

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO**



TRABAJO DE GRADO

**ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN NIÑOS DE 8 A 10 AÑOS DE
EDAD QUE ESTUDIAN EN EL COMPLEJO EDUCATIVO RANCHO QUEMADO,
CANTÓN CASA BLANCA, MUNICIPIO DE PERQUÍN, DEPARTAMENTO DE
MORAZÁN EN EL PERIODO DE JULIO A SEPTIEMBRE DE 2014.**

PRESENTADO POR:

**SUSANA NATALY BARRERA GONZÁLEZ
VICTORIA LISSETH GÓMEZ SÁNCHEZ
ITA MARIBEL MEDRANO**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:
LICENCIADA EN LABORATORIO CLÍNICO**

DOCENTE DIRECTOR:

LICENCIADA: MARTA LILIAN RIVERA

CUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, DICIEMBRE DE 2014

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES

INGENIERO MARIO ROBERTO NIETO LOVO

RECTOR

MAESTRA ANA MARÍA GLOWER DE ALVARADO

VICERRECTORA ACADÉMICA

MAESTRO ÓSCAR NOÉ NAVARRETE

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

DOCTORA ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

SECRETARIA GENERAL

LICENCIADO FRANCISCO CRUZ LETONA

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

AUTORIDADES

MAESTRO CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

DECANO

LICENCIADO CARLOS ALEXANDER DÍAZ

VICEDECANO

MAESTRO JORGE ALBERTO ORTEZ HERNÁNDEZ

SECRETARIO

MAESTRA ELBA MARGARITA BERRÍOS CASTILLO

DIRECTORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

DEPARTAMENTO DE MEDICINA

AUTORIDADES

DOCTOR FRANCISCO ANTONIO GUEVARA GARAY

JEFE DEL DEPARTAMENTO

MAESTRA LORENA PATRICIA PACHECO HERRERA

COORDINADORA DE LA CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

MAESTRA OLGA YANETH GIRÓN DE VÁSQUEZ

COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DE LA
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

TRIBUNAL CALIFICADOR

MAESTRA KAREN RUTH AYALA DE ALFARO

LICENCIADA HORTENSIA GUADALUPE REYES RIVERA

ASESORES

LICENCIADA MARTA LILIAN RIVERA

DOCENTE DIRECTOR

MAESTRO CARLOS ALFREDO MARTÍNEZ LAZO

ASESOR METODOLÓGICO

ÍNDICE

Contenido	pág.
Lista de Cuadros.....	VIII
Lista de Gráficos.....	IX
Lista de Figuras.....	X
Lista de Anexos	XI
Resumen.....	XII
1.0 Planteamiento del Problema.....	13
2.0 Objetivos de la Investigación	20
3. 0 Marco Teórico.....	21
4.0 Sistema de Hipótesis	46
5.0 Diseño Metodológico	48
6.0 Presentación de Resultados.....	58
7.0 Discusión de Resultados	78
8.0 Conclusiones.....	83
9.0 Recomendaciones.....	85
10.0 Referencias bibliográficas.....	87

LISTA DE CUADROS

Contenido	PÁG.
Cuadro 1: Edad y sexo de los niños que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado, Cantón Casa Blanca, Municipio de Perquín, Departamento de Morazán.....	60
Cuadro 2: Hemoglobina, Hematócrito e Índices hematimétricos respecto a la edad y sexo de la población estudiada.....	62
Cuadro 3: Frotis de Sangre Periférica, línea roja respecto la edad y sexo de la población estudiada.....	66
Cuadro 4: Conteo de reticulocitos, respecto a la edad y sexo de la población estudiada.....	68
Cuadro 5: Hierro sérico, Capacidad de captación de hierro, Porcentaje de Saturación de transferrina respecto a la edad y sexo de la población estudiada.....	71
Cuadro 6: Etapa de la anemia respecto a la edad y sexo de la población estudiada.....	75

LISTA DE GRÁFICOS

Contenido	PÁG.
Gráfico 1: Edad y sexo de los niños que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado, Cantón Casa Blanca, Municipio de Perquín, Departamento de Morazán.....	61
Gráfico 2: Hemoglobina, Hematócrito e Índices Hematimétricos según la edad y sexo de la población estudiada.....	64
Gráfico 3: Frotis de Sangre Periférica, línea roja respecto la edad y sexo de la población estudiada.....	67
Gráfico 4: Conteo de reticulocitos respecto a la edad y sexo de la población Estudiada.....	70
Gráfico 5: Niveles de hierro sérico, capacidad de captación de hierro y Porcentaje de saturación de la transferrina respecto a la edad y sexo de la población estudiada.....	73
Gráfico 6: Etapa de la anemia respecto a la edad y sexo de la población estudiada.....	76

LISTA DE FIGURAS

Contenido	PÁG.
Figura 1: Células sanguíneas de la línea blanca.....	92
Figura 2: Glóbulos rojos normales y plaquetas.....	92
Figura 3: Eritropoyesis.....	93
Figura 4: Estadios de maduración del glóbulo rojo.....	93
Figura 5: Sustancias que intervienen en la maduración del glóbulo rojo.....	94
Figura 6: Molécula de hemoglobina.....	94
Figura 7: Anemia microcítica hipocromica.....	95
Figura 8: Síntomas y signos de la anemia por deficiencia de hierro.....	95
Figura 9: Distribución del hierro en el organismo.....	96
Figura10: Reticulocitos.....	97
Figura 11: Charla informativa a los padres de familia.....	97
Figura 12: Toma de muestra.....	98
Figura 13: Material utilizado para la toma de muestra.....	98
Figura 14: Coloración de extendidos sanguíneos.....	99
Figura 15: observación microscopica.....	99
Figura 16: Realización de pruebas confirmatorias para anemia por deficiencia de Hierro.....	100
Figura 17: Población estudiada.....	100

LISTA DE ANEXOS

Contenido	PÁG.
Anexo 1: Cronograma de actividades a desarrollar en el ciclo II 2014.....	102
Anexo 2: Cronogramas de actividades específicas	103
Anexo 3: Técnica de venopuncion.....	104
Anexo 4: Técnica de Cianometahemoglobina método manual.....	106
Anexo 5: Determinación de Hematocrito método manual.....	107
Anexo 6: Preparación de Frotis de sangre periférica.....	108
Anexo 7: Conteo de reticulocitos.....	109
Anexo 8: Técnica para determinación de Hierro sérico.....	110
Anexo 9: Técnica para determinación de Capacidad de Captación de Hierro.....	112
Anexo 10: Consentimiento informado para participar en la investigación.....	113
Anexo 11: Boletas de resultados para pruebas químicas.....	114
Anexo 12: Boleta de resultado para Frotis de Sangre Periférica y conteo de reticulocitos	115
Anexo 13: Boleta de resultado para hemograma completo.....	116
Anexo 14: Glosario.....	117
Anexo 15: Presupuesto y financiamiento.....	122

RESUMEN

La anemia por deficiencia de hierro es uno de los diagnósticos más comunes a nivel mundial, afecta tanto a niños como adultos y tiene muy diversas causas. Aparece cuando la ingestión de hierro es inadecuada para cumplir un nivel estándar de demanda, cuando aumentan los requerimientos de hierro o hay una pérdida crónica de hemoglobina. **El objetivo** de la investigación fue determinar anemia por deficiencia de hierro en niños de 8 a 10 años de edad que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado, Cantón Casa Blanca, municipio de Perquín en el periodo de julio a septiembre de 2014. Para lo cual la **metodología** que se utilizó fue de tipo **prospectiva, transversal, descriptiva y de laboratorio**. La población fue constituida por 81 niños y niñas entre 8 a 10 años de edad a los cuales se les realizó las pruebas de laboratorio siguientes: Hemograma completo, conteo de reticulocitos, frotis de sangre periférica, hierro sérico y capacidad de captación del hierro. **Resultados obtenidos:** en la determinación de hematocrito, hemoglobina e índices hematimétricos no hubo población con valores disminuidos, en la lectura del Frotis de sangre periférica, las células se encontraron con normalidad en el 100% de la población, en el conteo de reticulocitos no hubo disminución, encontrándose normal en el 100% de la población, para la determinación de hierro sérico un niño (1.25%) y una niña (1.25%) de la población resultó con hierro disminuido, capacidad de captación de hierro aumentada y porcentaje de saturación de transferrina disminuida, según la clasificación de las etapas de la anemia el 2.5% (un niño y una niña) de la población se encontró con niveles bajos de hierro sérico, aumento de la capacidad de captación de hierro, y disminución en el porcentaje de saturación de transferrina. **Conclusión:** En la edad de 8 años no se encontró afectación aparente, resultando con deficiencia de hierro en la edad de 9 años 1.25% y en la edad de 10 años 1.25%.

Palabras clave: Anemia, Deficiencia de hierro sérico.

1.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA EN ESTUDIO.

Se entiende por anemia la disminución del número de eritrocitos, expresado en número de células por microlitro en sangre circulante o disminución de la hemoglobina en gramos por decilitro. (1)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) desde 1972 establece los valores por debajo de los cuales la anemia es probable, estos valores son: niños (1 a 12 años) de 12 g/dl. Se estima como anemia un valor de hemoglobina de menos de 12 g/dl en niños, considerándose este el trastorno nutricional de mayor incidencia en el mundo.

La anemia se caracteriza por palidez, fatiga, debilidad, disminución del apetito, uñas quebradizas, dolor de cabeza, deseos vehementes e inusuales por alimentos de escaso valor nutritivo (llamados pica).

Las carencias de micronutrientes, es decir deficiencias de vitaminas y minerales como el hierro, constituyen la forma de malnutrición más generalizada del mundo. Más de dos mil millones de personas sufren en el mundo de distintos tipos de carencia de micronutrientes. De acuerdo con estimaciones de la Organización Mundial de la Salud / Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia/ Organización de las Naciones Unidas (OMS/ UNICEF/ONU), la deficiencia de hierro es la deficiencia nutricional más ampliamente extendida en el mundo. Pese a que el problema es más grave en los países de economía agrícola, las naciones industrializadas no escapan a este mal; mientras en éstas 11% de sus habitantes presenta anemia por deficiencia de hierro, en aquellos, el padecimiento afecta a cerca de la tercera parte de la población. (2)

La deficiencia de hierro es una carencia nutricional frecuente en la infancia, se debe a un balance de hierro persistentemente negativo causado por una ingesta alimentaria, absorción o utilización de hierro inadecuado, un aumento de las necesidades de hierro durante el periodo de crecimiento o la pérdida de sangre debida a infecciones parasitarias como el paludismo, las helmintiasis. El diagnóstico de la anemia requiere la determinación de la concentración de hemoglobina, mientras que los valores séricos de ferritina y del receptor soluble de transferrina suelen utilizarse como indicadores de la dotación de hierro. Los

niños son particularmente vulnerables a la anemia por deficiencia de hierro por sus mayores necesidades de hierro en los periodos de rápido crecimiento, especialmente en los primeros 5 años de vida.

Se calculó en el 2010 que en el mundo hay 600 millones de niños y niñas en edad preescolar y escolar con anemia, y se considera que al menos la mitad de estos casos son atribuibles a la deficiencia de hierro. La anemia por deficiencia de hierro en niños se ha relacionado con mayor morbilidad infantil y deterioro del desarrollo cognitivo y del rendimiento escolar. Los datos epidemiológicos y experimentales indican que cuando estas alteraciones se producen a una edad temprana pueden ser irreversibles, incluso tras la recuperación de los depósitos de hierro, lo que refuerza la importancia de la prevención de este trastorno. (3)

En los niños y niñas, europeos la prevalencia es del 2- 4%, la cual ha disminuido debido a la utilización de alimentos infantiles enriquecidos con hierro. Los adolescentes constituyen un grupo de alto riesgo y los datos oscilan entre el 7- 8 % de la población en muchos casos debido a dietas hipocalóricas y deficitarias en hierro. En España la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro en adolescentes y preescolares llega a ser del 2,5- 5,7%. (4)

En los años 2011 al 2012 se realiza otro estudio en España sobre las etapas de deficiencia de hierro en niños de la comunidad la Peña en Valencia. El objetivo de este estudio fue evaluar la prevalencia de bajos depósitos de hierro en niños que asisten a la consulta de niño sano del Centro de Medicina Integral en Valencia Carabobo, Estudio descriptivo, transversal en 80 niños de 6 meses a 14 años. Etapa I (ferropenia latente) 55 %. Etapa II (ferropenia sin anemia), con mayor frecuencia en el grupo de edad de preescolares 40 %. Etapa III (anemia ferropénica), se encontró el 32,5 %. (5)

En América Latina y el Caribe en el año 2011 la anemia nutricional afectó a 77 millones de niños y mujeres de los cuales son: 6 millones de lactantes, 13 millones de niños y niñas en edad preescolar, 31 millones de niños en edad escolar. (6)

En un estudio realizado en la ciudad de Bolívar en Venezuela en el año 2010 de anemia por deficiencia de hierro en niños de 3 a 5 años de edad, los estudiantes que sólo tenían deficiencia de hierro representaron el 19,4% del total de niños analizados y 30,6% mostraron anemia ferropénica. (7)

Para el año 2012 en México se realiza un estudio sobre la prevalencia de anemia en la población de 5 a 11 años dando como resultado lo siguiente: En niños menores de 5 años la incidencia de anemias fue de 23.3%, en niños de 5 a 11 años fue de 10.1%. (8)

En julio del año 2013 la Universidad de San Carlos de Guatemala realizó un estudio descriptivo transversal sobre los hábitos alimentarios que intervienen en la absorción de hierro asociados a niveles de hemoglobina en niñas a partir de los 10 años de edad cuyos resultados obtenidos fueron: Del total de casos con hemoglobina menor de 12 g/dl sólo 50% fue clasificada como anemia microcítica y el resto presentaron volúmenes corpusculares normales, por lo que se asume que la mitad de la población tiene deficiencia de hierro por mala absorción. (9)

En el año 2009 se realiza un estudio sobre anemia por deficiencia de hierro en escolares y adolescentes de 8 a 16 años en un centro escolar de Nicaragua. Del grupo total de los anémicos deficientes de hierro el 28.6% pertenecen al grupo etario de 11 a 13 años seguido con el 17.9% los de 8 a 10 años y por último con el 16.7% los de 14 a 16 años. (10)

En El Salvador se afronta un problema económico y social severo, que afecta directamente la adquisición de una buena canasta básica para los hogares salvadoreños, lo que conlleva a un escaso aporte nutricional que trae como consecuencia padecimientos, tal es el caso de la anemia. Para los/as niños y niñas de 12 a 59 meses de edad según los resultados de la Encuesta Nacional de Salud Familiar (FESAL 2008) indican que el 23% de los/as niños y niñas presentan algún grado de anemia.

