .....	7
Hierro .....	8
Absorción intestinal del hierro.....	8
Distribución y utilización del hierro .....	9
Interferencias en la medición del hierro .....	9
Valores de referencia .....	10
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
Tipo de investigación.....	12
Diseño de la investigación .....	12
Métodos de investigación .....	12
Población y muestra.....	12
Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	13
MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
Gestión para obtención de la muestra y recolección de datos .....	15
Aplicación de encuesta, medidas antropométricas, consentimiento informado. ....	15
Parámetros de estudio en la encuesta.....	15
Cálculo del índice de masa corporal y medidas antropométricas.....	15
Determinaciones hematológicas y bioquímicas.....	15
Análisis estadístico de las concentraciones de los analitos.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
Análisis de datos de encuesta.....	17
Análisis de los analitos estudiados.....	26
CONCLUSIONES .....	32
RECOMENDACIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA .....	1
ANEXOS .....	4

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de la sangre .....	5
Figura 2: Estructura de la hemoglobina .....	6
Figura 3: Partes del Hematocrito .....	8
Figura 4: Metabolismo, almacenamiento del hierro .....	9



## INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Estudiantes participantes por género.....	17
Tabla N°2: Estudiantes participantes según la edad .....	18
Tabla N°3: Estudiantes participantes según la edad y género .....	19
Tabla N°4: Porcentaje de estudiantes que realizan práctica deportiva .....	20
Tabla N° 5: Estudiantes que desayunan en casa o colegio .....	20
Tabla N° 6: Estudiantes que almuerzan en casa o fuera de casa .....	21
Tabla N° 7: Estudiantes que se alimentan en la noche en casa o fuera de casa.....	22
Tabla N°8: Alimentos consumidos frecuentemente por los estudiantes.....	23
Tabla 9: Antecedentes patológicos de los estudiantes .....	23
Tabla N°10: Síntomas de los estudiantes.....	24
Tabla N° 11: Índice de masa corporal (IMC) de los estudiantes .....	25
Tabla N° 12: Hematocrito del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens .....	27
Tabla N° 13: Hemoglobina del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens.....	28
Tabla N° 14: Hierro sérico del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens .....	29
Tabla N° 15: análisis de los datos obtenidos en mujeres.....	30
Tabla N° 16 análisis de los datos obtenidos en hombres.....	31

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Estudiantes participantes por género .....	17
Gráfico N°2: Estudiantes participantes según la edad .....	18
Gráfico N°3: Estudiantes participantes según la edad y género .....	19
Gráfico N°4: Porcentaje de estudiantes que realizan práctica deportiva .....	20
Gráfico N° 5: Estudiantes que desayunan en casa o colegio .....	21
Gráfico N° 6: Estudiantes que almuerzan en casa o fuera de casa.....	21
Gráfico N° 7: Estudiantes que se alimentan en la noche en casa o fuera de casa.....	22
Gráfico N°8: Alimentos consumidos frecuentemente por los estudiantes.....	23
Gráfico 9: Antecedentes patológicos de los estudiantes .....	24
Gráfico N°10: Síntomas de los estudiantes .....	25
Gráfico N° 11: Índice de masa corporal (IMC) de los estudiantes .....	26
Gráfico N° 12: Hematocrito del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens .....	27
Gráfico N° 13: Hemoglobina del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens .....	28
Gráfico N° 14: Hierro sérico del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens .....	29

## **RESUMEN**


El presente trabajo tiene el propósito de ayudar a la contribución de valores de referencia de hierro, hemoglobina y hematocrito del cantón Riobamba, ya que no hay valores establecidos y conociendo que los analitos antes mencionados varían de acuerdo a varios factores de importancia diagnóstica, que ayudan a saber el estado de salud real con una mejor interpretación. Se decidió de realizar la investigación de concentraciones de hierro, hemoglobina y el porcentaje de hematocrito mediante un estudio transversal, descriptivo y de campo, con una muestra de 163 participantes de ambos sexos, entre 14-18 años de unidades educativas rurales del cantón Riobamba, se aplicaron varios métodos e instrumentos para la recolección de datos, que ayudaron para al análisis final y correlación con las muestras sanguíneas obtenidas en ayunas, para la concentración de hierro sérico se utilizó el método de fotometría y espectrofotometría de flujo continuo tipo discreto para la concentración de hemoglobina, el porcentaje de hematocrito fue calculado por el mismo equipo utilizado. Las concentraciones de los analitos estudiados fueron de hematocrito y hemoglobina mayores en hombres que en mujeres y hierro sérico similares en hombres y mujeres.

**PALABRAS CLAVE:** Hierro sérico, Hemoglobina, Hematocrito, Valor de referencia, Fotometría.

## ABSTRACT

This research work aims to help the contribution of reference values of iron, hemoglobin and hematocrit from Riobamba Canton, since there are no established values and knowing that the previously mentioned analytes vary according to several factors of diagnostic importance, which helps to know the real health status with a better interpretation. The research of iron concentrations, hemoglobin and the percentage of hematocrit was performed through a cross-sectional, descriptive and field study, with a sample of 163 participants of both sexes, between 14-18 years old of rural educational units from Riobamba Canton, several methods and instruments were applied for the data collection, which helped to the final analysis and correlation with the blood samples obtained in fasting, for the concentration of serum iron, the method of photometry and spectrophotometry of discrete continuous flow for the concentration of hemoglobin was used, the percentage of hematocrit was calculated by the same equipment. The concentrations of the analytes studied were of hematocrit and hemoglobin higher in men than women and serum iron similar in men and women.

**KEY WORDS:** Serum iron, Hemoglobin, Hematocrit, Reference value, Photometry.



Reviewed by: Solís, Lorena

Language Center Teacher



## INTRODUCCIÓN

El hierro (Fe), hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto), son tres sustancias esenciales para la salud del ser humano, y estas mismas pueden ayudar en el diagnóstico presuntivo de algunas patologías entre estas la anemia, la misma que se define como la disminución de la Hb en los glóbulos rojos.

Las concentraciones de Fe, Hb y porcentaje de Hto en la sangre pueden variar en cada país de acuerdo a factores fisiológicos, sexo, edad, incluso el estado geográfico, etc. Algunos de estos países tienen valores de referencias mientras que otros no.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) existe aproximadamente un total de dos mil millones de personas anémicas en el mundo, y cerca del 50% de los casos pueden atribuirse a la carencia de hierro. En América Latina y el Caribe, se encontró una prevalencia de anemia que variaba entre 30% y 45% en la población escolar. Se han realizado algunos estudios en diferentes países sobre la estandarización de valores de hemoglobina y hematocrito los mismos que han sido relacionados con valores referenciales de la OMS (hierro de 50-150 mg/dL; hemoglobina de 13,9g/dl; hematocrito de 43%). Al respecto se encontró variaciones entre estos datos y los obtenidos en diferentes partes del mundo lo que consecuentemente impide definir un verdadero problema de salud cuando se tiene un determinado resultado, pues este requiere de un valor de referencia propio <sup>(1,2)</sup>.

Teniendo en cuenta que Fe, Hb y Hto son sustancias medibles, estas se realizan en un laboratorio clínico, que constituye valiosos recursos para la atención médica ya que ayuda a definir un diagnóstico apropiado, por tal motivo emplean requisitos de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO/IEC 17025 e ISO 15189-2012), que acredita y garantiza el buen funcionamiento del laboratorio, brindando un control estricto en sus procesos para satisfacer y asegurar una información vital en el diagnóstico clínico <sup>(3,4)</sup>. Un diagnóstico se da a partir de los resultados comparados con valores de referencia para conocer el estado de salud de una persona, pero las concentraciones de los analitos pueden variar dentro de los límites normales por los diferentes factores ya mencionados.

Los primeros estudios se publicaron en 1967 con unas tablas de referencia realizadas por la Comisión de Química Clínica de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) y el Comité de Expertos sobre Cantidades y Unidades de la Federación Internacional de Química Clínica (IFCC), en 1977 la OMS aprueba que se utilice las normas según el Sistema Internacional de Unidades (unidades SI) <sup>(5)</sup>, volviéndose universales, sin embargo hay que poner atención a los diferencias que existen acorde a los territorios.

La OMS junto con la Organización Internacional de Normalización (ISO) que son las encargadas de proporcionar las tablas y los valores de referencia, estas organizaciones no han centrado los estudios a nivel de cada país para la elaboración de los mismos, por lo que estos valores se encuentran globalizados <sup>(5)</sup>.

Algunos países de Sud-América tienen sus propias tablas de valores de referencia como por ejemplo en Argentina están realizados por Asociación de Leucemia Mieloide Argentina (ALMA), otro de los países sudamericanos con tablas de valores de referencia es Colombia y estas se encuentran en el vademécum colombiano, en Ecuador en la ciudad de Quito hay el estudio de biometrías hemáticas efectuado en 1985, otro estudio hematológico realizado a pacientes afro ecuatorianos de la ciudad de esmeraldas en el 2012 y en Riobamba hay un estudio de determinación de valores referenciales hematológicos desde el año 2008 al 2012 <sup>(6.,7,8)</sup>.

Es importante disponer de valores propios y actualizados, siendo de gran utilidad para distinguir entre "salud" y "enfermedad" y así lograr una mejor interpretación de los exámenes de laboratorio, en el cantón Riobamba existe un estudio de determinación de valores referenciales hematológicos, pero el cantón no cuenta con valores de referencia propios, por tal motivo no se toma como referencia datos relacionados a nuestro sector, se toma como referencia valores proporcionados por proveedores de reactivos e instrumentos que no está acorde a nuestra realidad poblacional. Ante esta situación, el interés de la presente investigación es determinar los valores de hierro, hemoglobina y el porcentaje de hematocrito en estudiantes de las unidades educativas rurales del cantón Riobamba con técnicas estandarizadas, para aportar a establecer valores de referencia acorde a nuestra realidad.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Analizar las concentraciones de hierro, hemoglobina y porcentaje hematocrito en estudiantes de las unidades educativas rurales del cantón Riobamba con técnicas estandarizadas, como aporte al establecimiento de valores de referencia durante el periodo octubre 2017 a febrero 2018.

### **Objetivos Específicos**

1. Identificar las actividades cotidianas y el estado físico de los estudiantes a través de la aplicación de encuesta y toma de medidas antropométricas.
2. Determinar la concentración de hierro en suero sanguíneo, la concentración de hemoglobina y el porcentaje de hematocrito en sangre total.
3. Analizar la variación que exista en los resultados obtenidos.

## **ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA**

### **La Sangre.**

La sangre es un tejido líquido de color rojo debido a la presencia de hemoglobina este circula por el organismo a través del sistema cardiovascular comprendido por corazón, venas y arterias, es de vital importancia ya que sirve como transporte de nutrientes y oxígeno a las células, así como también transporta los desechos producidos por las mismas.

### **Características de la Sangre**

- El pH óptimo de la sangre humana debería oscilar entre 7,35 y 7,45.
- La sangre es un fluido no newtoniano tiene un movimiento perpetuo y pulsátil, que circula unidireccionalmente en el espacio vascular.
- Una persona adulta tiene alrededor de 4-5 litros de sangre esto es aproximadamente el 7% del peso corporal.

### **Componentes de la sangre**

Para cumplir la función de transporte. El tejido sanguíneo se encuentra formado por plasma sanguíneo y elementos formes que vienen hacer las células.

El plasma sanguíneo se encuentra formando aproximadamente el 50% de la sangre, a su vez este tiene un 90% de agua, es el encargado de llevar sustancias nutritivas de recambio metabólico, el otro 10 % está formado por proteínas como las globulinas y las albúminas, así como también posee el fibrinógeno.

Los elementos formes de la sangre son los distintos tipos de células cada una con una función diferente si tenemos:

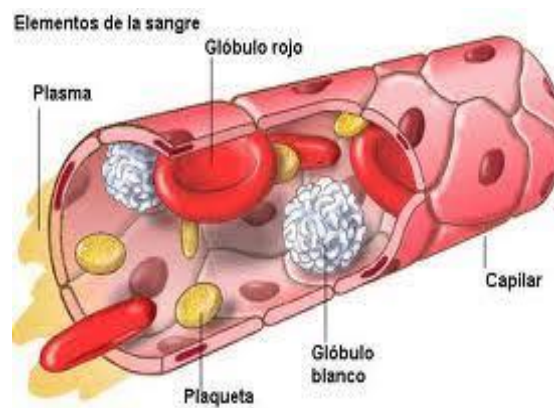
Los eritrocitos que es el componente más abundante son células son células bicóncavas esta forma es gracias a la espectrina y actina, una vez maduros carecen de núcleo la función de estos es de transportar hemoglobina hacia todas las células del cuerpo, así como también la función de que a través de la oxihemoglobina llevar el CO<sub>2</sub> desde las



células hacia los pulmones para hacer el intercambio gaseoso. El promedio de vida de estas células es de 120 días.

Los leucocitos estos a su vez se encuentran subdivididos en 3 poblaciones los polimorfonucleares que tienen la función de fagocitar. Los linfocitos que tienen la función de dar inmunidad produciendo los anticuerpos, los monocitos tienen la función de fagocitar, así como también de dar inmunidad <sup>(9)</sup>.

Las plaquetas que en la actualidad no se le conocen como células sino como pequeños fragmentos celulares y tienen la función de formar coágulos de sangre para evitar un sangrado.



**Figura 1: Componentes de la sangre** tomada de:  
[https://www.google.com.ec/imgres?imgurl=  
http%3A%2F%2F4.bp.blogspot.com](https://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2F4.bp.blogspot.com)

Una vez reconocidas los componentes de la sangre y algunas de sus funciones estas se resumen en:

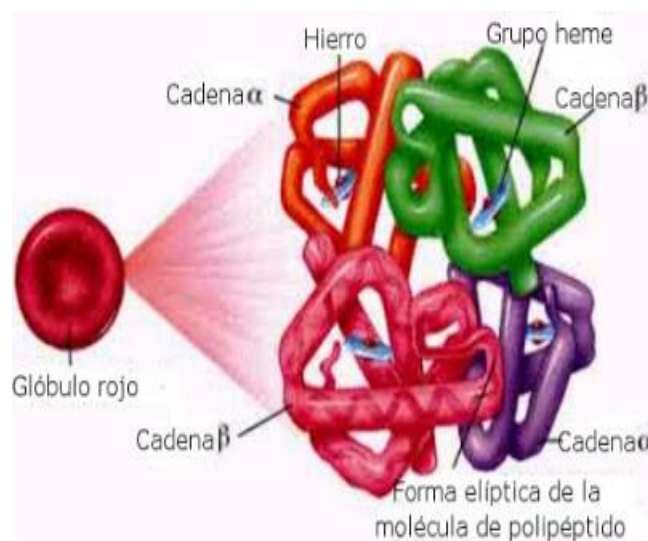
- Distribución de nutrientes desde el intestino a los tejidos
- Intercambio de gases: transporte de oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos y de dióxido de carbono desde los tejidos hasta los pulmones
- Transporte de productos de deshecho, resultantes del metabolismo celular, desde los lugares de producción hasta los de eliminación
- Transporte de hormonas desde las glándulas endocrinas hasta los tejidos diana
- Protección frente a microorganismos invasores
- Protección frente a hemorragias <sup>(10)</sup>.

## Hemoglobina

La hemoglobina (Hb) es una proteína polipeptídica compuesta por cuatro cadenas (dos cadenas  $\alpha$  y dos cadenas  $\beta$ ), Las cadenas polipeptídicas alfa contienen 141 aminoácidos, las no alfa 146 ( $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) y difieren en la secuencia de aminoácidos, transporta el oxígeno ( $O_2$ ) desde los pulmones hasta los tejidos y desde los tejidos transporta el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y el hidrógeno, lo que permite su excreción por riñones y pulmones <sup>(11)</sup>.

La masa de los glóbulos rojos de un adulto contiene aproximadamente 6gr de hemoglobina es capaz de llevar 800ml de oxígeno hacia los pulmones.

La molécula de hemoglobina consta de dos pares de cadenas polipeptídicas la globina y cuatro grupos prostéticos (Un grupo prostético es una porción no polipeptídica que forma parte de una proteína en su estado funcional) hemo cada uno de estos contiene un ión ferroso. Cada grupo hemo se localiza en un pliegue de las cadenas polipeptídicas localizado cerca de la superficie de cada molécula. El grupo hemo se une reversiblemente con una molécula de oxígeno o de dióxido de carbono <sup>(12)</sup>.



**Figura 2: Estructura de la hemoglobina** tomado de:  
<http:// analisisclnicos.blogspot.com/2007/05/hemoglobina.html>

Para que la hemoglobina pueda cumplir con la función de captar el oxígeno debe existir un pH entre 7,35 y 7,45 ya que si este baja el medio se vuelve ácido lo que interrumpe la captación de oxígeno en el cuerpo, para esto la proteína cuenta con el efecto borh que mientras se tenga actividad metabólica los tejidos producen  $CO_2$  este a su vez termina en

ácido carbónico que acidifica la sangre, este efecto permite que la hemoglobina libere más oxígeno cuanto mayor sea la actividad metabólica de un tejido. La presión parcial de oxígeno también ayuda para que pueda realizar la función de captar oxígeno <sup>(13)</sup>.

Esta proteína tiene diferentes características como que es una hemoproteína de la sangre, de masa molecular de 64 000 g/mol (64 kDa), cuando el medio se acidifica esta pierde su función y con ácidos fuertes como el tricloroacético se produce su desnaturalización completa

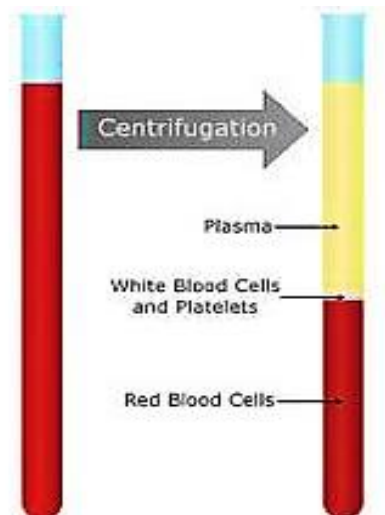
La concentración de hemoglobina se obtiene por medio de la absorbancia de la muestra en una determinada longitud de onda, la concentración puede variar fisiológicamente por realizar ejercicio antes de la prueba o altitud sobre el nivel del mar, embarazo, sexo <sup>(14)</sup>.

### **Hematocrito**

El hematocrito es el porcentaje de la masa eritrocitaria, representa el total de elementos figurados por 100ml de sangre y este se obtiene a través de centrifugación.

Su determinación se considera fundamental en las pruebas diagnósticas para anemia como una medida del tamaño, capacidad y número de células presentes en la sangre de una persona. Esta prueba junto con la concentración de Hb, establece la presencia y gravedad de una anemia. Existe una cercana afinidad entre las determinaciones efectuadas del Hto tanto en sangre venosa como en capilar, los cambios en el Hto aunque dependen del número de eritrocitos presentes, también son sensibles a alteraciones en el tamaño, forma y densidad eritrocitaria. Lo mismo que con la Hb, tales modificaciones se producen en el Hto varias horas (6-24) después de que una hemorragia masiva; una caída aguda en el valor del Hto por lo general se acompaña de síntomas agudos de anemia <sup>(15)</sup>.

Para conocer el porcentaje de hematocrito presente en la sangre se realiza una medición para cual se debe centrifugando un volumen de sangre pequeño en un capilar, para posteriormente medir la relación entre la columna de hematíes con la altura total del capilar, el porcentaje puede variar fisiológicamente por ejercicio, altura sobre el nivel del mar, embarazo, sexo <sup>(14)</sup>.



**Figura 3: Partes del Hematocrito** tomado de:

<https://www.google.com.ec/imgres>

## **Hierro**

El hierro un componente clave de la hemoglobina. El 70% del hierro sérico se encuentra en esta proteína y el 30% restante se encuentra almacenado en la ferritina y transferrina. El hierro ingresa al organismo en la dieta y es captado por la transferrina.

El hierro es un metal indispensable para el crecimiento y desarrollo de las células del cuerpo, en estado libre es altamente toxico por lo que el cuerpo elimina pocas cantidades a través del sudor la determinación de este ayuda al diagnóstico y control de la evolución de anemias microcíticas (debidas por ejemplo a trastornos del metabolismo férrico y hemoglobinopatías), de anemias macrocíticas (debidas por ejemplo al déficit de vitamina B12 o de ácido fólico y a trastornos metabólicos inducidos por fármacos de origen desconocido), así como de anemias normocíticas y renales (deficiencia de eritropoyetina), anemias hemolíticas, hemoglobinopatías, enfermedades de la médula ósea y daños tóxicos de la médula ósea <sup>(16)</sup>.

Para la determinación del hierro sérico se lo realiza a través de la espectrofotometría es un método científico utilizado para medir cuanta luz absorbe dependiendo la concentración de una sustancia química.

### **Absorción intestinal del hierro**

El hierro es absorbido en el duodeno y el yeyuno de 1 a 2 mg en la dieta diaria.

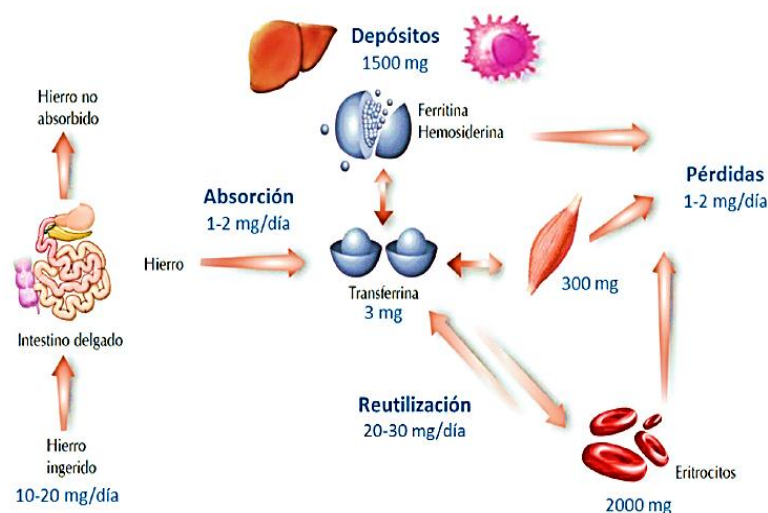
El hierro se encuentra en forma férrica ( $\text{Fe}^{3+}$ ), en cereales, legumbres y frutas este es transformado a forma ferrosa ( $\text{Fe}^{2+}$ ) para ingresar al enterocito con ayuda de una proteína transportadora, para ser metabolizado por la enzima hemooxigenasa, para seguir liberándose según el cuerpo necesite, este a su vez antes de unirse a la transferrina es convertido a  $\text{Fe}^{3+}$ .

### Distribución y utilización del hierro

Una vez unido a la transferrina es almacenado en el sistema inmune y células hepáticas y utilizadas en un 30 – 40% en las células diana principalmente en los eritrocitos.