En el año 2009, se lanza el programa de seguridad alimentaria y nutricional para enfrentar la desnutrición a través de La Secretaría de Inclusión Social y del Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, en coordinación con otras instituciones. El Programa tiene como finalidad principal contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) relacionados con la disminución de la desnutrición y la mortalidad infantil. Para el Ministerio de Salud de El Salvador la evaluación del crecimiento físico ha sido una herramienta fundamental para evaluar el bienestar y la salud de las personas dentro de su ciclo de vida. El indicador talla para la edad ha sido utilizada comúnmente para identificar poblaciones poco privilegiadas en su entorno económico y ambiental, ya que dicho crecimiento físico está determinado principalmente por factores ambientales como el

consumo de alimentos, las condiciones de salud y de educación, componentes de calidad de vida, por lo que a través de este indicador podemos evaluar la historia nutricional del niño. También se puede utilizar la prevalencia del retardo de la talla, como un indicador de la calidad de vida y prevalencia de anemia.

La cifra más alta para el retardo extremo en niños de 12 a 59 meses de edad se encuentra en Chalatenango con un 13%, seguido de Morazán con cifras del 7% al 14%. (11).

Según un estudio realizado por la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador sobre anemia por deficiencia de hierro en un total de 104 niños y niñas de 9 a 12 años de edad, del caserío Los Umaña en Santa Rosa de Lima, La Unión en el año 2010. Se comprobó según los resultados de hematocrito, hemoglobina, índices hematimétricos, frotis de sangre periférica y ferritina sérica (lo que indica una fase latente de la enfermedad) en un total de 2 estudiantes, lo que representa el 2% de la población en estudio presentaron déficit de hierro. (12)

Un estudio realizado por Fundación Salvadoreña para la Salud y el Desarrollo Humano FUSAL – 2012 mediante el programa Libras de Amor, demostró que un 42% de los niños del municipio de Perquín en Morazán presentan valores disminuidos de hemoglobina. (13) Hasta la fecha, no se cuenta con antecedentes de estudios realizados sobre anemia por deficiencia de hierro en la población de niños de 8 a 10 años de edad en el caserío Rancho Quemado, Municipio de Perquín, Departamento de Morazán.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

De la situación antes descrita se deriva la siguiente interrogante.

¿Qué porcentaje de niños presentan anemia por deficiencia de hierro entre las edades de 8 a 10 años que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado, Cantón Casa Blanca, municipio de Perquín, departamento de Morazán en el periodo de julio a septiembre de 2014?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

La anemia por deficiencia de hierro es la más común de las deficiencias nutricionales y es problema de gran magnitud, especialmente en los países en desarrollo. En El Salvador, esta deficiencia se presenta mayormente en niños que viven en departamentos con extrema pobreza, en áreas rurales. Es de conocimiento que durante los primeros años de vida el crecimiento y desarrollo del niño es más acelerado incrementándose así las necesidades de la disponibilidad de hierro en la dieta, cabe mencionar que si el niño presenta algún grado de deficiencia de hierro puede traer consecuencias a nivel del estado inmunológico, desarrollo físico, conducta, etc.

Los bajos niveles de ingresos económicos, educación y factores socioculturales de la mayor parte de las familias del caserío Rancho Quemado, conducen a una alimentación insuficiente y desbalanceada, cuyos efectos inmediatos son uno de los principales factores para la prevalencia de la desnutrición, que constituye la puerta de entrada a la morbilidad por deficiencia de hierro. Las manifestaciones de la pobreza sobre la situación de la niñez ejercen su mayor impacto sobre los niños poco privilegiados urbanos y principalmente sobre los pertenecientes a familias rurales.

Siendo Perquín uno de los municipios con una prevalencia de desnutrición crónica del 27.10% que lo clasifica como desnutrición alta; por lo que se ha tomado en cuenta estas estadísticas para determinar anemia por deficiencia de hierro en la población de 8 a 10 años de edad del Complejo Educativo Rancho Quemado a través de una serie de pruebas de laboratorio confirmatorias para la anemia por deficiencia de hierro, ya que ayudan a un diagnóstico acertado, favoreciendo con esta investigación a la población de niños en estudio ya que es una edad en que la demanda de nutrientes y de hierro es mayor debido a la etapa de crecimiento, y la carencia de este mineral trae consecuencias en niños de edad escolar dando lugar a una baja resistencia a infecciones, limitaciones en el desarrollo psicomotor en la función cognoscitiva de los niños incluso persistir en la edad adulta, bajo rendimiento académico, fatiga y una baja resistencia física.

Además, fue tomado en cuenta un estudio realizado anteriormente en este caserío que consistió en la determinación de valores de hemoglobina en el que los resultados indicaron que el 42% de los niños y niñas presentaron valores disminuidos.

No existen antecedentes de estudio en Rancho Quemado, municipio de Perquín sobre la deficiencia de hierro en los niños de las edades que se pretende abarcar, siendo este el primer estudio a realizarse en la zona, por lo que se tomó a bien indagar sobre la problemática en esta población.

2.0 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar anemia por deficiencia de hierro en niños de 8 a 10 años de edad que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado, Cantón Casa Blanca, municipio de Perquín, departamento de Morazán en el periodo de julio a septiembre de 2014.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ✓ Realizar Biometría completa en los niños y niñas de 8 a 10 años de edad del Complejo Educativo Rancho Quemado.
- ✓ Evaluar la actividad eritropoyética de la medula ósea a través del recuento de reticulocitos por observación microscópica.
- ✓ Determinar niveles de Hierro sérico, Capacidad de captación de hierro y Porcentaje de saturación de transferrina en los niños y niñas en estudio.
- ✓ Identificar en base a las pruebas realizadas la etapa dos de la anemia por deficiencia de hierro en los niños y niñas en estudio.

3.0 MARCO TEÓRICO.

3.1 LA SANGRE.

Es un tipo de tejido conjuntivo especializado, con una matriz coloidal líquida y una constitución compleja. Tiene una fase sólida (elementos formes), que incluye a los eritrocitos (o glóbulos rojos), los leucocitos (o glóbulos blancos) y las plaquetas, y una fase líquida, representada por el plasma sanguíneo.

La formación de las células sanguíneas tiene lugar en la médula ósea, en los adultos la hematopoyesis es exclusivamente medular, pero en la época fetal existen otros órganos con capacidad hematopoyética, como el saco vitelino, el hígado y el bazo, solo en circunstancias patológicas estos últimos dos adquieren nuevamente actividad hematopoyética. (14)

3.2 COMPONENTES DE LA SANGRE.

La sangre humana está compuesta por:

3.2.1 ERITROCITOS.

Los eritrocitos, glóbulos rojos o hematíes constituyen el tipo más abundante de células hemáticas.

Cada eritrocito da la impresión de un disco de forma bicóncavo, de 7.5micras de diámetro, 2.0 micras de espesor en su región más ancha y menos de 1 micra de espesor en su centro. Los constituyentes moleculares particulares de su membrana celular y su contenido coloidal, son los que determinan y conservan la forma característica del eritrocito. (15)

3.2.2 LEUCOCITOS.

Los leucocitos o glóbulos blancos forman parte del sistema inmunitario, y son células con capacidad migratoria que utilizan la sangre como vehículo para tener acceso a diferentes partes del cuerpo. Los leucocitos son los encargados de destruir los agentes

infecciosos y las células infectadas, y también combaten a las infecciones. Su número normal es de 5,000 a 9,000 por milímetro cúbico de sangre.

Según su morfología:

Los leucocitos se han clasificado en dos grupos:

a- Polimorfo nucleares: cuyo núcleo es lobulado y de apariencia múltiple (neutrófilos, eosinófilos y basófilos).

Neutrófilos: Son los más numerosos, ocupando entre un 55% y un 70% de los leucocitos

Eosinófilos: Constituyen entre el 1 y el 3 % del total de leucocitos

Basófilos: Constituyen el tipo de leucocitos menos abundantes de la sangre periférica, donde se hallan en proporción de 0.5 a 1 %.

b- Mononucleares: Con un núcleo único y redondeado, situado generalmente en el centro de la célula (linfocitos y monocitos). (Figura 1)

3.2.3 PLAQUETAS.

Las plaquetas o trombocitos son fragmentos citoplasmáticos pequeños, irregulares y carentes de núcleo, de 2-3 μm de diámetro, valor normal en sangre es de 150,000 a 450,000. (14) (Figura 2)

3.3 FUNCIONES DE LA SANGRE.

La sangre es el medio de transporte más importante para el organismo, mantiene la consistencia del “medio interno” (la homeostasis) y participa decisivamente en la defensa contra los agentes patógenos. Dentro de las funciones que realiza la sangre están:

a) Transporte: La sangre transporta gases como el oxígeno y el dióxido de carbono, posibilita el intercambio de sustancias entre los órganos y recibe de los tejidos los productos finales del metabolismo para transportarlos hacia el pulmón, el hígado y los riñones con fines de eliminación.

b) Homeostasis: La sangre es la responsable de la distribución equilibrada del agua entre el sistema circulatorio, las células, (espacio intracelular) y el espacio

extracelular. El equilibrio ácido-base es regulado por la sangre en conjunción con los pulmones, el hígado y los riñones.

- c) **Regulación de la temperatura corporal:** El cuerpo funciona en condiciones óptimas a una temperatura cercana a los 37 °C. Cuando la temperatura ambiental es alta, los vasos sanguíneos periféricos se dilatan y hay un mayor flujo sanguíneo a las zonas superficiales del organismo, lo que ocasiona una mayor pérdida de calor por irradiación. Cuando la temperatura externa es baja, los vasos sanguíneos se contraen y llega menos sangre a esas zonas, y las pérdidas de calor por irradiación son menores.
 - d) **Defensa:** El organismo dispone de mecanismos de defensa tanto inespecíficos como específicos contra los agentes que producen enfermedades. Entre los sistemas de defensa pueden citarse las células del sistema inmune y ciertas proteínas plasmáticas.
 - e) **Coagulación:** Este mecanismo tiene lugar gracias a las plaquetas y a una serie de factores contenidos en el plasma, constituyendo un mecanismo de defensa que impide que la sangre pueda verterse al exterior cuando a través de una herida se produce una hemorragia y se ponen en juego una serie de acciones: Hemostasia.
- (16)

3.4 ERITROPOYESIS.

La eritropoyesis es el proceso de formación de los eritrocitos, que en el adulto normal se realiza íntegramente en la médula ósea. A partir de células madre pluripotentes, mediante procesos no bien conocidos, se producen las células progenitoras morfológicamente indiferenciadas y las células precursoras ya diferenciadas. Entre las primeras se encuentran las células BFU-E (formadoras de colonias eritroides grandes y abundantes) y las CFU-E (formadoras de colonias eritroides pequeñas y escasas). (17)

Etapas de la eritropoyesis: Existe una misma célula madre para todas las células sanguíneas, ya que esta es pluripotencial y da origen a células madre comprometidas con la línea celular linfoide (denominada Unidad Formadora de Colonias Linfoides) y otras comprometidas con las líneas celulares mieloides (Unidad Formadora de Colonias

Mieloides). Esta última es la que tiene como descendientes a células madre para cada tipo de células sanguíneas, en el caso de la línea eritrocitaria esta célula madre recibe el nombre de hemocitoblasto no identificada aun. (Figura 3)

La primera célula roja identificable es el proeritroblasto, los descendientes de éstos son los eritroblastos basófilos, en los cuales comienza la síntesis de hemoglobina. La siguiente generación es la del eritoblasto policromatófilo que es la última célula que puede dividirse dando los eritroblastos ortocromáticos o normoblastos. Estas células pierden el núcleo y se diferencian convirtiéndose en reticulocitos, llamados así por el aspecto reticular de los restos de organelas y material nuclear. Los reticulocitos pasan a la sangre y es normal que sean ahí hasta el 2% de los glóbulos rojos, en 2 días más se convierten en eritrocitos maduros que permanecen en sangre durante 120 días.(Figura 4)

Regulación de la eritropoyesis: El factor específico que determina la intensidad de la eritropoyesis es la eritropoyetina, hormona de estructura glucoproteica producida en su mayor parte (85%) en las células mesangiales de los glomérulos renales y en menor medida en el hígado. El papel exacto de la eritropoyetina parece ser la de estimular la producción de proeritroblastos a partir de los hemocitoblastos o UFC- E. Los efectos de la estimulación se observan en 5 días. (18)

La producción, diferenciación y maduración de los glóbulos rojos está influenciada por sustancias como la eritropoyetina, ácido fólico, vitamina B12 y el hierro que actúan en diferentes etapas de la diferenciación de estas células. (19)

3.5 ELEMENTOS NECESARIOS EN LA PRODUCCIÓN DE GLÓBULOS ROJOS.

Eritropoyetina: Si no hay eritropoyetina se forman pocos eritrocitos en la medula ósea. En el otro extremo cuando se forman grandes cantidades de eritropoyetina hay abundante hierro y otros nutrientes necesarios para la producción de eritrocitos puede aumentar 10 o más veces con respecto a lo normal. Por lo tanto el mecanismo de la eritropoyetina para controlar la producción de eritrocitos es muy potente.

Vitaminas: Especialmente importantes para la maduración final de los eritrocitos son dos vitaminas, la vitamina B₁₂ y el ácido fólico. Ambas son esenciales para la síntesis del

ADN, porque cada una de ellas es necesaria de una forma diferente para la formación de trifosfato de timidina, uno de los bloques esenciales del ADN. Luego, la falta de B₁₂ o de ácido fólico da lugar a un ADN anormal o reducido y, en consecuencia, a que no se produzca la maduración o división nuclear. Además, las células eritroblásticas de la medula ósea, además de no proliferar con rapidez, producen sobretodo eritrocitos mayores de lo normal llamados macrócitos, y la propia célula tiene una membrana frágil y es a menudo irregular, grande y oval en lugar de disco bicóncavo habitual. Estas células mal formadas, tras entrar a la circulación, son capaces de transportar oxígeno normalmente, pero su fragilidad les corta la vida a la mitad o un tercio de lo normal. Luego se dice que la deficiencia de B₁₂ o de ácido fólico provoca un fallo en la maduración en el proceso de la eritropoyesis.

Nutrientes: Importante también es que a la molécula de hemoglobina no le falte el hierro, que da lugar a la unión con el oxígeno (20) (Figura 5)

3.6 LA MOLÉCULA DE HEMOGLOBINA.

La molécula de hemoglobina es una proteína conjugada.

Estructura: La molécula de hemoglobina está formada por: 4 cadenas de globina iguales (son dos pares de dímeros, cada par posee idéntica estructura primaria). 4 moléculas de hemo o Protoporfirina IX. 4 átomos de hierro en estado ferroso que, combinadas con protoporfirina IX, forman las cuatro moléculas de hemo. 1 molécula de 2,3 difosfoglicerato, (2-3 DPG) ubicada en el centro de la unidad de hemoglobina. (Figura 6)

Biosíntesis: La biosíntesis del hemo se produce en la mitocondria y el citoplasma de los precursores del eritrocito, del pronormoblasto al reticulocito en la medula ósea. Los eritrocitos maduros no pueden producir hemoglobina debido a que pierden su mitocondria y la capacidad para utilizar el ciclo del ácido tricarbóxico necesario para la síntesis de hemoglobina.

La biosíntesis del hemo comienza con la condensación de la glicina y la succinil coenzima A (CoA), catalizada por la ácido aminolevulínico (ALA) sintetasa para formar ALA. La ALA sintasa requiere piridoxal 5- fosfato como cofactor. Esta vía continua hasta que en el

último paso de la producción final del hemo el Fe^{2+} se combina con la Protoporfirina IX en presencia de la ferroquelatasa para producir hemo.

La transferrina, una proteína plasmática, transporta hierro en estado férrico (Fe^{2+}) para producir eritrocitos. El hierro se dirige a través de la membrana eritrocitaria hacia la mitocondria y se une a la Protoporfirina IX para producir hemo. Este abandona la mitocondria y se une a las cadenas de globina en el citoplasma.

Hemoglobina: En condiciones normales la síntesis de hemoglobina esta estimulada por la hipoxia tisular. Esta provoca que el riñón produzca cantidades mayores de eritropoyetina, que estimulan la producción de hemoglobina y eritrocitos.

Las funciones de la hemoglobina son: La unión de las moléculas de oxígeno fácilmente en los pulmones (que requiere una afinidad elevada por el oxígeno), el transporte de oxígeno y su liberación a los tejidos (que precisa una afinidad baja por el oxígeno). Cada uno de los cuatro átomos de hierro en una molécula de hemo puede unir de manera reversible una molécula de oxígeno, lo que genera la oxigenación (no oxidación) de la hemoglobina.

3.7 ANEMIA.

Estado en el cual hay una reducción mayor del 10% del valor normal en el número total de eritrocitos, la cantidad de hemoglobina circulante y la masa eritrocitaria en un paciente de acuerdo a la edad, sexo, raza y altura sobre el nivel del mar. (16)

La OMS desde 1972 establece los valores por debajo de los cuales la anemia es probable; estos valores son.

Tabla 1: Valores de hemoglobina según la edad y sexo. (14)

GENERO	VALOR DE LA HEMOGLOBINA
HOMBRES Y MUJERES POSTMENOPAUSICAS	DE 13 g/dl
MUJERES EN EDAD GESTACIONAL	DE 12 g/dl
EMBARAZADAS	DE 11 g/dl
NIÑOS (1 A 12 AÑOS)	DE 12 g/dl

Fuente: Wikipedia la enciclopedia libre. La sangre

3.7.1 CLASIFICACIÓN DE LA ANEMIA.

La anemia se puede clasificar de dos formas:

La clasificación etiológica o etiopatogénica que se refiere al porque se produce.

La clasificación morfológica según características.

MORFOLOGICA.

Las causas que nos pueden llevar a una anemia están relacionadas con la forma y el tamaño de los glóbulos rojos.

Por lo tanto, el tamaño de los eritrocitos será diferente según el tipo de anemia al que nos enfrentemos, así se distinguen:

- a-** Anemia normocítica.
- b-** Anemia macrocítica.
- c-** Anemia microcítica.

Tendremos en cuenta valores como son los de HCM (hemoglobina corpuscular media) CHCM (concentración de hemoglobina corpuscular media) VCM (volumen corpuscular medio). (21)

A) ANEMIA NORMOCÍTICA.

El volumen corpuscular medio (VCM) es de 80 a 94 fl, la HCM es de 27 a 32 pg y la CHCM de 32 a 36 g/dl, deben examinarse los eritrocitos en un extendido para descartar la presencia bimodal de macrocitos y microcitos que originan el rango medio normal.

B) ANEMIA MACROCÍTICA

El VCM es mayor de 94 fl la CHCM es mayor de 32 g/dl, los glóbulos rojos aparecen con un tamaño superior al normal, teniendo un volumen.

C) ANEMIA MICROCÍTICA HIPOCRÓMICA.

Se caracteriza por un VMC menor de 80 fl, y por un CHCM menor de 32 g/dl, con células pequeñas que tiene aumento de la palidez central en el extendido.

Las anemias microcíticas por lo general son consecuencia de una anomalía en la síntesis de la hemoglobina, ferropenia, deficiencia de la síntesis del hemo, deficiencia en la síntesis de hemoglobina y enfermedades crónicas. La anemia microcítica se produce por un nivel de hierro insuficiente para mantener la eritropoyesis normal y se caracteriza por resultados anormales en los estadios del hierro. El desarrollo temprano de una anemia microcítica puede indicar depleción de depósitos de hierro, pero sin desarrollo de una anemia evidente. (16) (Figura 7)

3.8 ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO.

La deficiencia de hierro se produce cuando el nivel de ingestión de este mineral es inadecuado para satisfacer las necesidades de un eritron en desarrollo. (16)

3.8.1 ETAPAS DE LA ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO.

La deficiencia de hierro se da en tres etapas:

- 1- En la fase inicial o pre latente los depósitos de hierro se agotan, dentro de esta etapa los demás parámetros están dentro de lo normal. Esta etapa se denomina deficiencia de hierro. Ocurre un aumento de la absorción del hierro y los valores de saturación de la transferrina no se modifican.
- 2- La segunda fase consiste en una disminución del hierro sérico, con aumento de la capacidad de unión con el metal, pero sin evidencia de anemia. Esta etapa se denomina deficiencia de hierro con alteración de la eritropoyesis o deficiencia eritropoyética. En esta fase hay disminución del hierro transportado por la transferrina en el plasma hacia la medula ósea y se identifica por la disminución de la concentración del hierro en el plasma a cifras menores de 50µg/dl, aumento de la concentración de transferrina, disminución del porcentaje de saturación de la transferrina con hierro.

- 3- Por último, en la tercera fase disminuye la síntesis de hemoglobina y así surge una anemia franca. Esta etapa se denomina anemia ferropriva. Solo en esta fase aparece la anemia, la cual en su primera etapa es normocítica y normocrómica, luego es normocítica hipocrómica y por último se transforma en microcítica e hipocrómica. El grado de anemia dependerá del grado de desbalance entre el hierro eliminado y el hierro absorbido.

3.8.2 CAUSAS DE ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO.

Son muchas las causas que pueden provocar deficiencia de hierro y posteriormente el desarrollo de la anemia por deficiencia de hierro. A continuación enumeramos las principales:

Nutricionales: La deficiencia de hierro en los alimentos no es causa de anemia en los adultos, pero si puede producirse en la lactancia, periodo en el que las necesidades diarias del mineral no son satisfechas por los productos lácteos, por lo que resulta esencial su suplencia en la alimentación. En la niñez, en la adolescencia y en el embarazo, se aumenta la necesidad diaria y si bien las deficiencias alimentarias pueden ser un factor de influencia. De acuerdo a los requerimientos de hierro por el organismo humano según la edad y el sexo, se puede identificar las etapas de la vida donde hay mayor o menor vulnerabilidad para desarrollar la deficiencia de hierro. Las etapas más vulnerables son los niños de 3 años y la mujer durante su época menstrual. Siguen en orden de vulnerabilidad; la época de la pubertad, los niños entre los 3 y 10 años, la mujer menopáusica y finalmente el hombre adulto. (22)

Ingestión inadecuada: La anemia por deficiencia de hierro puede aparecer cuando el eritrón pierde hierro con lentitud. Cada día se pierde alrededor de 1mg de hierro del organismo, sobre todo en las mitocondrias de la piel y el epitelio intestinal descamados. Debido a que el organismo se esfuerza por conservar todo el hierro de las otras células envejecidas, incluidos los eritrocitos, la ingestión de 1 mg de hierro en la dieta diaria mantiene el equilibrio férrico y cumple las necesidades para la producción de eritrocitos. Cuando la deficiencia de hierro de dieta es constante las reservas corporales continúan en disminución. Por último la producción de eritrocitos se demorará debido a la incapacidad

para producir hemoglobina. Dado que cerca del 1% de las células mueren en forma natural cada día, la anemia se hará evidente cuando la tasa de producción no pueda reemplazar está perdida.

Aumento de los requerimientos: La deficiencia de hierro también puede producirse cuando el nivel de ingestión es inadecuado para satisfacer las necesidades de un eritrón en desarrollo. Esto ocurre en los periodos de crecimiento rápido, como la infancia y la adolescencia.

Perdida crónica: Tiene lugar con la pérdida excesiva de hemoglobina del cuerpo. Esto se produce con las hemorragias o la hemolisis lenta. Cualquier cuadro en el que haya una perdida lenta y leve de eritrocitos, puede producir deficiencia de hierro. (23)

Mención especial merecen los parásitos intestinales, los cuales provocan pérdida de sangre, sea por ser hematófagos como ocurre con los anquilostomas, o por provocar lesión de la mucosa como es el caso de *Trichuris trichiura*. La pérdida de sangre por los anquilostomas es proporcional al número de parásitos y a la cantidad de huevos por gramo de heces. Siendo más voraz *Anquilostoma duodenale*.

Disminución de la absorción: La aquilia gástrica disminuye la absorción del hierro bajo la forma férrica que es la que proviene de los alimentos de origen vegetal, en cambio no afecta la absorción del hierro hémico ni de las sales ferrosas.

3.8.3 MANIFESTACIONES CLÍNICAS DE LA ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO.

La enfermedad puede manifestarse de muy diversas formas; con una importante depleción de hierro, incluso con anemia moderada, en una persona asintomática; con signos iniciales atribuibles a un proceso oculto; o el paciente que acude al médico por primera vez con molestias inespecíficas atribuibles a la anemia, tales como fatiga, disminución de la tolerancia al ejercicio, debilidad, palpitaciones y cefalea.

Las manifestaciones clínicas son debidas en parte a la anemia y en parte a la falta de hierro tisular; en cuanto a los síntomas y signos por anemia los hallazgos suelen ser inespecíficos

e insidiosos y corresponden más al síndrome anémico que acompaña la enfermedad, con palidez, fatiga y palpitaciones, uñas quebradizas.