### Almacenamiento y reciclaje del hierro

Al culminar el periodo de vida del eritrocito son fagocitados por los macrófagos del hígado y medula ósea donde una parte del hierro queda almacenada en el macrófago en forma de ferritina y otra parte se oxida a  $\text{Fe}^{3+}$  incorporándose a la ferritina <sup>(17)</sup>.



**Figura 4: Metabolismo, almacenamiento del hierro**  
tomada de: Parámetros hemáticos Diez M.

### Interferencias en la medición del hierro

Existen interferencias patológicas como por ejemplo el aumento de bilirrubinas en más de 189mg/dL y triglicéridos en más de 900 mg/dl pueden producir resultado de hierro elevado.

Algunos medicamentos como cortisona, oximetolona, risperidona pueden producir déficit de hierro sérico; otros medicamentos como ácido acético salicílico, cloranfenicol y

tratamientos de quimioterapia pueden producir un aumento significativo de la cantidad de hierro sérico <sup>(18)</sup>.

### **Control de calidad**

El control de calidad está dado por el conjunto de procedimientos que están diseñados para evaluar el método utilizado en las distintas pruebas, asegurando un desempeño adecuado, que todos los requerimientos sean alcanzados para obtener resultados confiables. Todos los laboratorios deben contar con su propio control de calidad llevando así un procedimiento de documentación de la selección, adquisición y gestión del equipamiento, que debe incluir toda la prueba de aceptación, instrucciones, calibración, mantenimiento, reparación e incluir un informe de incidentes adversos <sup>(19)</sup>.

El control de calidad que se aplica en el laboratorio clínico a una muestras tiene tres fases: preanalítica, analítica, postanalítica, en cada fase hay personas involucradas, desde el medico que da la orden, profesional que recepta y toma la muestra, profesional que transporta muestras, profesional que procesa la muestra muestras revisa el proceso y firma el resultado, cada persona debe trabajar consiente de debe llevar correctamente las fases para evitar errores o detectarlos oportunamente y controlarlos <sup>(20)</sup>.

En el control de calidad interno en un laboratorio automatizado es importante pasar los controles a los equipos para verificar su correcto funcionamiento, mantener un mantenimiento periódico no solo con los controles del equipo, también es importante que cada tenga mantenimiento cada cierto tiempo y este calibrado evitando que ocurran falsos resultado <sup>(21)</sup>.

### **Valores de referencia**

Los valores de referencias son intervalos mínimos y máximos de concentraciones óptimas, que dan a conocer el estado de salud de una persona y aporta a un tratamiento oportuno a mejorar el estado de salud y minorar riesgos futuros.

Se los obtienen del estudio de una población específica, con métodos estadísticos y descriptivos, teniendo en cuenta que la población estudiada estará conformada por individuos sanos que cumplen los requerimientos como ayuno y no haber realizado

esfuerzo físico, después del estudio correspondiente se los podrá clasificar por edad y sexo.

Los valores de referencia son de utilidad diagnóstica y a la vez de decisión clínica, en el caso de un rango terapéutico de un fármaco llega hacer un caso de valor de decisión <sup>(22)</sup>.

### Estudios de valores de referencia

**Cuadro N° 1: Estudios de valores de referencia de concentraciones de Fe, Hb y porcentaje de Hto en Ecuador**

	Hemoglobina	Hematocrito	Hierro	Autores
<b>Loja</b>	M: 12,2 – 15,0 g/dl	M: 37,3 – 45,3 %	-	Chamba Y, Guerrero J.
<b>Quito</b>	H: 14.9 - 18.3 g/dl M: 12.7 - 16.2 g/dl	H: 43.3 - 52.8 % M: 37.9 - 47.0 %	-	Sáenz K, Narváez L, Cruz M.
<b>Esmeraldas</b>	H: 13.4 – 16.3 g/dl M: 12.1 – 13.9 g/dl	H: 40-48% M: 36.8 - 44.5 %	-	Sáenz-Flor K, Gonzalón S, Narváez L, Cruz M, Checa C.
<b>Riobamba</b>	H: 13.0 - 19.0 g/dl M: 13.0 - 18.9 g/dl	H: 38,1 - 55,8 % M: 38,1 - 55,7 %	-	Rivadeneira Gabriela

**Cuadro elaborado por:** Nataly Canseco y Derly Silva, basada en los autores mencionados.

**Cuadro N° 2: Valores de referencia de concentraciones de Fe, Hb y porcentaje de Hto otros países**

	Hemoglobina	Hematocrito	Hierro	Autores
<b>Colombia</b>	H: 13 – 18 g/dl M: 12 - 16g/dl	H: 42 - 52% M: 37 - 48%	250-410mg/dl	VADEMÉCUM
<b>Perú</b>	H: 13 – 17 g/dl M: 12 – 15 g/dl	H: 40 - 54 % M: 35 - 47 %	-	Bioquímica Carrillo M
<b>Canadá</b>	H: 14.0 - 17.4 g / dl M: 12.3 - 15.7 g / dl	H: 42 – 52 % M: 37 - 46 %	11-32 µmol/L	Consejo Médico de Canadá
<b>Japón</b>	12,6 g/dl	39,0%	-	Consejo Médico de Japón
<b>Cuba</b>	H: 120 - 150 g/L M: 110 - 130 g/L	H: 40 - 50 % M: 37 - 47 %	8.95 - 30 µmol/L	Hernández F.

**Cuadro elaborado por:** Nataly Canseco y Derly Silva, basada en los autores mencionados.

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### Tipo de investigación

- **Transversal:** Se realizó en el periodo octubre 2017 a marzo 2018. Se recolecto información y muestras sanguíneas que fueron analizadas entre el 10 de diciembre y el 29 de enero del 2018.
- **Descriptiva:** La información recolectada describe la realidad de los estudiantes en su estado de salud conociendo si son aptos para la investigación.

### Diseño de la investigación

- **De campo:** Se obtuvieron datos e información a través de encuestas, medidas antropométricas y análisis de muestras sanguíneas con el fin de ayudar al establecimiento de valores de referencia.

### Métodos de investigación

- **Inductivo:** Se partió de información individual de los estudiantes llegando a conocer las variaciones de las concentraciones de los analitos las cuales ayudaron a tener información general de cada analito estudiado.

### Población y muestra

- **Población:** La población estuvo formada por 644 estudiantes de Unidades Educativas rurales ubicadas en cantón Riobamba Provincia de Chimborazo, Ecuador.
- **Muestra:** La determinación de la muestra fue realizada por medio de una formula aleatoria simple para muestras finitas dándonos un total de no menos de 65 individuos a estudiar, conociendo el límite minino se realizó un muestreo en cada unidad educativa obteniendo 163 individuos entre edades de 14 a 18 años.

### Formula aleatorio simple para muestras finitas

En esta etapa se aplicó el muestreo aleatorio simple para muestras finitas ya con el listado de los alumnos de las 13 Unidades Educativas, que sumaron 644 alumnos.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$



Dónde:

n = Total de la población

Z= 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

P = Proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

Q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

e<sup>2</sup> = precisión (en su investigación use un 5%).

Tomando en cuenta que se usó un error de 0,05 (ε), confianza de 0,85, confiabilidad del 95% (que proviene de un valor Z= 1,96), Valor P= 0,05 y valor Q= 0,95.

$$n = \frac{(644). 1,96^2. (0,05). (0,95)}{0,05^2. (644 - 1) + 1,96^2. (0,05). (0,95)} = 65$$

El error que se asumió fue de 0.05%, trabajando de forma segura ya que la confiabilidad fue de un (95%).

### **Muestreo**

Se escogió aleatoriamente una muestra de estudiantes entre de 14 - 18 años, de ambos géneros y que sean aparentemente sanos.

Teniendo como muestra final un total de 163 estudiantes de 14 a 18 años.

### **Criterios de inclusión**

Se incluyeron a los estudiantes de 14 a 18 años que completaron correctamente la encuesta, presentaron el consentimiento informado firmado, de ellos los que cumplieron estar en ayunas el día de la toma de muestra y que estén aparentemente saludables <sup>(23)</sup>.

### **Criterios de exclusión**

Se excluyeron a los estudiantes menores de 14 años o a su vez mayores a 18 años, que no completaron correctamente la encuesta, que no presentaron el consentimiento informado firmado, el día de la toma de muestra no estuvieron en ayunas o, que sean aparentemente enfermos <sup>(23)</sup>.

### **Técnicas e instrumento de recolección de datos**

Se aplicó diferentes técnicas e instrumentos de recolección de datos personales, sociodemográficas:

**Encuesta:**

Se aplicó una encuesta (*Anexo 2*) que fue diseñada para recolectar datos relevantes como datos personales que ayudaron en el registro individual y etiquetado de las muestras, también conto con preguntas sociodemográficas las cuales se utilizaron para ser comparados con los resultados de los diferentes análisis.

**Medidas antropométricas:**

Se tomó medidas antropométricas en las cuales se obtuvo IMC por medio del peso y talla.

**Consentimiento informado:**

Se solicitó la firma del padre de familia y/o representante legal de los estudiantes participantes en el consentimiento informado (*Anexo 1*), ya que la mayoría de los individuos estudiados son menores de edad, al igual los individuos mayores de edad firmaron el consentimiento informado dando su debida autorización a la toma de muestras sanguíneas.

**Instrumentos físicos:**

Se utilizó instrumentos físicos como carteles didácticos para la capacitación sobre la preparación adecuada y condiciones para la toma de muestra.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Gestión para obtención de la muestra y recolección de datos**

Se solicitó autorización al Distrito de educación Riobamba Chambo para ir a las Unidades Educativas rurales seleccionadas en la investigación y obtener los permisos debidos

### **Aplicación de encuesta, medidas antropométricas y consentimiento informado.**

Teniendo la autorización de las unidades educativas se procedió a aplicar la encuesta, tomar medidas antropométricas y entrega el consentimiento informado a los estudiantes seleccionados, se coordinó con las autoridades de las instituciones las fechas para la capacitación sobre la preparación para toma de muestra mediante carteles didácticos y posteriormente se realizó la toma de muestra.

### **Parámetros de estudio en la encuesta**

Fue de gran importancia para el análisis estadístico tomar en cuenta los parámetros de la encuesta realizada, como el sexo, edad, zona de procedencia, hábitos alimenticios, actividad física y antecedentes patológicos que sirvan de ayuda para la investigación.

### **Cálculo del índice de masa corporal y medidas antropométricas**

Se calculó el índice de masa corporal y relaciono con las medidas antropométricas verificando el estado de salud nutricional de los participantes del proyecto de investigación.

### **Determinaciones hematológicas y bioquímicas**

Para las determinaciones se realizó la venopunción (*Anexo 4*) con el método Vacutainer, utilizando todas las barreras de protección como guantes, gorro, mascarilla y mandil, para prevenir contaminaciones, se recolectó la muestra de sangre en tubos tapa lila (con EDTA), tubos tapa roja (con y sin gel separador). Las muestras tomadas en tubos de tapa lila fueron procesadas inmediatamente en el equipo Pentra XL80 (*Anexo 6*) con el método Fotometría para Hb y Hto calculado a partir de datos almacenados que se han medido en el equipo y las muestras tomadas en el tubo de tapa roja se procedió a separar el suero (*Anexo 5*). en cuatro alícuotas que fueron congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para su posterior análisis o confirmaciones necesarias. Para su análisis fue necesario que las muestras congeladas pasen a un grado menor de congelación por dos horas, luego a refrigeración por dos horas

y a temperatura ambiente por dos horas, así evitando cambio brusco de temperatura que vaya a interferir en el análisis, el método de análisis para el hierro sérico fue de espectrofotometría de flujo continuo tipo discreto en el equipo Dimension RxL Max(*Anexo 6*), equipos de las instalaciones del laboratorio clínico del Hospital Provincial General Docente Riobamba una vez obtenidas las concentraciones fueron validadas comparando los valores obtenidos con los referenciales dados por los kits utilizados y dar inicio al análisis estadístico de todos los resultados obtenidos en el proceso de la investigación.