En cuanto a los signos y síntomas por falta de hierro tisular se puede presentar; la pica, o sea el deseo irrefrenable de ingerir sustancias comestibles de escaso o nulo valor nutricional, tales como almidón, hielo, tierra o arcilla. (Figura 8)

Entre otros hallazgos que pueden presentarse en los pacientes con deficiencia de hierro merecen mención especial los siguientes; los niños con anemia ferropénica de larga duración, experimentan cambios en el esqueleto muy semejantes a los observados en las anemias hemolíticas, debido a la expansión de la médula ósea pudiendo observarse disminución del espesor de las tablas óseas y aumento del tejido esponjoso, también pueden presentar trastornos para el aprendizaje. (22)

No obstante, puesto que estos cambios pueden ocurrir gradualmente, pueden ser difíciles de detectar. Otros síntomas habituales de la anemia incluyen irritabilidad, mareo, sensación de vacío en la cabeza. (16)

3.9 EL HIERRO Y SU METABOLISMO.

3.9.1 EL HIERRO.

El hierro (Fe) es un micro mineral importante para la vida, aunque se encuentre en muy poca proporción en el cuerpo humano. Es primordial en el transporte de oxígeno, junto con el proceso de respiración celular. Es uno de los minerales que mayores carencias provoca, especialmente entre mujeres en edad fértil, por ello, las necesidades son mayores en mujeres, y es que la carencia de hierro provoca un tipo de anemia concreto.

Existen dos formas químicas de encontrar el hierro en los alimentos:

a- Hierro hemo

b- Hierro no hemo.

La absorción de hierro hemo, es de aproximadamente la cuarta parte y este hierro es el que se encuentra en los alimentos de origen animal. La forma no hemo, presente en los alimentos vegetales, se absorbe en muy baja cantidad (3-8%). (24)

En el organismo, los compuestos que contienen hierro pueden ser agrupados en dos categorías: aquellos que llenan funciones metabólicas y aquellos que constituyen una reserva corporal. (25)

a- HIERRO NO HÉMICO.

El no hémico es de origen vegetal, es absorbido entre un 3% y un 8% se encuentra en las legumbres, verduras de hojas verdes, salvado de trigo, frutos secos, vísceras y yema de huevo.

Para mejorar la absorción del hierro no hémico siempre es bueno consumir conjuntamente alimentos que contengan vitamina C. (26)

b- EL HIERRO HÉMICO.

Es de origen animal, y se absorbe en un 20 a 30%.y su principal fuente son las carnes rojas.

El hierro hémico es soluble en medio alcalino; por lo tanto no son necesarias proteínas enlazadoras para su absorción luminal. Sigue aparentemente una sola vía que envuelve la captación intacta del complejo hierro-porfirina (hem).

Es claro entonces, que la biodisponibilidad del hierro en el organismo es afectada por la absorción intestinal y el metabolismo del hierro absorbido.

La regulación de la absorción del hierro no hémico resulta de una modulación integrada de a captación, la transferencia y el almacenaje del hierro por la mucosa. (23)

3.9.2 DISTRIBUCIÓN DEL HIERRO

Los compuestos que contienen hierro en el organismo son de dos tipos, compuestos que sirven para funciones metabólicas o enzimáticas y compuestos que sirven como formas de almacenamiento de hierro.

La primera categoría comprende la hemoglobina, mioglobina, citocromos y otras proteínas que sirven para el transporte y utilización del oxígeno.

El segundo grupo está la ferritina y hemosiderina.

La hemoglobina constituye la principal fracción de hierro corporal, una vez que el hierro se incorpora a la hemoglobina permanece en ella hasta que el eritrocito es removido de la circulación y la hemoglobina es degradada en los macrófagos del bazo y el hígado. Cerca del 85% de hierro se deriva del catabolismo de la hemoglobina que se recicla rápidamente al plasma, donde queda ligado a la proteína de transporte llamada transferrina y destinado a la medula eritroide para la síntesis del hem.

La ferritina constituye la forma más importante de almacenamiento del hierro y se encuentra por lo regular en la medula ósea, bazo e hígado, su síntesis es directamente proporcional a la cantidad de depósitos de hierro destinado a la hematopoyesis y es una forma de hierro de fácil disposición.

3.9.3 EL HIERRO DE LA DIETA.

Para que el balance del hierro sea mantenido, deberá absorberse de la dieta cantidades suficientes para compensar la pérdida diaria. Para satisfacerla es necesario considerar la concentración del hierro en la dieta y su biodisponibilidad. La absorción intestinal del hierro, varía con el estado nutricional. (23)

El cuerpo humano necesita hierro para producir las proteínas hemoglobina y mioglobina que transportan el oxígeno. La hemoglobina se encuentra en los glóbulos rojos y la mioglobina en los músculos.

Fuentes alimenticias: Las mejores fuentes de hierro abarcan: Legumbres secas, frutas deshidratadas, huevos (especialmente las yemas), cereales fortificados con hierro, hígado, carne roja y magra (especialmente la carne de res), ostras, carne de aves, carnes rojas oscuras, salmón, atún, granos enteros. (27)

La biodisponibilidad de hierro en la dieta está clasificada en subcategorías: “baja biodisponibilidad”, “intermedia biodisponibilidad” y “alta biodisponibilidad”, con promedio de absorción de la mezcla de hierro hémico y no-hémico de aproximadamente 5, 10 y 15% respectivamente, en individuos sin reservas de hierro pero con mecanismos normales de transporte.

Las tres categorías pueden definirse como sigue:

- a-** Dieta de baja biodisponibilidad (absorción de \pm 5% de hierro).

Esta es una dieta simple, monótona conteniendo cereales, raíces, y/o tubérculos y cantidades insignificantes de carne, pescado o alimentos ricos en ácido ascórbico.

b- Dieta de biodisponibilidad intermedia (absorción de $\pm 10\%$ de hierro).

Esta dieta consiste principalmente de cereales, raíces, y/o tubérculos y cantidades muy pequeñas de alimentos de origen animal y/o de ácido ascórbico.

c- Dieta de alta biodisponibilidad (absorción de $\pm 15\%$ de hierro).

Esta es una dieta diversificada, conteniendo cantidades generosas de carne, aves, pescado y/o alimentos que contienen cantidades altas de ácido ascórbico. Este tipo de dieta es común en las poblaciones de países industrializados.

3.9.4 ABSORCIÓN DE HIERRO.

La absorción de hierro de la dieta está determinada por la cantidad y forma química del mismo, la magnitud de las reservas fisiológicas, y por la presencia de factores que la estimulan o inhiben. El hierro de la dieta está presente como hierro hémico, contenido en hemoglobina y mioglobina y por lo tanto presente en carnes y productos que contengan sangre, o como hierro inorgánico que se encuentra en todos los alimentos formando sales con diferentes aniones presentes en los alimentos.

La absorción es definida como el movimiento de hierro desde el lumen intestinal, a través de las células del epitelio intestinal, hasta la circulación. (23)

La absorción del hierro inorgánico (no hémico) de la dieta es influenciada por la cantidad y forma química del mismo y la contribución en la dieta, de factores que aumentan y/o inhiben su absorción.

Las carnes son importantes en la dieta, por su contribución directa con cantidades apreciables de hierro hémico. Otro factor importante que estimula la absorción del hierro inorgánico es el ácido ascórbico (Vitamina C). En países en vías de desarrollo, como El Salvador donde la ingesta de carne es baja, el ácido ascórbico es el único factor importante

para incrementar la absorción del hierro inorgánico. Cantidades tan pequeñas como 50 mg en una comida, que pueden provenir de vegetales o frutas, llegan a duplicar la absorción aparente del hierro de la dieta. (26)

La absorción del hierro envuelve al menos dos pasos diferentes:

Captación del hierro del lumen a la mucosa intestinal, y transferencia a través de las membranas mucosa y serosa de la célula intestinal a la circulación. (23) (Figura 9)

3.9.5 BALANCE DE HIERRO.

Una característica distintiva del metabolismo del hierro es la capacidad del organismo de conservarlo y reutilizarlo una vez que haya sido absorbido. La cantidad de hierro en el cuerpo se mantiene normalmente entre 6 límites estrechos en las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo. Esto se lleva a cabo por la regulación de la transferencia de hierro a través de la placenta en la etapa fetal, y posteriormente por la regulación a través de la mucosa intestinal. (28)

En el hombre el balance del hierro depende de tres factores:

- Las necesidades de hierro para la producción de hemoglobina.
- Las pérdidas de hierro por procesos fisiológicos y patológicos.
- La cantidad de hierro ingerida y absorbida por el intestino.

Las necesidades de hierro son máximas cuando hay expansión de los tejidos y de la masa de los hematíes como ocurre en la primera infancia, la niñez y el embarazo.

3.9.6 LOS FACTORES ALIMENTARIOS QUE AFECTAN LA ABSORCIÓN DEL HIERRO.

En condiciones normales el intestino se encarga de regular la absorción del hierro y también influye en ésta el estado de los depósitos. Sin embargo, hay algunos factores alimentarios que pueden facilitar o inhibir la disponibilidad del mineral, como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2: Factores que inhiben o facilitan la disponibilidad del hierro en el organismo(23)

FACTORES FACILITADORES	FACTORES INHIBIDORES
Hierro Hem	Sustancias alcalinas
Vitamina C	Fosfatos
	Fibra alimenticia
	Taninos
	Oxalatos

Fuente: Ota Prezyi J. El Hierro

4.9.7 CONSECUENCIAS DE LA ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO.

Las manifestaciones de la carencia de hierro derivan de aquellas propias de la anemia, y de otras no hematológicas causadas por una mala función de las enzimas hierro dependiente. Se han descrito alteraciones de la capacidad de trabajo físico y de la actividad motora espontánea, alteraciones de la inmunidad celular y de la capacidad bactericida de los neutrófilos, una mayor susceptibilidad a las infecciones especialmente del tracto respiratorio, disminución de la termogénesis, alteraciones funcionales e histológicas del tubo digestivo, falla en la movilización de la vitamina A hepática, menor transferencia de hierro al feto, alteraciones conductuales y del desarrollo mental y motor, velocidad de conducción más lenta de los sistemas sensoriales auditivo y visual. (29)

Durante los primeros dos años de la vida, cuando se presenta la anemia deficiencia de hierro, el riesgo de una alteración funcional es alto, debido a que el cerebro pasa después del nacimiento por cambios anatómicos y bioquímicos acelerados, que aumentan su vulnerabilidad. Varias semanas después del nacimiento ocurre un periodo de acelerada formación sináptica q llega a un pico máximo, que varía en el tiempo de acuerdo con la región cerebral, entre los tres meses y los tres años de edad. Los cambios iniciales más rápidos se experimentan a nivel de la corteza auditiva, mientras que en la corteza frontal ocurren al final del segundo año. (25)

La captación de hierro en el cerebro es máxima durante el periodo de rápido crecimiento neuronal. Sin embargo, la captación de hierro en el cerebro continúa durante toda la vida, la cual es homogénea y es seguida por una redistribución a los ganglios basales. La

transferrina es responsable de la distribución de hierro en el cerebro a través de la barrera hematoencefálica vía receptores de transferrina expresados en las células endoteliales de la microvasculatura cerebral. (30)

El tipo de célula predominante que contiene hierro en el cerebro humano es el oligodendrocito. Estas células son responsables de la producción de mielina, y por lo tanto las alteraciones en el funcionamiento de estas células están asociadas con hipomielinación. La falla en la distribución de hierro a estas células durante periodos particulares de temprano desarrollo cerebral podría estar causalmente relacionada al retraso en la maduración motora y probablemente alteraciones conductuales en humanos jóvenes.

La anemia tiene serias consecuencias en la calidad de vida. Estas repercusiones están ligadas a la disminución de la eficiencia de transporte de oxígeno a los diferentes tejidos del cuerpo, que es una función prioritaria del organismo. (31)

En la edad escolar, los niños son uno de los grupos más vulnerables a la deficiencia de hierro, debido al rápido período de crecimiento cerebral, en especial durante los primeros años de vida.

La importancia consiste que cuando ocurre un déficit de hierro cerebral en etapas tempranas, los daños ocurridos persisten en la etapa adulta, más allá de la recuperación de la anemia durante los primeros meses de vida. Estas alteraciones cerebrales se reflejan a largo plazo en un retraso del desarrollo mental y físico de los niños que han tenido anemia, y como consecuencia un menor desempeño escolar. (32)

Los bajos niveles de hierro son una causa importante de disminución del período de atención, reducción de la lucidez mental y problemas de aprendizaje, tanto en niños pequeños como en adolescentes. (27)

3.10 PRUEBAS DE LABORATORIO PARA DIAGNÓSTICO DE ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO.

3.10.1 HEMOGRAMA.

Consiste en la medición del tamaño, el número y la madurez de las diferentes células sanguíneas en un volumen de sangre específico.

Muestra requerida: Sangre venosa recolectada en tubo tapon morado con anticoagulante EDTA.

Para la determinación del hemograma completo no es necesario que el paciente este en ayuno.

3.10.2 HEMATÓCRITO.

El hematócrito es el volumen de eritrocitos expresados en porcentaje del volumen de sangre como una fracción del volumen de sangre, para determinar si un paciente presenta o no anemia.

Muestra requerida: Sangre venosa con EDTA o sangre capilar tomada directamente en tubos capilares eparinizados.

Fuentes de error:

Dejar transcurrir el tiempo sin hacer la lectura.

Formación de burbujas en el plasma.

Centrifugación inadecuada.

Instrumento de lectura en malas condiciones o deteriorados

VALORES DE REFERENCIA:

Niños: 33% - 38%

3.10.3 HEMOGLOBINA.

Propósito: Evaluar la presencia y la severidad de la anemia. Este método consiste en efectuar una dilución exacta de sangre en una solución que contiene ferrocianuro de potasio, que convierte la hemoglobina en cianometahemoglobina y se compara colorimétricamente con una solución patrón de cianometahemoglobina de concentración exacta y estable.