### **Análisis estadístico de las concentraciones de los analitos**

Para el análisis se empleó un sistema estadístico, descriptivo Microsoft Office Professional Plus 2013 con las concentraciones de hierro sérico, hemoglobina y porcentaje de hematocrito de los estudiantes participantes como aporte para la determinación de los valores de referencia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de aportar con valores de pruebas químico hematológicas para que se establezcan valores de referencia se realizó un estudio de análisis de datos relevantes para la investigación tomados de la encuesta, medidas antropométricas y valores de las determinaciones realizadas.

### Análisis de datos de encuesta.

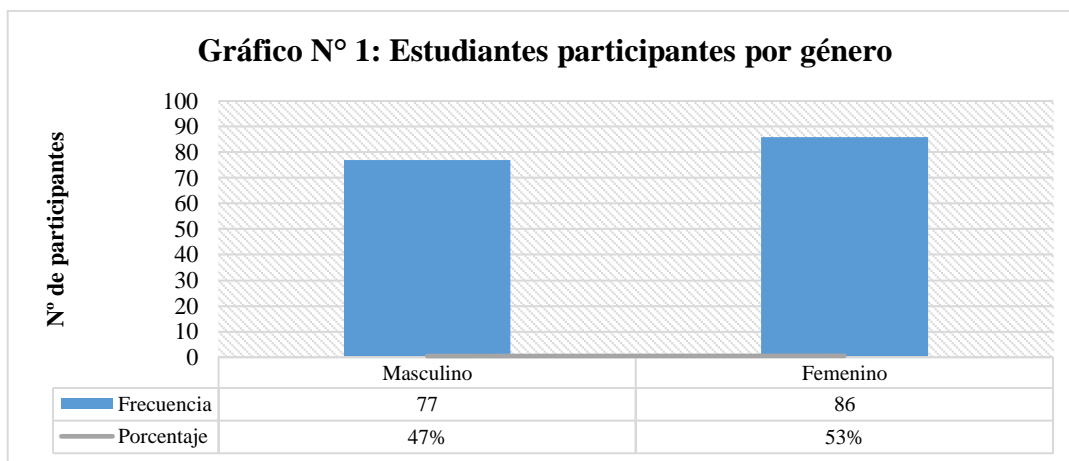
Se realizó un estudio socio demográfico a través de género, edad, tipo de alimentación, práctica deportiva los antecedentes patológicos y el IMC de cada uno de los estudiantes, ya que estos influyen en los resultados de los analitos estudiados.

**En cuanto al género:** Se encontró los siguientes resultados:

**Tabla N°1: Estudiantes participantes por género**

Genero	Frecuencia	Porcentaje %
Masculino	77	47
Femenino	86	53
Total	163	100

FUENTE: Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



FUENTE: Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

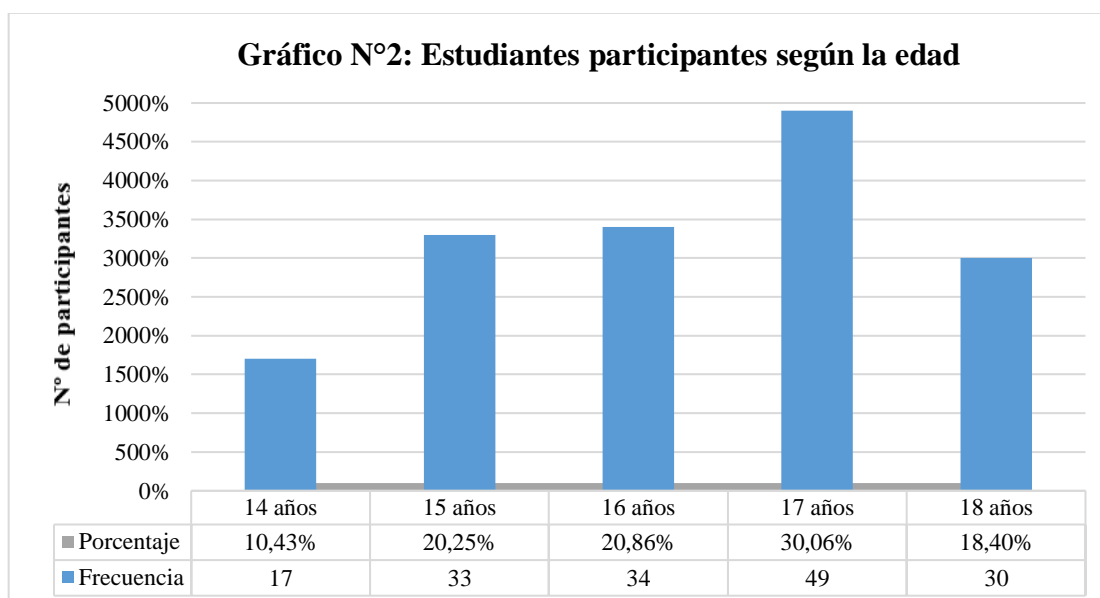
En el cuadro se puede evidenciar del total de 163 estudiantes, 77 con el 47% son del género masculino y 86 con el 53% corresponden al género femenino, a pesar que se intentó que la muestra sea equitativa, la variación fue debido a la predisposición de los estudiantes.

Según el análisis etario: se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla N°2: Estudiantes participantes según la edad**

Edad	Frecuencia	Porcentaje %
14 años	17	10,43
15 años	33	20,25
16 años	34	20,86
17 años	49	30,06
18 años	30	18,40
<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>100</b>

FUENTE: Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



FUENTE: Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

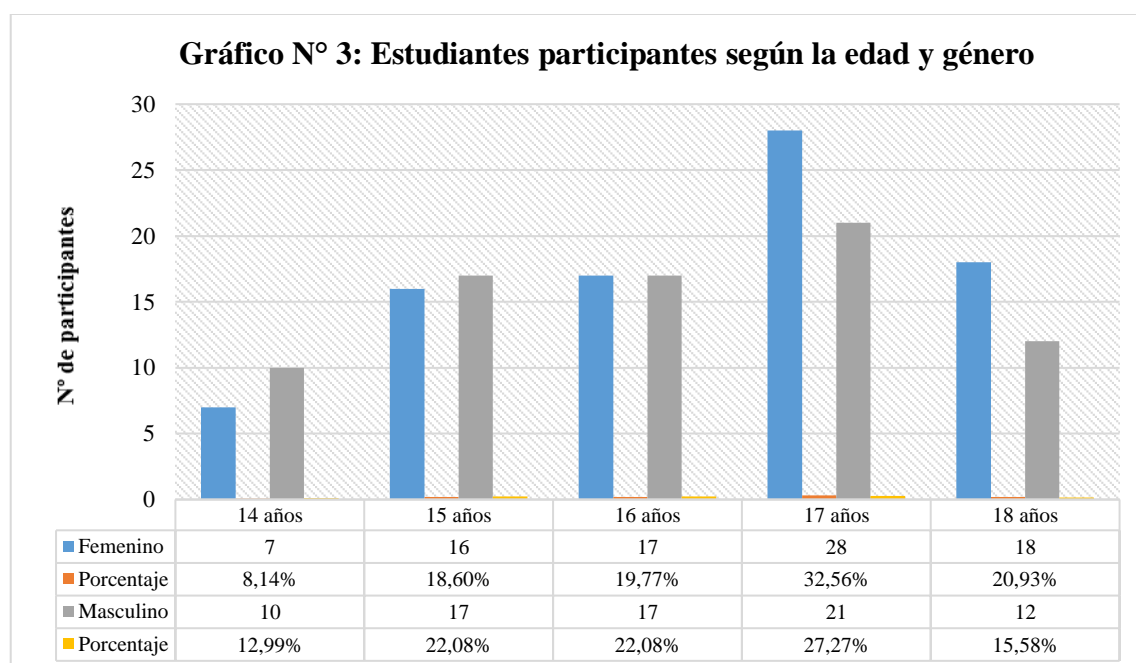
El cuadro muestra la clasificación de los estudiantes según la edad teniendo en primer lugar a los estudiantes de 17 años (30.06%) en segundo lugar los estudiantes de 16 años (20.86%), en tercer lugar, los estudiantes de 15 años (20,25%) de estos 3 rangos de edad no existe mucha diferencia del porcentaje, en cuarto lugar, se encuentra con la edad de 18 años (18.40%) y en último lugar los que tienen la edad de 14 años (10,43%).

En los análisis por género y edad se obtiene que:

**Tabla N°3: Estudiantes participantes según la edad y género**

Edad	Femenino	Porcentaje	Masculino	Porcentaje %
14 años	7	8,14%	10	12,99
15 años	16	18,60%	17	22,08
16 años	17	19,77%	17	22,08
17 años	28	32,56%	21	27,27
18 años	18	20,93%	12	15,58
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>100%</b>	<b>77</b>	<b>100</b>

FUENTE: Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



FUENTE: Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

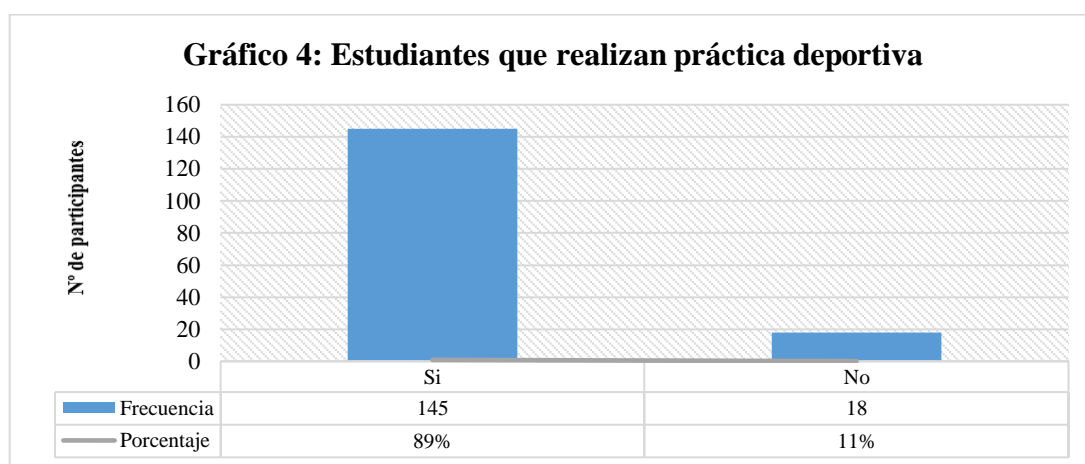
El cuadro 3 indica que el género femenino tiene mayor participación de edades entre 17 años con 28 estudiantes siendo un 32.52% y de 18 años 18 estudiantes con un 20.93%, mientras que el género masculino hay mayor participación en la edad de: 17 años siendo 21 estudiantes que representan 27.27% y de 15 a 16 años 17 estudiantes en cada edad con un 20.08%.

Según los estudiantes que realizan práctica deportiva se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla N°4: Porcentaje de estudiantes que realizan práctica deportiva**

Practican deportes	Frecuencia	Porcentaje %
Si	145	89
No	18	11
<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>100</b>

**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

Este cuadro 4 indica que el 89% de los estudiantes del proyecto realizan práctica deportiva y que solo el 11% de los estudiantes no realizan actividad física. Esto podría ser por que el estudio es en el sector rural hacen actividad el momento de trasladarse a las unidades educativas y en los momentos de recreación de las mismas.