Muestra requerida: Sangre venosa con EDTA o sangre capilar.

El límite inferior de la normalidad, en niños de 2 a 9 años es de 12 g/dL e inferior en los de menor edad.

En una anemia por deficiencia de hierro encontraremos:

Recuento de plaquetas: normal o elevado.

Recuento leucocitario: normal.

Hemoglobina y el hematocrito: disminuidos. (33)

Fuentes de error:

Toma inadecuada de muestra.

Coagulación de la sangre.

Mezclar incorrectamente de la muestra.

Errores de pipeteado o dilución

3.10.4 ÍNDICES HEMATIMÉTRICOS.

Los valores de eritron circulante incluyen la determinación del número de eritrocitos por milímetro cúbico, el índice hematocrito y la determinación de hemoglobina. Estos datos nos permiten calcular los índices hematimétricos de gran valor para el diagnóstico, clasificación y tratamiento de las anemias. Los índices hematimétricos absolutos son: La hemoglobina corpuscular media (HbCM) que es la cantidad de hemoglobina corpuscular media correspondiente a un eritrocito, expresada en microgramos. El volumen corpuscular medio (VCM) que es el volumen medio de un eritrocito expresado en micras cúbicas. La concentración de hemoglobina corpuscular media (CHbCM) que es la relación entre la cantidad de hemoglobina y el hematocrito, es decir la proporción de Hb contenida por unidad de volumen y expresada en tanto por ciento.

A) VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO (VCM).

Permite una orientación diagnóstica de la anemia, ya que informa sobre el volumen de los eritrocitos, clasificándolos como microcíticos, si son más pequeños de lo normal, o macrocíticos, más grandes de lo normal. Se calcula dividiendo el hematocrito entre las primeras dos cifras el número de eritrocitos, multiplicándolo por 10 y se expresa en femtolitros (fl).

$VCM = Ht \% \text{ Recuento de eritrocitos (dos primeras cifras)} \times 10$

Valores de referencia: 80 – 100 fl.

En la anemia por deficiencia de hierro el volumen Corpuscular Medio (VCM): Disminuido.

Los valores normales durante la infancia son variables y distintos a los del adulto.

B) HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA (HCM).

Es el valor medio del contenido de Hb por cada eritrocito. Se determina dividiendo la concentración de Hb entre las dos primeras cifras número de eritrocitos por 10. Se expresa en picogramos (pg).

Esta disminuido en el déficit de hierro o en las talasemias y se expresa en picogramos.

$HCM = Hb \text{ g/dl} / \text{Recuento de eritrocitos (dos primeras cifras)} \times 10$

Este debe ser el único que se emplea para referirse a la cantidad de hemoglobina contenida en cada eritrocito, es decir, se hablara de hipocromía.

Valor de referencia: 27-32 pg en adultos, es niños es de 27 a 30 pg

C) CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA (CHCM).

Corresponde a la Hb por cada litro de sangre, sin tener en cuenta el plasma (solo eritrocitos). Se obtiene de dividir la Hb entre el hematocrito y multiplicarlo por 100 se expresa en g/dl en la anemia por deficiencia de hierro la Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) estará disminuida.

$CHbCM = Hb \text{ g/dl} / Ht \% \times 100. (34)$

Valor normal:

Adultos: 32-38%

Niños: 34-41%

3.10.4.4 FROTIS DE SANGRE PERIFÉRICA.

El frotis es la extensión de sangre sobre una lámina y permite el estudio de la morfología de los elementos de la sangre. Se comprueban las alteraciones del

tamaño de los eritrocitos, reflejadas en los índices eritrocitarios, como la micrócitosis y macrócitosis por el VCM y la anisocitosis. En la anemia por deficiencia de hierro los eritrocitos son pálidos y se denominan hipocrómicos debido a una disminución del contenido de Hb del eritrocito, HCM baja, por déficit de hierro. Si tienen una tonalidad gris azulada se denomina policromasía.

Propósito: Observación detallada de todos los elementos de la sangre, con el fin de evaluar la condición hematológica del paciente.

Morfología eritrocitaria en una anemia por deficiencia de hierro: hipocromía, macrócitosis, ovalocitosis, policromatofilia, punteado basófilo (eventualmente).

Muestra requerida: Frotis de sangre periférica coloreado con Wrigh.

Fuentes de error:

Observar los elementos celulares en la parte más gruesa del frotis.

Coloración defectuosa del frotis.

Observar el extendido con un objetivo diferente al de inmersión.

Equipo en mal estado.

Aceite de inmersión de mala calidad o en malas condiciones.

3.11 RETICULOCITOS.

Permite también orientar el diagnóstico porque valora la producción de eritrocitos y así se clasifican las anemias en regenerativas o arregenerativas. Se determinan por recuento directo en el frotis mediante una tinción con azul de cresil brillante. Se expresan en porcentaje sobre el número de eritrocitos, lo normal es de 0.5-1.5 %

Propósito: Evaluar el funcionamiento de la médula ósea ya que los reticulocitos son glóbulos rojos jóvenes que constituyen un índice de la respuesta eritropoyética. (Figura 10)

Valores de referencia:

Muestra: Sangre venosa con EDTA o sangre capilar.

Fuentes de error:

No incubar los capilares a 37°C.

Colorante con precipitados.

Observar en campos donde los eritrocitos no estén uniformemente distribuidos.

VALORES NORMALES:

Hombres: 0.6-2.6%

Mujeres: 0.4-2.4%

Recién nacidos: 2.5-6.5%. (33)

3.12 HIERRO SÉRICO.

El hierro es un mineral necesario para el transporte de oxígeno mediante la hemoglobina de los glóbulos rojos, la producción de energía en el organismo y numerosas otras funciones en los órganos del cuerpo humano. Un 70% del hierro se encuentra ligado a la hemoglobina de los eritrocitos; el 30% restante permanece unido a proteínas como la transferrina y la ferritina.

Así, el hierro sérico es una medición de la cantidad de hierro unido a la transferrina.

Los niveles de hierro son más altos en la mañana, el mejor momento para hacer este examen.

Muestra requerida: Sangre completa recolectada en un tubo tapon rojo, sin anticoagulante.

El paciente debe estar en completo ayuno de 12 horas.

Estabilidad de la muestra: el hierro sérico en suero es estable 4 días a temperatura ambiente y aproximadamente 7 días de 2-8°C.

Fuentes de error:

No estar en ayuno.

Todos materiales utilizados para la realización de la prueba deben ser nuevos.

Reactivo contaminado.

Valores de referencia:

Hombres 65 – 170 $\mu\text{g}/\text{dl}$

Mujeres: 50 - 170 $\mu\text{g}/\text{dl}$

Niños: 50 – 120 $\mu\text{g}/\text{dl}$

3.13 CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DEL HIERRO.

La transferrina es la principal proteína del plasma, transportadora de hierro. Su concentración se correlaciona con la capacidad total de fijación del hierro sérico. La medición de la transferrina en suero y en otros fluidos ayuda en el diagnóstico diferencial de desnutrición y desordenes de los glóbulos rojos, tales como anemia por deficiencia de hierro, la cual es utilizada en el monitoreo del tratamiento. En la anemia por deficiencia de hierro, los niveles de transferrina están aumentados debido al aumento en la síntesis. Al medir la capacidad de fijación de hierro (TIBC) de una muestra sanguínea, se mide principalmente la capacidad de fijación de la transferrina. Así, la TIBC es una medida precisa, aunque indirecta, de la transferrina. Normalmente si hay un nivel de hierro bajo en la sangre, la TIBC tiende a aumentar, pues por así decirlo, la transferrina "está hambrienta de hierro". En cambio, si los niveles de hierro en la sangre son altos, la TIBC más bien puede bajar pues la transferrina está saturada de hierro.

Muestra requerida: Sangre completa recolectada en un tubo tapon rojo, sin anticoagulante.

El paciente debe estar en completo ayuno de 12 horas.

Estabilidad de la muestra: el hierro serico en suero es estable 4 días a temperatura ambiente y aproximadamente 7 días de 2-8°C.

Fuentes de error:

No estar en completo ayuno.

Todos materiales utilizados para la realización de la prueba deben ser nuevos.

Reactivo contaminado.

Valores de referencia:

Hombres: 250 – 450 µg/dl

Mujeres: 250 - 450 µg/dl

Niños: 250 - 400 µg/d . (27)

3.14 ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO

En el año 2010 en Tegucigalpa, Honduras se realiza estudio sobre la deficiencia de hierro en escolares del primer grado de escuelas públicas. La media en el grupo de los niños casos fue de 6.4% y en las niñas de 6.2% años las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Se encontró que fue menor el puntaje en aprendizaje y memoria en niños con ferritina baja que los que tenían ferritina normal, ambos grupos sin anemia, y las diferencias fueron estadísticamente significativa y no en los puntajes de atención ya que no se encontraron diferencias significativas entre los grupos. (35)

Se estudia en el 2010 la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro y consumo de alimentos fuentes de hierro en los niños escolares especiales del instituto de educación especial de la Ciudad de Ibarra en Ecuador en el periodo de Enero a Noviembre en los escolares que pertenecen a este Instituto de Educación Especial, el cual está conformado por el 59% de niños y el 41% de niñas. Se encontró una prevalencia de anemia del 13%, de los cuales el 7% son de sexo masculino y el 6% son de sexo femenino. (36)

En España se calcula en el 2010 la prevalencia de la deficiencia de hierro en la población, especialmente en los niños en España. Se exponen las recomendaciones actuales de ingesta media diaria de hierro y los aspectos más relevantes del metabolismo del hierro desde el punto de vista clínico. Los resultados indican también una mayor prevalencia de ferropenia en el grupo de riesgo, el de los preadolescentes, cuya afectación alcanza un 15%. (37)

En El Salvador, en el departamento de Santa Rosa de Lima se determina la presencia de Anemia por deficiencia de hierro en niños de 9 a 12 años de edad del Centro Escolar Caserío los Umaña de Santa Rosa de Lima La Unión en el periodo de Julio a

Septiembre de 2010. Donde a un total de 104 estudiantes, de los cuales 2 resultaron con anemia por Deficiencia de Hierro, lo que equivale a un 2 % de la población estudiada. (12)

En el 2011 Se realiza estudio sobre anemia por deficiencia de hierro en escolares y adolescentes de 8 a 16 años en un centro escolar de Nicaragua. En este estudio, la prevalencia de Anemia por deficiencia de hierro fue de un 22.5% de los escolares y adolescentes en estudio, lo que equivale a 18 escolares. Del grupo total de los anémicos deficientes de hierro el 28.6% pertenecen al grupo etario de 11 a 13 años seguido con el 17.9% los de 8 a 10 años y por ultimo con el 16.7% los de 14 a 16 años. Los de mayor prevalencia de Anemia por deficiencia de hierro fueron los del sexo masculino con un 25%, que equivalen a 11 escolares y adolescentes; y con el 19.4% las del sexo femenino. (10)

En el 2011 Se estudia la deficiencia de hierro, folatos y vitamina B₁₂ en niños de las escuelas públicas de Tegucigalpa, muestreo por conglomerado para una muestra de 450 niños. Uno de cada cien tenían deficiencia de ferritina acompañado de deficiencia de vitamina B₁₂, cinco de cada cien tenía solo deficiencia de ferritina y ocho de cada cien tenía únicamente deficiencia de vitamina B₁₂ y el 14.3% de los escolares tenían al menos un tipo de deficiencia de vitamina B₁₂ o/y de Ferritina. (38)

En el 2012 Mediante el programa de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición se lleva a cabo un estudio en El Salvador, donde se busca determinar el porcentaje de anemia en el país. La muestra para determinar anemia se tomó de manera universal en 35, 365 niños y adolescentes participantes en la ENSANUT 2012. La prevalencia de anemia disminuyo en niños de 1 a 2 años de edad desde 54.9% en 1999, a 41.6% en 2006 y hasta 38.3% en 2012, es decir 1.28 puntos porcentuales por año. En niños menores de cinco años disminuyo desde 31.6% en 1999 a 26.8 en 2006 hasta 23.3% en 2012. En escolares la prevalencia disminuyo desde 15.2% en 1999 a 13.1% en 2006 (39)

En El Salvador en agosto del 2013, a través del Ministerio de Salud (MINSAL), distribuyen por primera vez en el país sobres de micronutrientes en polvo como parte de la estrategia de reducción de la anemia en la población infantil. Los niveles de anemia en niños particularmente los más pequeños, siguen siendo un problema de salud pública grave llegando a ser hasta de 42% en los niños de 12 a 17 meses. (33)

4.0 SISTEMA DE HIPÓTESIS.

4.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO.

Hi: El porcentaje de anemia por deficiencia de hierro en niños de 8 a 10 años de edad que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado es mayor al 3%.

4.2 HIPÓTESIS NULA.

Ho: El porcentaje de anemia por deficiencia de hierro en los niños de 8 a 10 años de edad que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado es menor o igual al 3%.

4.3 UNIDAD DE ANÁLISIS.

Niños de 8 a 10 años que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado.

4.4 VARIABLE.

Anemia por deficiencia de hierro.

4.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
<p>Hi: El porcentaje de anemia por deficiencia de hierro en los niños de 8 a 10 años de edad es mayor al 3%.</p>	<p>Anemia por deficiencia de hierro.</p>	<p>La deficiencia de hierro se produce cuando el nivel de ingestión de este mineral es inadecuado para satisfacer las necesidades de un eritron en desarrollo.</p>	<p>A través de las pruebas de laboratorio:</p> <p>Alteración en las pruebas de laboratorio para diagnóstico de anemia por deficiencia de hierro</p>	<p>Pruebas de tamizaje:</p> <p>Determinación de hematocrito.</p> <p>Determinación de hemoglobina.</p> <p>Índices hematimetricos.</p> <p>Conteo de Reticulocitos.</p> <p>Observación de frotis de sangre periférica.</p> <p>Pruebas confirmatorias:</p> <p>Determinación de hierro sérico.</p> <p>Capacidad total de fijación del hierro.</p> <p>Porcentaje de saturación de la transferrina</p>	<p>Valor menor de 33%.</p> <p>Valor menor de 12g/dl.</p> <p>VCM=Valor menor de 80 fl</p> <p>HCM=Valor menor de:27pg</p> <p>CHCM=Valor menor de:34%</p> <p>Conteo menor del 0.5%.</p> <p>Línea roja: Normocítica normocrómica microcítica normocrómica Microcítica hipocrómica. Línea blanca normal. Línea plaquetaria normal en tamaño y forma.</p> <p>Valor menor de 50 µg/dl</p> <p>Valor menor de 250 µg/dl</p> <p>Valor menor de 20%</p>

5.0 DISEÑO METODOLÓGICO.

5.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN:

Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, la investigación fue:

PROSPECTIVA

Con las pruebas realizadas se logró identificar la deficiencia de hierro y la etapa presente de esta en la población en estudio, de los cuales se obtuvo información importante para el diagnóstico.

Según el periodo y secuencia del estudio:

TRANSVERSAL

Se realizó en un periodo corto de 3 meses; de Julio a Septiembre de 2014, sin ningún seguimiento posterior.

Según el análisis y alcance de los resultados el estudio fue:

DESCRIPTIVO

Porque permitió conocer el porcentaje de niños y niñas con anemia por deficiencia de hierro en la población en estudio y se pudo clasificar la etapa presente de la anemia a través de las pruebas de laboratorio.

DE LABORATORIO

Se realizaron pruebas de laboratorio clínico como lo son: hemograma completo, frotis de sangre periférica, porcentaje de reticulocitos. También mediante métodos colorimétrico se determinaron los niveles de hierro sérico y capacidad de captación del hierro.

DE CAMPO

Se trabajó con niños y niñas de las edades de 8 a 10 años que estudian el Complejo Educativo Rancho Quemado de Cantón Casa Blanca que está ubicado en la zona rural del municipio de Perquín, por lo que fue necesario trasladarse hasta la zona para la toma de las muestras.

5.2 POBLACIÓN

La población estuvo constituida por 81 niños y niñas entre 8 a 10 años de edad que estudian en el Complejo Educativo Caserío Rancho Quemado.

5.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN.

5.3.1 Criterios de Inclusión:

Niños y niñas entre 8 y 10 años de edad.

Consentimiento informado de los padres o tutores.

Estudiar en el Complejo Educativo Caserío Rancho Quemado.

5.3.2 Criterios de exclusión

Tener menos de 8 años y más de 10 años de edad.

No tener el consentimiento informado de los padres o tutores.

No querer participar.

No estudiar en el complejo Educativo Caserío Rancho Quemado.

5.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Las técnicas que se utilizaron para recopilar la información son:

Técnicas Documentales:

Esta técnica permitió utilizar documentos para reunir, seleccionar y analizar datos de interés para la problemática en estudio.

Documental bibliográfica:

Esta técnica permitió obtener información de libros, revistas que abordan la problemática.

Documental hemerográfica:

Se consultaron otros estudios sobre anemia por deficiencia de hierro, que sirvieron para darle dirección a la investigación.

Documental electrónica:

Se obtuvo información de páginas de internet para indagar y conocer registros de la problemática a nivel mundial.

5.5 TÉCNICAS DE LABORATORIO.

- **Técnica de venopunción:** Extracción de sangre para realizar exámenes de laboratorio antes descritos (Anexo 3)
- **Técnica de hemograma completo:** para conocer los niveles de hemoglobina (Anexo 4) y hematocrito (Anexo 5) e índices hematimétricos, frotis de sangre periférica (Anexo 6).
- **Técnica del recuento de reticulocitos,** para la evaluación de la actividad eritropoyética de la médula ósea (Anexo 7)
- **Técnica de niveles de hierro sérico,** para la determinación de los niveles de hierro en sangre. (Anexo 8)
- **Capacidad de captación del hierro,** para determinación de los niveles de transferrina circulante en sangre. (Anexo 9)

5.6 INSTRUMENTOS.

- Documentos de registro
- Resultados obtenidos de laboratorio
- Boletas de resultados
- Fichas bibliográficas, hemerográficas y páginas electrónicas

5.7 EQUIPO, MATERIAL Y REACTIVO

Equipo:

Micro centrífuga para hematocrito

Centrífuga

Microscopio

Espectrofotómetro (digital de 200- 1000 nm, 5nm de paso de banda, automático de doble voltaje, 110 – 220 voltios, 4 soportes equipados con 10 mm, cubeta para lectura de 2ml)

Cámara de Newbauer

Baño de maría

Material:

Pipetas automatizadas de 1000 y 100 microlitros

Puntas para pipetas de 100 microlitros

Tubos tapón rojo sin anticoagulante

Tubos tapón morado con anticoagulante EDTA

Cubetas para lectura en espectrofotómetro

Láminas porta objetos nuevas

Tubos capilares sin anticoagulante

Plastilina

Aceite de inmersión

Pipetas pasteur de plástico de 3 ml

Algodón estéril

Jeringas de 5cc

Descartes

Detergente

Papel absorbente

Boletas

Guantes estériles

Tabla para lectura de hematocrito

Reactivos:

Alcohol al 90%

Reactivo de Cianometahemoglobina (HUMAN LABORATORIO)

Ácido acético glacial al 3%

Reactivo de gower

Colorante Wright

Buffer para Wright

Solución salina al 0.85%

Reactivo de hierro total STAMBIO LABORATORIO

Buffer para hierro total STAMBIO LABORATORIO

Standard para hierro total STAMBIO LABORATORIO

Reactivo de capacidad de captación del hierro STAMBIO LABORATORIO

Buffer para capacidad de captación del hierro STAMBIO LABORATORIO

Standard para capacidad de captación del hierro STAMBIO LABORATORIO

Azul cresil brillante

Agua destilada

5.8 PROCEDIMIENTO.

Se divide en: Planificación y ejecución

Planificación:

En esta primera etapa se seleccionó la problemática a estudiar mediante reuniones con el docente asesor encargado y el grupo de investigación, se definió el tema de investigación y el tipo de población a tomar en cuenta, se necesitó de registros bibliográficos sobre la problemática para conocer la necesidad de llevar a cabo la investigación. Se realizaron reuniones con el asesor metodológico, quien orientó dicha investigación.

Posteriormente se llevó a cabo una reunión con el director de Complejo Educativo Rancho Quemado a quien se le expuso la problemática a estudiar y se solicitó permiso para realizar el trabajo, se seleccionó al grupo de niños y niñas a tomar en cuenta, se organizaron reuniones con los padres de familia de los niños y niñas en las cuales se dio a conocer el procedimiento que se llevaría a cabo para la toma de las muestras y los beneficios que traería a la población en estudio.

Se realizó una reunión con el jefe del laboratorio clínico de la Unidad Comunitaria de Salud Familiar de Perquín, a quien se le solicitó permiso para poder utilizar las instalaciones de laboratorio así como también los equipos necesarios para el procesamiento de las muestras. Se realizó un perfil de investigación, que permitió conocer la realidad del problema mediante la búsqueda de antecedentes históricos, seguidamente se realizó el protocolo en el cual se detalla la base de la investigación mediante teoría recolectada de diferentes fuentes bibliográficas en las que se especifican los componentes de la sangre y sus funciones, detalles sobre la problemática en estudio, se formulan las hipótesis que dieron base al resultado de la investigación, se elaboró la operacionalización de la variable en donde se da a conocer los métodos utilizados para la comprobación de esta, se mencionan las pruebas de laboratorio necesarias el diagnóstico de la deficiencia de hierro, finalmente se definió la población e instrumentos necesarios.

Ejecución

En la segunda etapa el grupo de investigación se reunió con el director del Complejo Educativo Caserío Rancho Quemado para informar detalles sobre la ejecución en las instalaciones del centro educativo. Una vez obtenida la autorización para la ejecución de la investigación, se procedió a dar charla a los padres de familia de los niños y niñas seleccionados (figura 11) donde se impartieron conocimientos básicos de la anemia por deficiencia de hierro, con el propósito que de manera voluntaria conocieran a profundidad los daños que puede traer el no tratar una anemia por deficiencia de hierro en los niños, se elaboró un consentimiento informado por escrito el cual debieron firmar quienes estuvieron de acuerdo en colaborar con la investigación. (Anexo 10)

Una vez obtenido el permiso de sus padres y la autorización de los asesores para comenzar la ejecución; se planeó que la ejecución se llevaría a cabo en un lapso de tiempo aproximado de 6 semanas. Se seleccionaron grupos de 10 niños y niñas de la población en estudio, para la toma de muestra a realizarse 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes). Se solicitó a los alumnos que llegaran a las 7:00 de la mañana el día que se calendarizó la toma de la muestra en las siguientes condiciones: llegar en ayuno de 12 horas, que al momento de la punción deberían estar tranquilos, para evitar una punción traumática, evitar ejercicio estenuante. Se realizó punción venosa (figura 12), tomando previamente los datos de los niños, luego se procedió a la toma de muestra para determinar Ht, Hb, índices hematimétricos, FSP y porcentaje de reticulocitos; la cual estuvo a cargo de las 3 integrantes de la investigación que en equipo realizaron el procedimiento con cada niño en el orden siguiente; para la punción venosa se procedió de la siguiente manera: Se colocó al niño en una posición cómoda que facilitó la extracción de la sangre, luego con previa preparación del material (figura 13) con una jeringa de 5 cc se hizo la extracción de la sangre, se vertió aproximadamente 2 ml en el tubo tapón morado con anticoagulante EDTA (a una concentración de 0.5% por ml de sangre) previamente identificado con el nombre del niño correspondiente, se tapó y mezcló; luego se agregó los 3 ml restantes en un tubo tapón rojo sin anticoagulante se colocó cada tubo en una gradilla, con el resto de la sangre contenida en la jeringa se procedió inmediatamente a realizar el extendido en lámina para que la sangre no hiciera contacto con el anticoagulante y de esta manera evitar alteraciones en la morfología celular. Se dejó secar el extendido y se almacenó en un laminero con la identificación previa del paciente.

Al finalizar la toma de la muestra, dichas muestras fueron transportadas en cadena de frío al laboratorio clínico de la Unidad Comunitaria de Salud Familiar de Perquín donde el trabajo fue dividido entre el grupo de investigación para realizar hemograma, donde se evaluaron parámetros básicos como: Hb por método de cianometahemoglobina, Ht. por método de microcentrifugación, índices hematimétricos mediante fórmulas, coloración del extendido con colorante de Wright (figura 14) para la lectura microscópica del frotis de sangre periférica, se observó la forma, tamaño y color de los eritrocitos. Para la

determinación del porcentaje de reticulocitos se procedió a la utilización de la coloración supra vital de azul cresil brillante y observación microscópica (figura 15).

Para el análisis de las muestras sanguíneas se realizaron de pruebas químicas, el mismo día de cada toma de muestra, teniendo cuidados previos al análisis: todo el material utilizado fue nuevo y estéril para evitar interferencias de detergentes u otras sustancias, se tubo estricto cuidado al momento del manejo del reactivo para evitar la contaminación de este, también se tubo cuidado de que el reactivo estuviera atemperado, las muestras fueron trasladadas en cadena de frío, se aseguró que los equipos estuvieran en perfecto estado y debidamente calibrados para evitar resultados alterados o erróneos, la pipeta estuvieron debidamente calibradas y en buen funcionamiento, se aseguró que los los tubos estuvieran debidamente rotulados. se centrifugaron las muestra para obtención de suero, el cual sirvió para la determinación de hierro sérico, capacidad de captación de hierro, mediante el método colorimétrico, para el cálculo de saturación de la transferrina se efectuó la siguiente formula. (Figura 16) % de saturación de transferrina = Hierro sérico total/ TIBC X 100

Los resultados de todas las pruebas fueron anotados en hojas de resultado, para hemograma completo (Anexo 11) para Frotis de Sangre Periférica, (Anexo 12) para pruebas químicas (anexo 13) . Luego fueron digitados los resultados por duplicado, en las cuales una se utilizó para entregar a los padres de los niños y niñas y otro quedo como constancia al grupo de investigación para ser tabulados los datos y así concluir el estudio.

Por último se llevaron los resultados al Complejo Educativo, donde se les entregaron a los padres o tutores y se realizó una última reunión con el director donde se dio un informe de los resultados obtenidos y al mismo tiempo se le agradeció por haber dado su consentimiento para la realización de la investigación en el Complejo Educativo. También se realizó un pequeño convivio con los niños como muestra de agradecimiento por haber participado en el estudio. (Figura 17).

5.9 PLAN DE ANÁLISIS.

Una vez realizadas las pruebas de laboratorio y obtenidos los resultados de los análisis de las muestras, estos se ingresaron al programa SPSS 19.0 con el objetivo de

elaborar tablas y gráficas que ayuden a un mejor análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

5.10 RIESGOS Y BENEFICIOS.

RIESGOS.