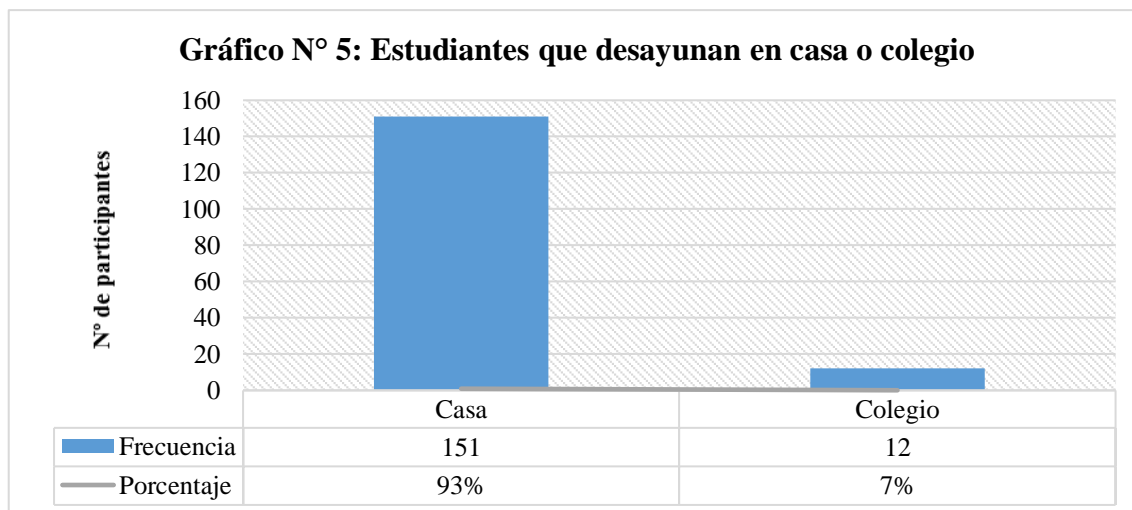
En lo que se trata de los hábitos alimenticios se obtuvo que:

**Tabla N° 5: Estudiantes que desayunan en casa o colegio**

Desayuno	Frecuencia	Porcentaje %
Casa	151	93
Colegio	12	7
<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>100</b>

**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.





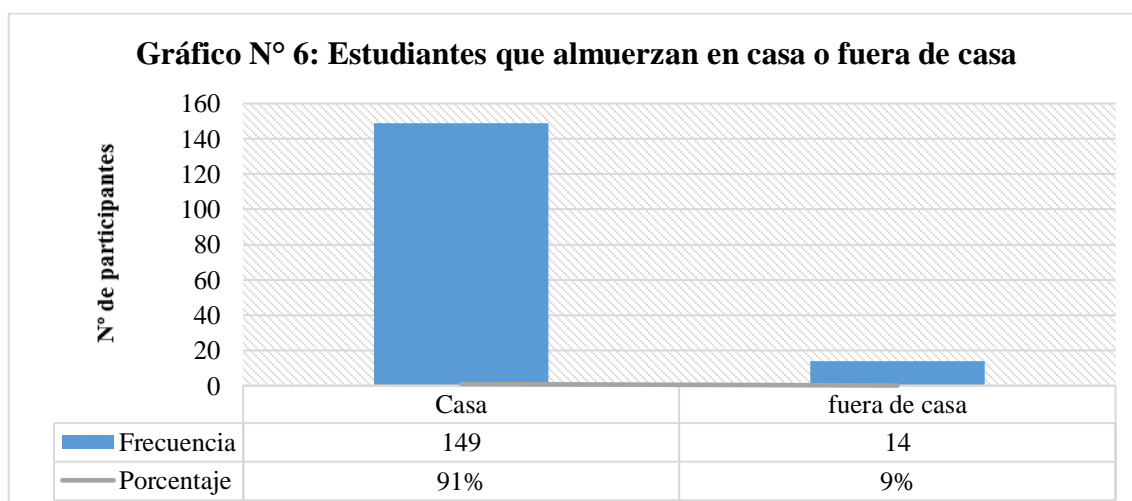
**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

En el cuadro 5 se analiza que el 93% de los estudiantes desayunan en la casa lo que ayuda a una mejor nutrición y que solo el 12% desayuna en el colegio.

**Tabla N° 6: Estudiantes que almuerzan en casa o fuera de casa**

Almuerzo	Frecuencia	Porcentaje %
Casa	149	91
fuera de casa	14	9
<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>100</b>

**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



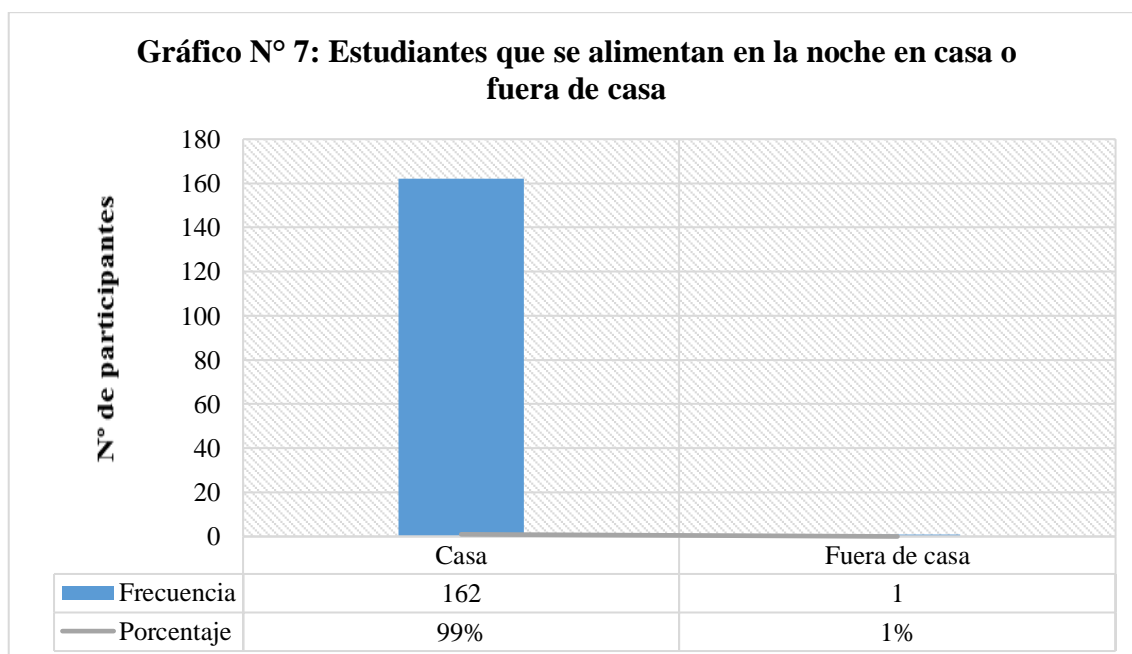
**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

El análisis del cuadro 6 el 91% de los estudiantes almuerzan en casa y que solo el 9% almuerza fuera de ella estos resultados ayudaran a cotejar con los obtenidos en los análisis para confirmar el estado nutricional de los estudiantes.

**Tabla N° 7: Estudiantes que se alimentan en la noche en casa o fuera de casa**

Merienda	Frecuencia	Porcentaje %
Casa	162	99
Fuera de casa	1	1
<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>100</b>

FUENTE: Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



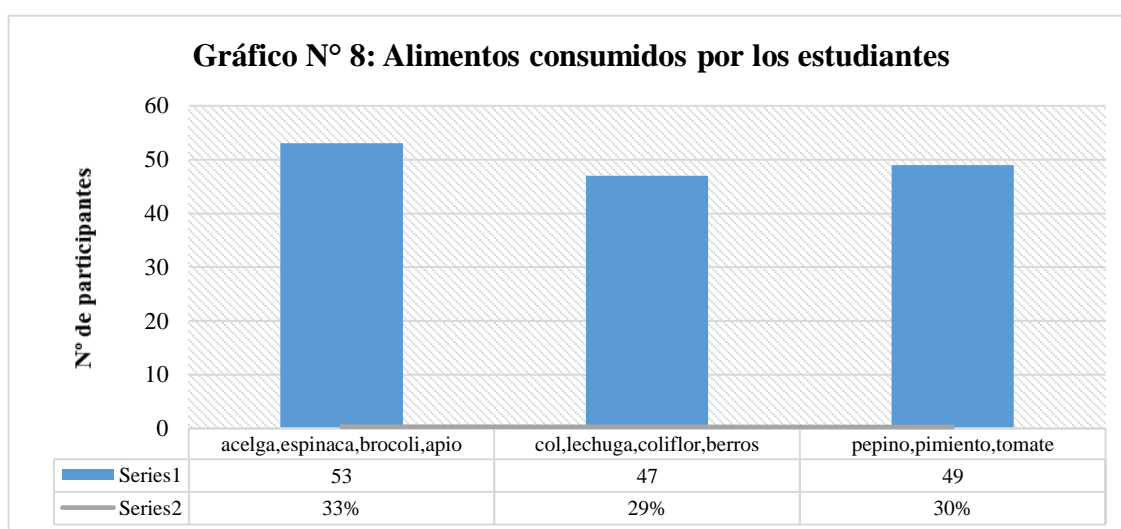
FUENTE: Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

En el cuadro 7 el 99% de los estudiantes comen en la noche en casa y que solo el 1% comen en la noche fuera de ella, en la tabla refleja que todos tienen asegurada su comida de la noche en casa esta es importante porque van a descansar mínimo 8 hora y luego podrán comer nuevamente una protección muy importante para su estómago.

**Tabla N°8: Alimentos consumidos frecuentemente por los estudiantes**

Consumo Alimenticio	Frecuentemente	Porcentaje %
acelga, espinaca, brócoli, apio	53	33
col, lechuga, coliflor, berros	47	29
pepino, pimiento, tomate	49	30

**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

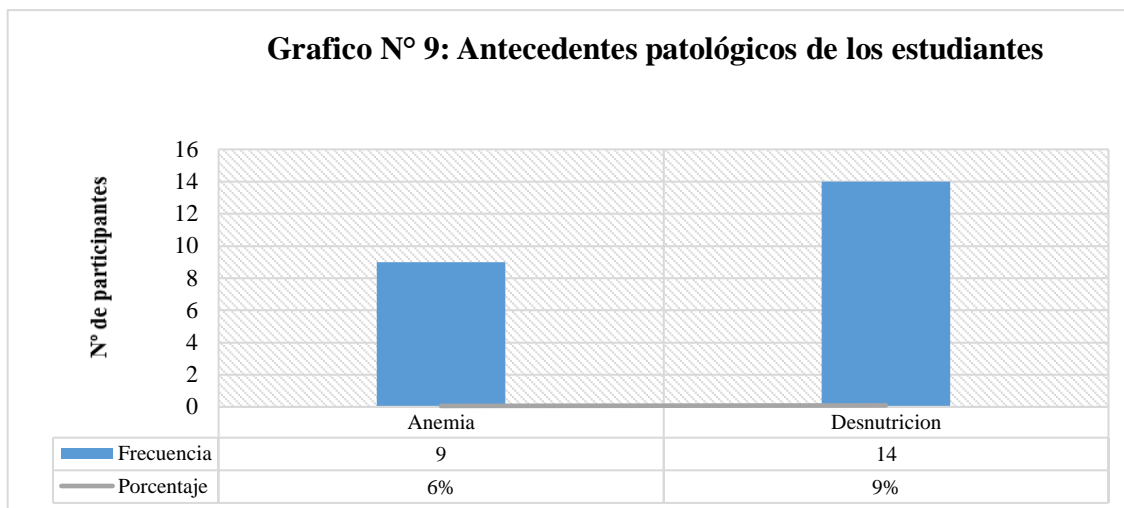
En cuadro 8 el análisis de los alimentos que consume la población de estudio del total el 33% de la población consume verduras como pepino, pimiento y tomate. El 29% del total de la población consume col, lechuga y el 30% de la población consume acelga, espinaca, brócoli. Se visualiza que un bajo porcentaje consume alimentos ricos en hierro.