La muestra necesaria para la realización de las pruebas es sangre completa obtenida por punción venosa y tomando en cuenta la edad de los niños y niñas, lo inquietos que pueden ser, que estaban asustados se corría el riesgo de que los niños y niñas con venas de difícil punción podía conllevar a sufrir algún tipo de trauma físico, ocasionando no solo el dolor en la zona de la punción sino también el miedo que pueda desarrollar a ser sometido nuevamente a otra toma de muestra de ser necesaria, riesgo que fue superado al dar confianza al niño o niña con una buena técnica de venopunción

BENEFICIOS.

Se realizó hematimetría completa como herramienta de apoyo del estado de salud en general de los niños y niñas para posible evaluación médica, pruebas confirmatorias de anemia por deficiencia de hierro, también se evaluó el resultado de estos exámenes; a esto le incluimos que fueron pruebas gratuitas para los niños y niñas, ahorrando el costo de estos a los padres o tutores.

5.11 CONSIDERACIONES ÉTICAS.

Para la realización de la investigación se solicitó un consentimiento informado a los padres o tutores de los niños y niñas que fueron sometidos a la investigación. Se hizo de esta manera para evitar algún tipo de problema legal ya que siendo menores de edad no son ciudadanos libres de elegir, por lo que se necesitó dicha autorización.

Los resultados fueron anotados por duplicado para que una copia se les entregara a los padres o tutores, para evidencia del estudio al que los niños y niñas fueron sometidos.

Tales resultados fueron estrictamente entregados a los padres de familia o a un médico en caso de los que serultaron con valores alterados para darle seguimiento al tratamiento del niño o niña y no así a terceras personas.

6.0 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en las pruebas realizadas para poder determinar anemia por deficiencia de hierro en los niños y niñas entre las edades de 8 a 10 años que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado cantón Casa Blanca, municipio de Perquín, departamento de Morazán, presentándose resultado global de cada prueba según la edad y sexo de la población estudiada.

Hemoglobina: Según la OMS se considera anemia un valor por debajo de 12 g/dl para niños de 1 a 12 años.

Valor normal: Mayor a 12 g/dl

Valor disminuido: menor a 12 g/dl

Hematocrito: Según el Manual de Laboratorio de Procedimientos Técnicos de Laboratorio Clínico del Primer Nivel del Ministerio de Salud se considera:

Valor normal: 33-38 %

Valor disminuido: menor de 33 %

Índices Hematimétricos: Según el Manual de Laboratorio de Diagnóstico Hematológico se considera:

Valor normal: VCM de 80 – 100 fl.

Valor disminuido: VCM menos de 80 fl.

Valor normal: HCM de 27 – 30 pg.

Valor disminuido: menos de 27 pg.

Valor normal: CHCM de 34 - 41%

Valor disminuido: menos de 34 %

Frotis de sangre periférica: Según el Manual de Laboratorio de Procedimientos Técnicos de Laboratorio Clínico del Primer Nivel del Ministerio de Salud se considera que:

Normal: La línea roja debe encontrarse Normocítica- Normocromica.

Anormal: Normocítica- Hipocromica, Microcítica- Hipocromica

Reticulocitos: Según el Manual de Laboratorio de Procedimientos Técnicos de Laboratorio Clínico del Primer Nivel del Ministerio de Salud el conteo debe oscilar entre:

Valor normal: 0.5 % y 1.5 %

Valor disminuido: menos de 0.5 %

Hierro Serico: Valor normal: 50 a 120 $\mu\text{g} / \text{dl}$.

Valor disminuido: menor de 50 $\mu\text{g} / \text{dl}$.

Valor aumentado: mayor de 120 $\mu\text{g} / \text{dl}$.

Capacidad de Captación de Hierro: Según la técnica del reactivo utilizado de la casa comercial STAMBIO LABORATORIO.

Valor normal: de 250 a 400 $\mu\text{g} / \text{dl}$

Valor disminuido: menos de 250 $\mu\text{g} / \text{dl}$

Valor aumentado: mayor de 400 $\mu\text{g} / \text{dl}$

Procentaje de Saturacion de la Trsferrina: Según la Hematología Fundamentos y Aplicaciones Clínicas de Bernadette F. Rodak.

Valor normal: 16 a 60 %

Valor disminuido: menos de 16 %

Valor aumentado: mayor de 60 %

Cuadro 1: Edad y Sexo de los niños que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado Cantón Casa Blanca, municipio de Perquín, departamento de Morazán.

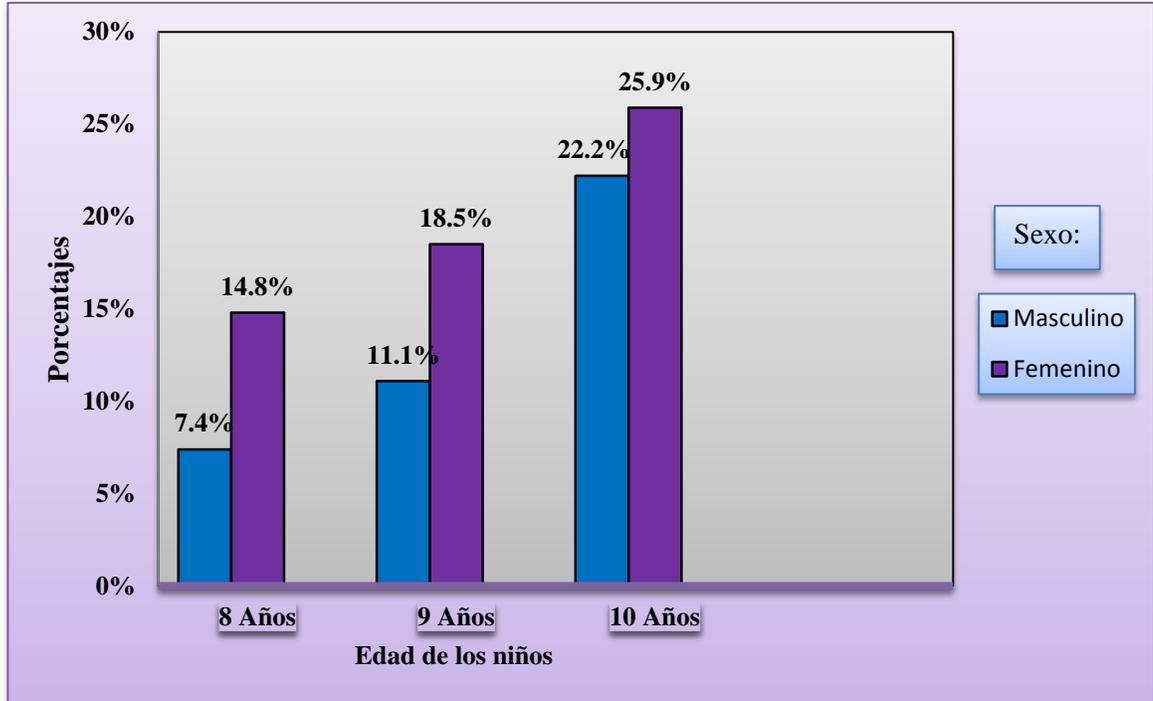
Edad de los niños	Sexo de los niños		Total
	M	F	
8 Años	6 7.4%	12 14.8%	18 22.2%
9 Años	9 11.1%	15 18.5%	24 29.6%
10 Años	18 22.2%	21 25.9%	39 48.2%
Total	33 40.7%	48 59.3%	81 100.0%

Fuente: Registro escolar

Análisis:

En el cuadro 1 se presenta el total de 81 niños y niñas que participaron en el estudio según la edad y sexo, en donde se observa que un 22.2 % (18) se encuentran en la edad de 8 años, un 29.6 % (24) están en la edad de 9 años, y un 48.2 % (39) en la edad de 10 años. De los cuales en la edad de 8 años se observa que un 7.4 % (6) son del sexo masculino y un 14.8 % (12) femenino, entre la edad de 9 años un 11.1 % (9) del sexo masculino y un 18.5 % (15) del sexo femenino, y en la edad de 10 años un 22.2 % (18) del sexo masculino y un 25.9 % (21) pertenecen al sexo femenino.

Gráfico 1: Edad y Sexo de los niños que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado, Cantón Casa Blanca, Municipio de Perquín, Departamento de Morazán.



Fuente: cuadro 1

Interpretación:

En el gráfico 1 se observa el sexo y los rangos de edades del total de 81 niños y niñas que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado, Cantón Casa Blanca, Municipio de Perquín, Departamento de Morazán. La edad que tuvo mayor participación correspondió a 10 años con un 25.9 %, que pertenecen al sexo femenino seguido con un 22.2 % del sexo masculino, observándose una población de menor participación en las edades de 8 y 9 años respectivamente. Las edades tomadas en cuenta en el estudio son de importancia por la alta probabilidad a desarrollar anemia por deficiencia de hierro esto debido al consumo de una dieta pobre en hierro lo que puede afectar la parte cognitiva de los niños y niñas.

Cuadro 2: Hemoglobina, Hematócrito e Índices hematimétricos respecto a la edad y sexo de la población estudiada.

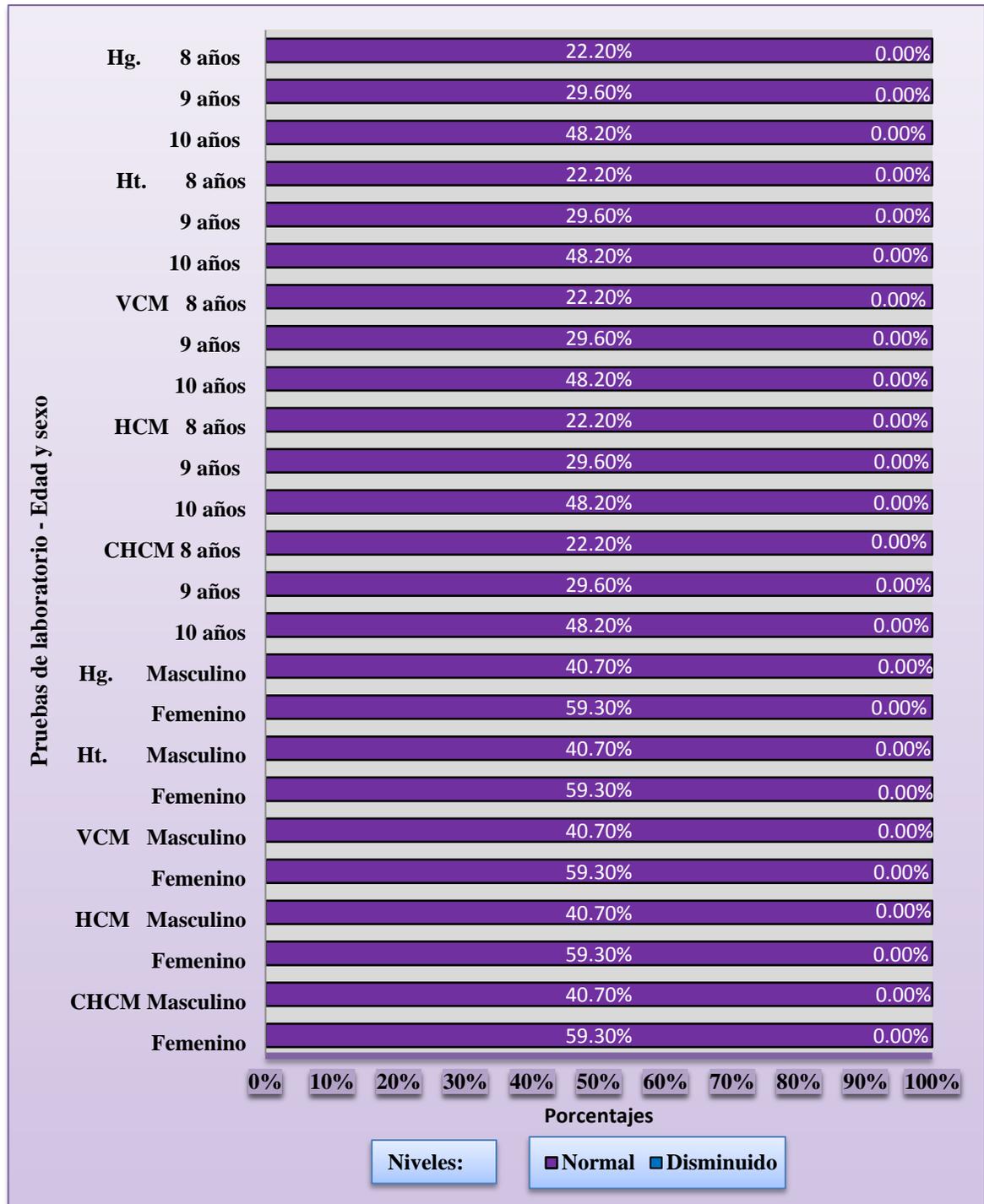
Edad	Niveles	Prueba de laboratorio				
		Hg	Ht	VCM	HCM	CHCM
8 años	Normal	18 22.2%	18 22.2%	18 22.2%	18 22.2%	18 22.2%
	Disminuido	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
9 años	Normal	24 29.6%	24 29.6%	24 29.6%	24 29.6%	24 29.6%
	Disminuido	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
10 años	Normal	39 48.2%	39 48.2%	39 48.2%	39 48.2%	39 48.2%
	Disminuido	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
Total		81 100%	81 100%	81 100%	81 100%	81 100%
Sexo						
Masculino	Normal	33 40.7%	33 40.7%	33 40.7%	33 40.7%	33 40.7%
	Disminuido	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
Femenino	Normal	48 59.3%	48 59.3%	48 59.3%	48 59.3%	48 59.3%
	Disminuido	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
Total		81 100%	81 100%	81 100%	81 100%	81 100%

Fuente: Pruebas de laboratorio

Análisis:

El cuadro 2 muestra los resultados de la determinación de Hemoglobina, Hematocrito, e Índices hematimétricos con respecto a la edad y sexo de la población estudiada, en donde según la edad se observa que de un 100% de los 81 niños y niñas muestreados se obtuvieron niveles normales en las pruebas de laboratorio, siendo la población de 8 años el 22.2% (18) de la edad de 9 años 29.6% (24) y de la edad de 10 años 48.2% (39), no se observaron niveles disminuidos en ninguna de las edades y respecto al sexo refleja que del 100% (81) de la población estudiada se obtuvieron valores normales en las pruebas realizadas en donde un 40.7 % (32) pertenecen al sexo masculino y resultaron con valores normales en las distintas pruebas realizadas en una primera etapa y un 0 % con valores disminuidos, del sexo femenino un 59.3 % (48) de la población, los valores obtenidos fueron normales en todas las pruebas.