En cuanto a los antecedentes patológicos se obtiene que:

**Tabla 9: Antecedentes patológicos de los estudiantes**

Antecedentes Patológicas	Frecuencia	Porcentaje %
Anemia	9	6
Desnutrición	14	9

**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



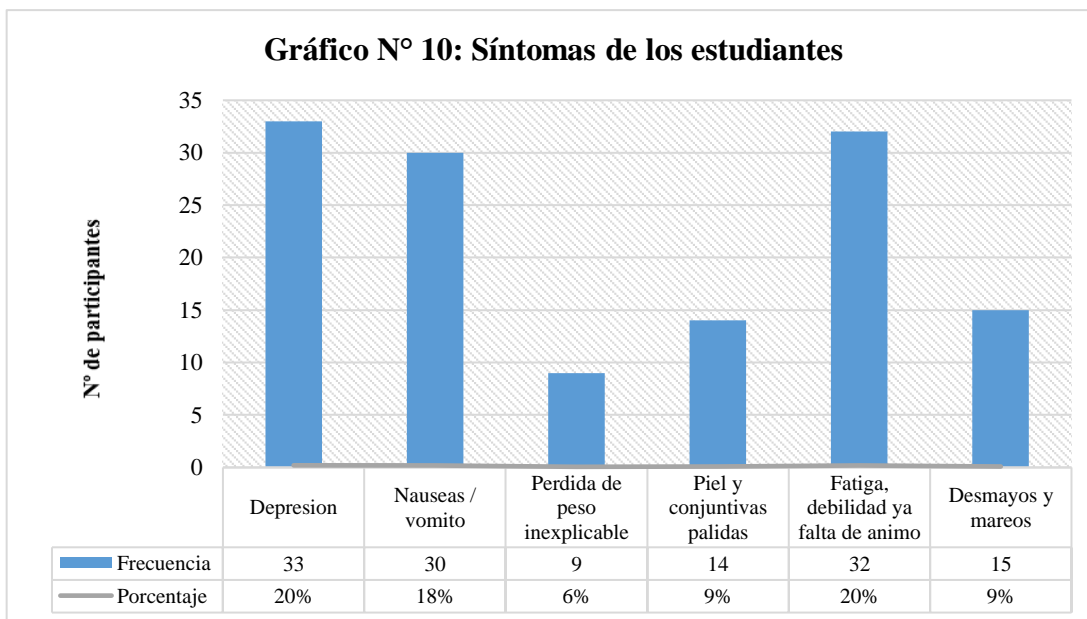
**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

El análisis del cuadro 9 indica que de 163 (100%) estudiantes el 6% indica que tiene antecedentes de anemia confirmada y en el 9% tiene desnutrición. Esto lo han dicho desde el centro de salud más cercano junto con los análisis se podrá evidenciar si el grupo de estudio sigue en las mismas condiciones.

**Tabla N°10: Síntomas de los estudiantes**

Antecedentes síntomas	Frecuencia	Porcentaje %
<b>Depresión</b>	33	20
<b>Nauseas / vomito</b>	30	18
<b>Pérdida de peso inexplicable</b>	9	6
<b>Piel y conjuntivas pálidas</b>	14	9
<b>Fatiga, debilidad y falta de animo</b>	32	20

**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

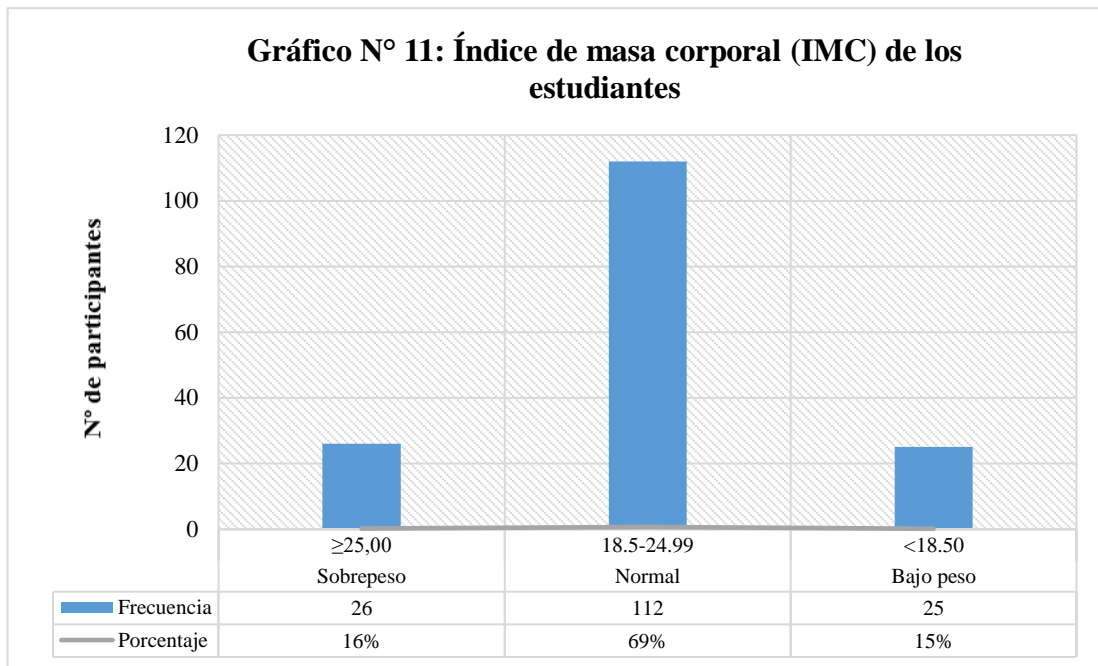
En el cuadro 10 el análisis de algunos síntomas que presenta el grupo de estudio en primer lugar se encuentra que tienen depresión con un 20% con el mismo porcentaje está la fatiga debilidad y la falta de ánimo luego de esto padecen náuseas y vómito el 18%, el 9% presenta desmayos y mareos, con un 9% presenta piel y conjuntivas pálidas y de igual manera el 6% de todo el grupo de estudio presentan pérdida de peso inexplicable.

Según el índice de masa corporal se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla N° 11: Índice de masa corporal (IMC) de los estudiantes**

Clasificación	Valor referencial (OMS)	Frecuencia	Porcentaje %
<b>Sobrepeso</b>	≥25,00	26	16
<b>Normal</b>	18.5-24.99	112	69
<b>Bajo peso</b>	<18.50	25	15
<b>Total</b>		163	100

**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



**FUENTE:** Encuesta aplicada a los participantes del proyecto de investigación.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

En el cuadro 11 en su análisis se encuentra que el 69% de los estudiantes tienen un IMC dentro de los valores normales mientras que el 16% de la de los estudiantes tienen un sobre peso y que el 15% de ellos tiene bajo el IMC. Con estos datos es un factor de exclusión para ser tomados como participantes del proyecto de estandarización de los valores de referencia.

### **Análisis de los analitos estudiados**

Se realizó las determinaciones de las concentraciones de hierro, hemoglobina y el porcentaje de hematocrito. Para la realización de estas determinaciones es necesario la utilización de un kit que validen los resultados obtenidos, es por eso que se realizan comparaciones de cada uno de los analitos

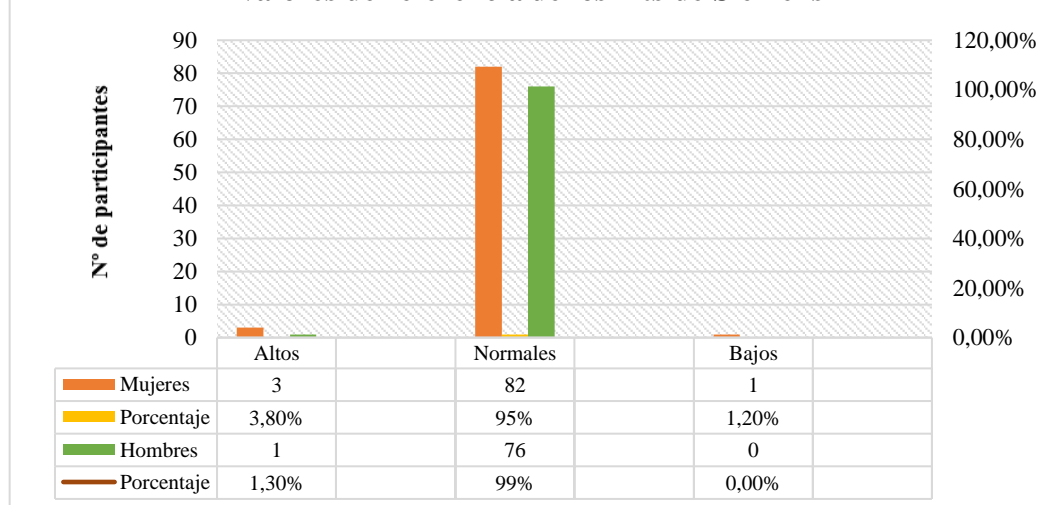
Según las comparaciones de los resultados de hematocrito y las comparaciones se obtiene lo siguiente:

**Tabla N° 12: Hematocrito del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens**

Categoría	Valor referencial (Siemens)	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje %
Altos	Hombres > 54 %	1	3	4	2,45
	Mujeres > 47 %				
Normales	Hombres 40 - 54 %	76	82	158	96,93
	Mujeres 38 - 47 %				
Bajos	Hombres < 40 %	0	1	1	0,62
	Mujeres < 38 %				
<b>Total</b>				163	100

FUENTE: Valores obtenidos de los análisis.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

**Gráfico N° 12: Hematocrito del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens**



FUENTE: Valores obtenidos de los análisis.

Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

El porcentaje del cuadro 12 refleja que el 99% de la población estudiada se encuentra con resultados dentro de los valores de referencia que provee el kit del equipo ABX Pentra XL80, con lo que se concuerda con estudios realizados con otros equipos y kits por Maldonado 2013 en la ciudad de Cuenca que la mayoría de personas se encuentran con los valores dentro del rango de referencia y que son pocos los que reflejan una elevación

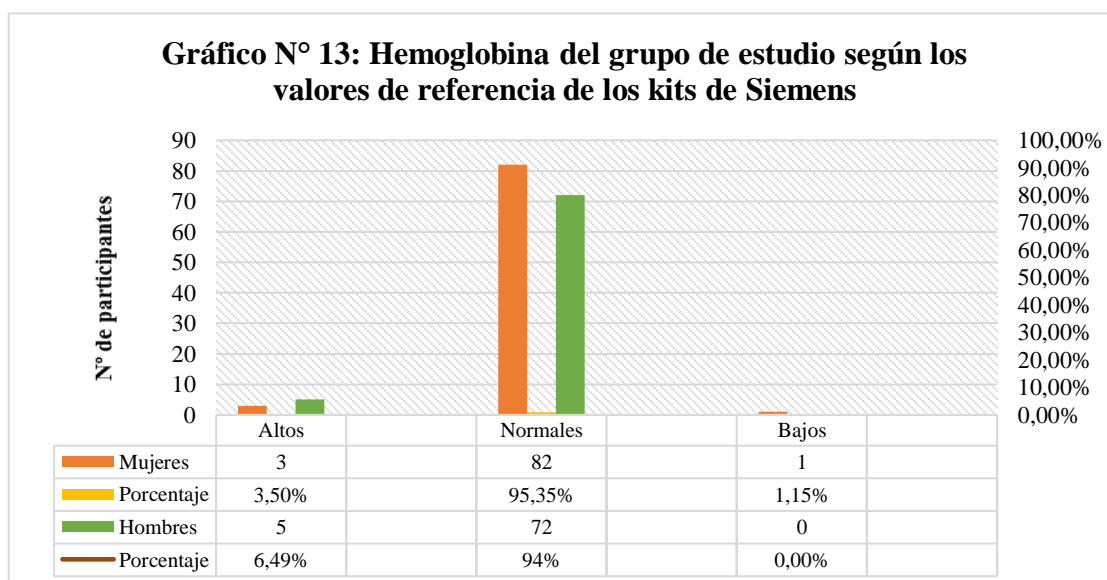
que podría ser una poliglobulia y menos es el índice de rangos inferiores lo que se podría conocer como anemia <sup>(24)</sup>.

Después de analizar las concentraciones de hemoglobina se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla N° 13: Hemoglobina del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens**

Categoría	Valor referencial (Siemens)	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje %
Altos	Hombres > 18 g/dL	5	3	8	4,90
	Mujeres > 16,50 g/dL				
Normales	Hombres 14 - 18 g/dL	72	82	154	94,48
	Mujeres 11,50 - 16,50 g/dL				
Bajos	Hombres < 14 g/dL	0	1	1	0,62
	Mujeres < 11,50 g/dL				
<b>Total</b>				163	100

FUENTE: Valores obtenidos de los análisis.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



FUENTE: Valores obtenidos de los análisis.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.



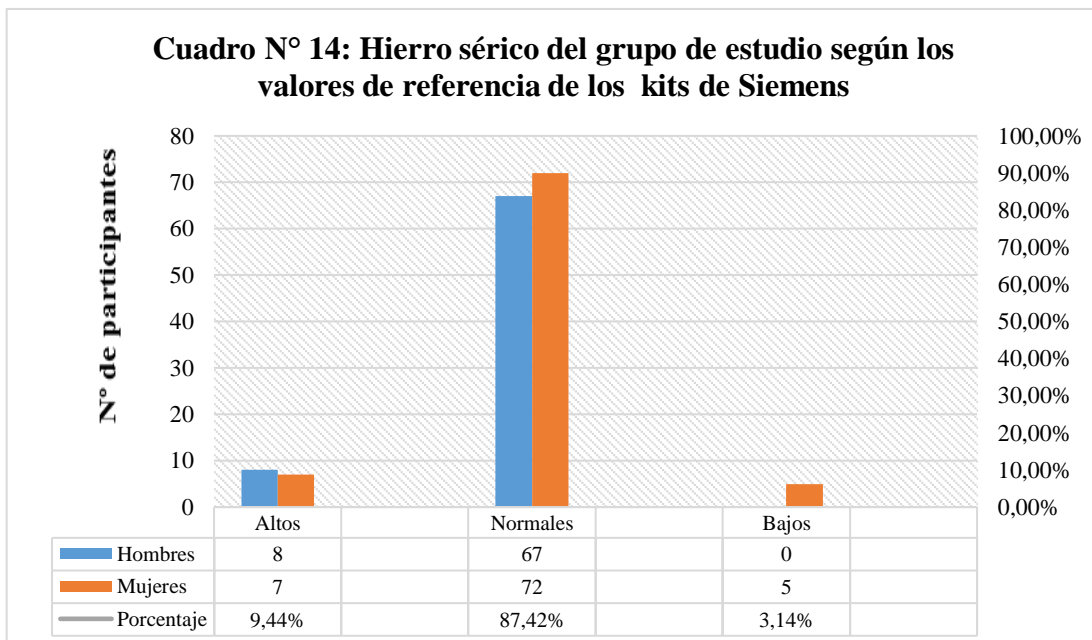
El cuadro 13 se observa claramente que la mayoría de la población estudiada tiene concentraciones de hemoglobina dentro de los valores normales del kit del equipo ABX Pentra XL80. Con lo que se concuerda con Maldonado en el año 2013 el estudio realizado en la ciudad de Cuenca que la mayoría de personas se encuentran con los valores dentro

**Tabla N° 14: Hierro sérico del grupo de estudio según los valores de referencia de los kits de Siemens**

Categoría	Valor referencial (Siemens)	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje %
Altos	> 145 ug/dl	8	7	15	9,44
Normales	37 - 145 ug/dl	67	72	139	87,42
Bajos	< 37 ug/dl	0	5	5	3,14
<b>Total</b>				159	100

FUENTE: Valores obtenidos de los análisis.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

del rango de referencia del equipo utilizado a pesar que no son los mismos equipos ni kits se puede evidenciar que el índice de anemia es muy bajo <sup>(24)</sup>.



FUENTE: Valores obtenidos de los análisis.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.

El análisis del cuadro 14 se observa que el 87.42% de los pacientes estudiados reflejan valores de hierro entre los valores normales, así como también el 9.44% dan valores elevados. Y solo un 3.14% del total de la población valores de por debajo de los normales según los remitidos por el del kit del equipo Dimension® RxLMax, estos concuerdan con el estudio realizado por Paredes en el año 2014, aunque no fueron utilizados los mismos equipos sobre la prevalencia de anemias que es un índice bajo, encontrando valores de hierro dentro de los parámetros normales <sup>(25)</sup>.

### **Análisis de varianzas y desviaciones estándar.**

El análisis de las varianzas es utilizado para medir la dispersión de las variables aleatorias para saber con cuanto varían por encima o debajo de la media. Así que es necesario calcular la varianza de los resultados de los analitos tanto para hombres como para mujeres <sup>(26)</sup>

Según los resultados de los datos del género femenino se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla N° 15: análisis de los datos obtenidos en mujeres**

	<b>Hematocrito</b>	<b>Hemoglobina</b>	<b>Hierro sérico %</b>
<b>Promedio</b>	43,231	15,217	83,522
<b>Varianza</b>	4,448	0,692	66,81
<b>Desviaciones</b>	2,109	0,832	8,174
<b>Rango</b>	7	3	91

**FUENTE: Valores obtenidos de los análisis.  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.**

En la tabla número 15 se observa que la varianza del resultado del análisis de hematocrito se encuentra un poco disperso de la media caso que no es así con la varianza de la hemoglobina que todos los resultados se encuentran homogéneos a la media, y en el caso del hierro sérico en las mujeres por ser un rango de referencia muy amplio esta varianza aumenta, aunque los datos se encuentran homogéneos ya que están dentro del rango como lo afirma Morales en el año 2012 en su libro estadística y probabilidades <sup>(26)</sup>

Según los análisis de las variables aleatorias para hombres se tiene lo siguiente:

**Tabla N° 16 análisis de los datos obtenidos en hombres**

	<b>Hematocrito</b>	<b>Hemoglobina</b>	<b>Hierro sérico %</b>
<b>Promedio</b>	48,071	16,781	99,875
<b>Varianza</b>	6,150	1,087	54,19
<b>Desviaciones</b>	2,480	1,042	7,361
<b>Rango</b>	11	3,6	134

**FUENTE: Valores obtenidos de los análisis  
Elaborado por Nataly Canseco y Derly Silva.**

En la tabla número 16 de los análisis interpretativos de las varianzas se puede observar que los datos se encuentran homogéneos ya que las varianzas se encuentran dentro del rango de las variables aleatorias.

## CONCLUSIONES

1. La mayoría de los estudiantes se encuentran en un buen estado de salud física ya que alrededor del 90% del grupo de estudio, realiza actividad deportiva, sus alimentos son ingeridos en casa, además un bajo porcentaje de antecedentes patológicos indican que han tenido anemia y desnutrición.
2. El 97% de los estudiantes presentan la concentración de hemoglobina y el porcentaje de hematocrito dentro de los valores de referencia, mientras que el 87.42% presenta concentraciones de hierro dentro de los valores dados por el kit de reactivos de siemens por lo que de los 163 estudiantes se tome en cuenta solo los resultados 136 ya que ellos poseen valores dentro de los del kit.
3. Según el estudio de las varianzas eliminando los datos se encuentran por encima y debajo de los valores de referencia del kit estos son homogéneos para el estudio de valores de referencia de hierro hemoglobina y hematocrito.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a la población de estudio una mayor ingesta de verduras ya que el 35% dice que consume este tipo de alimentos, ya que estos alimentos son ricos en hierro lo que ayuda a la prevención de anemias ferropénicas.
2. Para los análisis de hierro sérico se recomienda que las muestras se procesen sin ser almacenadas ya que el cambio de temperatura brusco pudo interferir en los resultados.
3. Se debe tener en cuenta en cada laboratorio la población que se está realizando los análisis ya que varían mucho dependiendo de género, edad y ubicación geográfica

## BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). Metodología de la vigilancia nutricional Serie de informes técnicos 2009: 93:12-27.
2. Anívarro S. Prevalencia de anemia en pacientes asegurados y beneficiarios de los servicios de salud Brindados por el policlínico 9 de abril de la caja nacional de salud en la Ciudad de la paz. [Internet]. Bolivia; 2006. [citado 20 Ene 2018] Disponible en: [www.scielo.com/hematologia/htm](http://www.scielo.com/hematologia/htm)
3. The International Organization for Standardization: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. [Internet]. Ginebra; [actualizado 2005 Mar; citado 20 Ene 2018]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17025:ed-2:v1:es>
4. Servicio Ecuatoriano de Normalización: Laboratorios clínicos. Requisitos para la Calidad y Competencia (ISO 15189:2012, IDT). [Internet]. Ecuador; [actualizado 2016; citado 20 Ene 2018]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/nte\\_inen\\_iso\\_15189.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/nte_inen_iso_15189.pdf)
5. Cuba, Portal de la Salud. Tablas de referencia y valores. [En línea] [Actualizada: 2017; citado 20 Ene 2018]. Disponible en: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/hematologia/valores\\_de\\_laboratorio.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/hematologia/valores_de_laboratorio.pdf).
6. Asociación de leucemia aguda (ALMA). Hemograma. [En línea] [Actualizada: 2017; citado 22 Ene 2018]. Disponible en: <https://asociacionalma.wordpress.com/para-los-medicos/estudios/hemograma/>
7. Vademécum Colombia. Hemograma. [En línea] [Actualizada: 2017; citado 22 Ene 2018]. Disponible en: <http://co.prvademecum.com/hemograma.php>.
8. Rivadeneira G. Determinación de valores referenciales del conteo de leucocitos, eritrocitos y plaquetas, hematocrito y hemoglobina, en personas de edades comprendidas entre 18 y 25 años atendidos en el laboratorio clínico de la facultad de ciencias desde el año 2008 al 2012. [Internet]. Ecuador; 2013. [Actualizada: 2013; citado 22 Ene 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2569/1/56T00336.pdf>
9. Vives J, Aguilar J. Manual de Técnicas de Laboratorio de Hematología editors.

3Th ed. Mexico: MASSON una compañía ELSEVIER; 2006

10. Palacios J. Sistema Inmune y la Sangre. *Infermera virtual* [Internet]. 2017 [citado 16 Ene 2018]; 1(1):1-30. Disponible en: <https://www.infermeravirtual.com/files/media/file /102/Sangre.pdf?1358605574>
11. Guyton A, Hall J. Transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre y los líquidos tisulares. En: Guyton A, Hall J. *Tratado de Fisiología médica*. 12. ed. Madrid: Elsevier; 2011. p. 3145-3161.
12. Michael W, Frederick R. Examen Basico de Sangre. En: *Diagnostico del Laboratorio Clinico Homenaje a Tood-Stanford y Davidsohn*. Vol 1. Masson. P 479-517.
13. Vera Franco L, La hemoglobina una molécula prodigiosa. *Rev.R.Acad.Cienc. ExactFís.Nat.*[Internet].2010 144(1):213-232
14. Guia, Laboratorio de bioquímica Clínica. Generalidades. [Internet] [Actualizada: 2010; citado 28 Ene 2018]. Disponible en: <http://www.fmed.uba.ar/depto/bioqhum/TP%20%2014%20Bioquimica%20Clinica-Sangre%20y%20orina.pdf>
15. Morrison T. *Laboratorio Clínico y pruebas de diagnóstico*. 8.ed. México: El Manual Moderno; 2008.
16. Servicio de bioquímica clínica. Biblioteca de pruebas. [Internet]. 02: 2013. [citado 16 Feb 2018]. Disponible en: [http://www.hca.es/huca/web/contenidos/websdepartam/Cartera%20Laboratorios/pruebas\\_completas-201306.pdf](http://www.hca.es/huca/web/contenidos/websdepartam/Cartera%20Laboratorios/pruebas_completas-201306.pdf)
17. Muñoz M, García-E, JA, Remacha A. Disorders of iron metabolism. Part II: Iron deficiency and iron overload . *J Clin Pathol* 2011; 64: 287-296
18. Biolinker. [Internet] Argentina; 2014 [citado el 18 de febrero del 2018]. Revista bioanálisis; [Aproximadamente 3 pantallas]. Disponible en: <http://www.revistabioanálisis.com/arxius/notas/crLnNuQQ.pdf>
19. Wallace Coulter Westgard J. *Sistemas de Gestión de la Calidad para el Laboratorio Clínico*. [Internet]. Wallace Coulter. Madison (WI): c2014 [revised 2014; cited 20 Ene 2018]. Disponible en: <http://www.ifcc.org/media/433206/SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD PARA EL L>

[ABORATORIO CLINICO.pdf](#)

20. Castrillón M. Manual del control de calidad del laboratorio. [Internet]. 03. Medellín; 2015. [citado 18 Feb 2018]. Disponible en: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Ma\\_control\\_de\\_calidad\\_v3\\_2015.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Ma_control_de_calidad_v3_2015.pdf)
21. Colombiana de Salud S.A. Manual de control de calidad interno y externo. . [Internet]. 2009. [citado 18 Feb 2018]. Disponible en: [http://www.colombianadesalud.org.co/LABORATORIO\\_CLINICO/FORMATOS/MANUAL%20DE%20CONTROL%20INTERNO%20Y%20EXTERNO.pdf](http://www.colombianadesalud.org.co/LABORATORIO_CLINICO/FORMATOS/MANUAL%20DE%20CONTROL%20INTERNO%20Y%20EXTERNO.pdf)
22. Ricart E. Teoría de valores de referencia. [Internet]. 2013. [citado 20 Feb 2018]. Disponible en: <http://alcoy.san.gva.es/laboratorio/web/teoria%20valores%20referencia.pdf>
23. Fuentes S. Cómo se desarrolla un protocolo. [Internet]. México: Medigraphic; [actualizado 2015 Abr; citado 25 Feb 2018] Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2015/ot152e.pdf>
24. Maldonado M. Perfil de hemoglobina hematocrito en trabajadores del parque industrial de Cuenca. [Internet]. Ecuador Universidad del Azuay; 2013. [citado 2018 Ene 25]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3302/1/10076.pdf>
25. Paredes E. Prevalencia y factores de riesgo de anemia ferropénica en niños menores de cinco años de la Comunidad de Zuleta, de la provincia de Imbabura. [Internet]. Ecuador UTN; 2014 [citado 2018 Ene 25] disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4859/2/06%20NUT%20137%20ARTICULO%20PERIODISTICO.pdf>
26. Morales A. Estadística y probabilidades. Chile, ediciones URANO; 2012



# ANEXOS

 <p>Ministerio de Educación</p>	<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO</b> <b>UNIDADES EDUCATIVAS-CANTÓN RIOBAMBA</b></p>	
--	---	---

PROPUESTA DEL PROYECTO: "ESTUDIOS ANALÍTICOS DE MUESTRAS BIOLÓGICAS EN ESTUDIANTES DE UNIDADES EDUCATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA COMO SOPORTE AL DIAGNÓSTICO CLÍNICO, EN CANTONES DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, ECUADOR"

**AUTORIZACIÓN CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**TOMA Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO CLÍNICO**

**A. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE**

NOMBRES Y APELLIDOS: \_\_\_\_\_ N° CÉDULA: \_\_\_\_\_  
CURSO DE ESTUDIO: \_\_\_\_\_ PARALELO: \_\_\_\_\_ N° TELEFÓNICO: \_\_\_\_\_

**B. EXPLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

El procedimiento va a consistir en la recolección de muestras de heces y orina, y la toma de una muestra de sangre del antebrazo de su representado, siguiendo todas las normas de bioseguridad. Las muestras biológicas serán recolectadas en recipientes adecuados, debidamente codificadas y transportadas para su posterior análisis en los Laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Salud-Unach. Los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio, certificados y firmados por profesionales especialistas en el área, serán entregados como garantía del trabajo desarrollado. De existir algún resultado fuera de los valores normales se le informará a usted con especial atención, para que tome en cuenta las medidas oportunas.

**C. DECLARACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL**

1. Una vez entendido el procedimiento, **yo padre o madre** de familia y/o **representante legal** conozco con claridad que **el objetivo** del procesamiento de muestras biológicas (sangre, heces y orina) pertenecientes a mi representado(a) y la realización de exámenes de laboratorio clínico es la identificación de parámetros hematológicos, bioquímicos, así como el análisis de heces y orina para evaluar el estado de salud y con ello contribuir a su óptimo desempeño académico.

2. Doy mi consentimiento para que se realice la toma y recolección de muestras de sangre, orina y heces a mi representado y en constancia **firma**.

**FIRMA DEL PADRE, MADRE Y/O REPRESENTANTE LEGAL DEL NIÑO(A)**

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_ C.I.: \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_ N° telefónico: \_\_\_\_\_

**D. FIRMA DEL PROFESIONAL QUE REALIZA EL PROCEDIMIENTO**

Yo, ..... de profesión ..... he informado el propósito, naturaleza y ventajas del procedimiento.

Firma del profesional: \_\_\_\_\_ C.C.: \_\_\_\_\_

**E. LUGAR Y FECHA:** \_\_\_\_\_

**Anexo 1:** Formato del consentimiento informado



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO**

PROPUESTA DEL PROYECTO: "ESTUDIOS ANALÍTICOS DE MUESTRAS BIOLÓGICAS EN ESTUDIANTES DE UNIDADES EDUCATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA COMO SOPORTE AL DIAGNÓSTICO CLÍNICO, EN CANTONES DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, ECUADOR"

**ENCUESTA**

Código N°: \_\_\_\_\_

Sr. Usuario: Le invitamos a contestar de manera completa y con el máximo de objetividad posible la presente encuesta. La información recogida en este documento es estrictamente confidencial así como también es de uso exclusivo para fines académicos que será utilizado como base de datos para la propuesta del proyecto de investigación: "Estudios analíticos de muestras biológicas en estudiantes de Unidades Educativas para la determinación de los valores de referencia como soporte al diagnóstico clínico en Cantones de la Provincia de Chimborazo, Ecuador". Agradecemos su participación.

1. Nombre:		2. Sexo: F ___ M ___	3. Edad:	4. N° Teléfono:			
5. Colegio:		6. Tipo de institución (sostenimiento): Fiscal ___ Particular ___ Fiscomisional ___		7. Zona INEC: Urbano ___ Rural ___			
8. N° Hermanos:	9. Tipo de sangre: O- ___ O+ ___ A- ___ A+ ___ B- ___ B+ ___ AB- ___ AB+ ___			10. Tipo de vivienda: Casa ___ Departamento ___ Casa de campo ___ otro: _____			
1. ¿Prácticas algún deporte?: Si ___ No: ___  Indique : Fútbol ___ Básquet ___ Natación ___ Voleibol ___ Gimnasio ___ Caminatas ___ Bicicleta ___ Patinaje ___ Otro _____  Horas/semana: ___		13. Desayuna en: Casa ___ Colegio ___  14. ¿Usas el Bar del colegio? Siempre ___ A veces ___ Nunca ___  15. Colación o refrigerio (Media mañana): Si ___ No ___  16. Almuerza: Casa ___ Fuera de casa ___ Sólo ___ Acompañado ___  17. Colación (Media tarde): Sí ___ No ___  18. Merienda (Cena): Casa ___ Fuera de casa ___ Sólo ___ Acompañado: ___		19. Horas de sueño nocturno: ___ 20. Horas TV/día ___ 21. Horas telf/día ___ 22. Horas video juego/día ___ 23. Horas estudio/día ___  24. Generalmente, ¿Cómo te vas al colegio?: Caminando ___ ¿Tiempo que tardas caminando? ___ Transporte ___ Privado ___ Público ___ Te lleva un familiar y/o amigo ___  25. El agua que consumes es: (puedes marcar varias opciones) Embotellada ___ Filtrada ___ Hervida ___ Llave ___ Purificada ___ Otro: _____		26. ¿Vives con papá y mamá?: Si ___ No ___ ¿Con quién? _____  27. ¿Cuántos viven en casa?: _____  28. ¿Mamá trabaja? _____  29. ¿Papá trabaja? _____  30. ¿Lavas las manos antes de comer?: Siempre ___ A veces ___ Nunca ___  31. ¿Lavas las manos después de ir al baño?: Siempre ___ A veces ___ Nunca ___	
12. Más o menos, ¿Cuánto es el ingreso mensual en tu casa? \$375USD: ___ \$375USD-\$750USD ___ \$750USD-\$1125USD ___ \$1125USD-\$1500USD ___ \$1500USD-\$1870USD ___ \$1870USD-\$2250USD ___ Más de \$2250USD ___							





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO



Alimentos	Frecuencia									
	Nunca	Veces/día			Veces/semana			Veces/mes		
		1-2	3-4	Más de 4	1-3	3-6	Más de 6	1-3	3-6	Más de 6
Bebidas gaseosas										
Bebidas alcohólicas										
Aceite										
Mantequilla										
Frutos secos										
Pizza										
Hamburguesa										
Salchi papa										
Salchi carne										
Cevichochos										
Fritada										
Hot dog										
Helados										
Cereales										
Pan blanco										
Pan integral										
Frutas										
Granos										
Harinas refinadas										
Sal										
Yogurt										
Mermeladas										
Sopas										
Otro: _____										

**Muchas Gracias por su colaboración.**

**Anexo 2:** Encuesta para el análisis del estudio sociodemográfico de los estudiantes



**Anexo 3:** Toma de medidas antropométricas y aplicación de la encuesta a los estudiantes



**Anexo 4:** Toma de muestra sanguínea a los estudiantes



**Anexo 5:** Separación de suero y verificación de muestra adecuada



**Anexo 6:** Análisis de analitos en equipo Pentra XL80 y Dimension RxL Max