Grafico 2: Hemoglobina, Hematócrito e Índices hematimétricos respecto a la edad y sexo de la población estudiada.



Fuente: cuadro 2

Interpretación:

El grafico 2 refleja en porcentajes los resultados obtenidos de la determinación de hemoglobina, hematócrito, Volumen Corpuscular Medio, Hemoglobina Corpuscular Media y Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media según la edad y sexo del 100% de la población estudiada, de la edad de 8 , 9 y 10 años el 100% de los niños y niñas resultaron con valores dentro de los índices normales de las pruebas hematimétricas realizadas, para el sexo masculino que corresponde al 40.7% de la población resultó con valores normales de las pruebas antes mencionadas, para el sexo femenino que corresponde al 59.3% de la población también se obtuvieron valores normales.

Cuadro 3: Frotis de sangre periférica respecto a la edad y sexo de la población estudiada.

Edad	Frotis de sangre periférica	
	Normal	Anormal
8 Años	18 22.2%	0 0.0 %
9 Años	24 29.6%	0 0.0 %
10 Años	39 48.2%	0 0.0 %
Total	81 100%	0 0.0 %
Sexo		
Masculino	33 40.7%	0 0.0 %
Femenino	48 59.3%	0 0.0 %
Total	81 100%	0 0.0 %

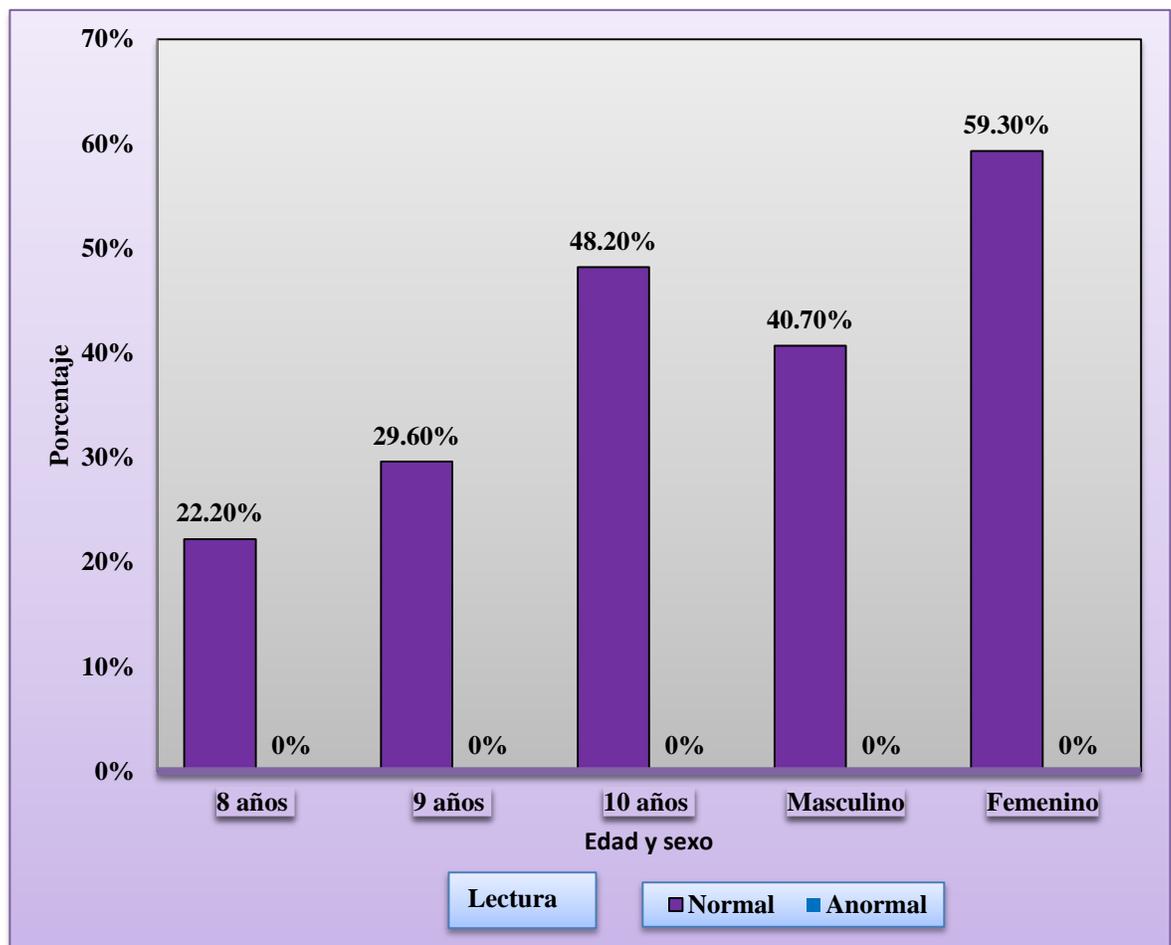
Fuente: Pruebas de laboratorio

Análisis:

El cuadro 3 muestra los resultados de la lectura del frotis de sangre periférica de la línea roja según la edad y sexo de la población en estudiada, en donde según la edad se obtuvo un predominio de células normocíticas en el 100 % de los niños y niñas que participaron en

el estudio. Este 100 % se distribuye de la siguiente manera: Un 22.2% (18) representa a niños y niñas en la edad de 8 años, el 29.6 % (24) a niños y niñas en la edad de 9 años y un 48.2 % (39) representan niños y niñas en la edad de 10 años, 0 % de anormalidad en las células de la línea roja, respecto al sexo los resultado obtenidos en la lectura del frotis de sangre periférica, se observa que del 100 % de la población un 40.7 % (33) pertenecen al sexo masculino en donde las lecturas de la línea roja en el frotis de sangre periférica se encontraron normal, seguido de un 59.3 % (48) del sexo femenino. No encontrándose anomalías en las lecturas.

Gráfico 3: Frotis de sangre periférica respecto al sexo y edad de la población estudiada.



Fuente: cuadro 3

Interpretación:

El gráfico 3 refleja en porcentajes las lecturas obtenidas en el Frotis de Sangre Periférica según la edad y sexo de los niños y niñas estudiados, en cuanto a la edad la población de 8 años (22.2%), 9 años (26.6%) y 10 años (48.2%) el 100% de la población se encontraron lecturas normales, no encontrándose alteración aparente, respecto al sexo masculino que corresponde al 40,7 de la población total se obtuvieron lecturas normales, del sexo femenino correspondiente al 59.3% de la población, también se obtuvieron lecturas normales.

Cuadro 4: Conteo de reticulocitos respecto a la edad y sexo de la población estudiada.

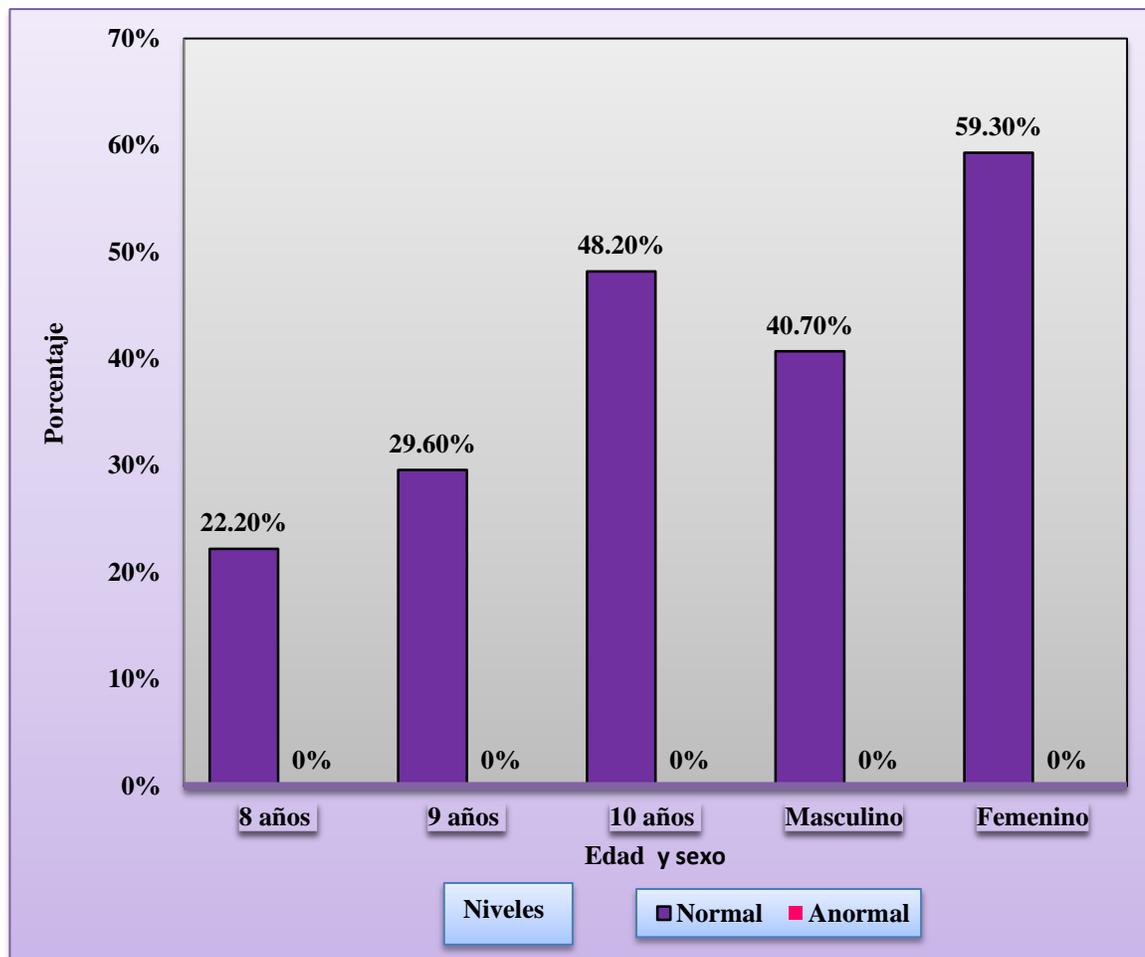
Edad	Conteo de reticulocitos	
	Normal	Anormal
8 Años	18 22.2%	0 0.0 %
9 Años	24 29.6%	0 0.0 %
10 Años	39 48.2%	0 0.0 %
Total	81 100%	0 0.0 %
Sexo		
Masculino	33 40.7%	0 0.0 %
Femenino	48 59.3%	0 0.0 %
Total	81 100%	0 0.0 %

Fuente: Pruebas de laboratorio

Análisis:

El cuadro 4 presenta el resultado del conteo de reticulocitos según la edad y sexo de los niños y niñas en estudio en donde con respecto a la edad de un 100 % de niños y niñas muestreados se observó que en las edades de 8 años el 22.2 % (18) presentaron un porcentaje normal en el recuento de reticulocitos, constituyéndose un 0 % de recuento anormal. En la edad de 9 años un 29.6 % (24) de niños presentan recuento normal y en la edad de 10 años un 48.2 % (39) y un 0 % con recuento anormal en ambas edades, según el sexo, los resultados obtenidos en el recuento de reticulocitos se puede observar que un total de 81 niños y niñas que participaron en el estudio, un 40.7% (33) pertenecientes al sexo masculino presentaron recuento normal de reticulocitos y un 0% de recuento anormal. De un 59.3 % del total del sexo femenino presentaron un recuento normal y recuento anormal del 0 %.

Gráfico 4: Conteo de reticulocitos respecto a la edad y sexo de la población estudiada.



Fuente: Cuadro 4

Interpretación:

El gráfico 4 refleja en porcentajes los resultados del conteo de reticulocitos según la edad y sexo de la población estudiada, en donde, de la población de 8 años (22.2%), 9 años (26.6%) y 10 años (48.2%) el 100% de la población se obtuvieron valores normales, para el sexo masculino que representa el 40.7 % de la población presento valores normales al igual que el sexo femenino que corresponde al 59,3% de la población.

Cuadro 5: Hierro sérico, Capacidad de captación de hierro, Porcentaje de saturación de transferrina respecto a la edad y sexo de la población estudiada.

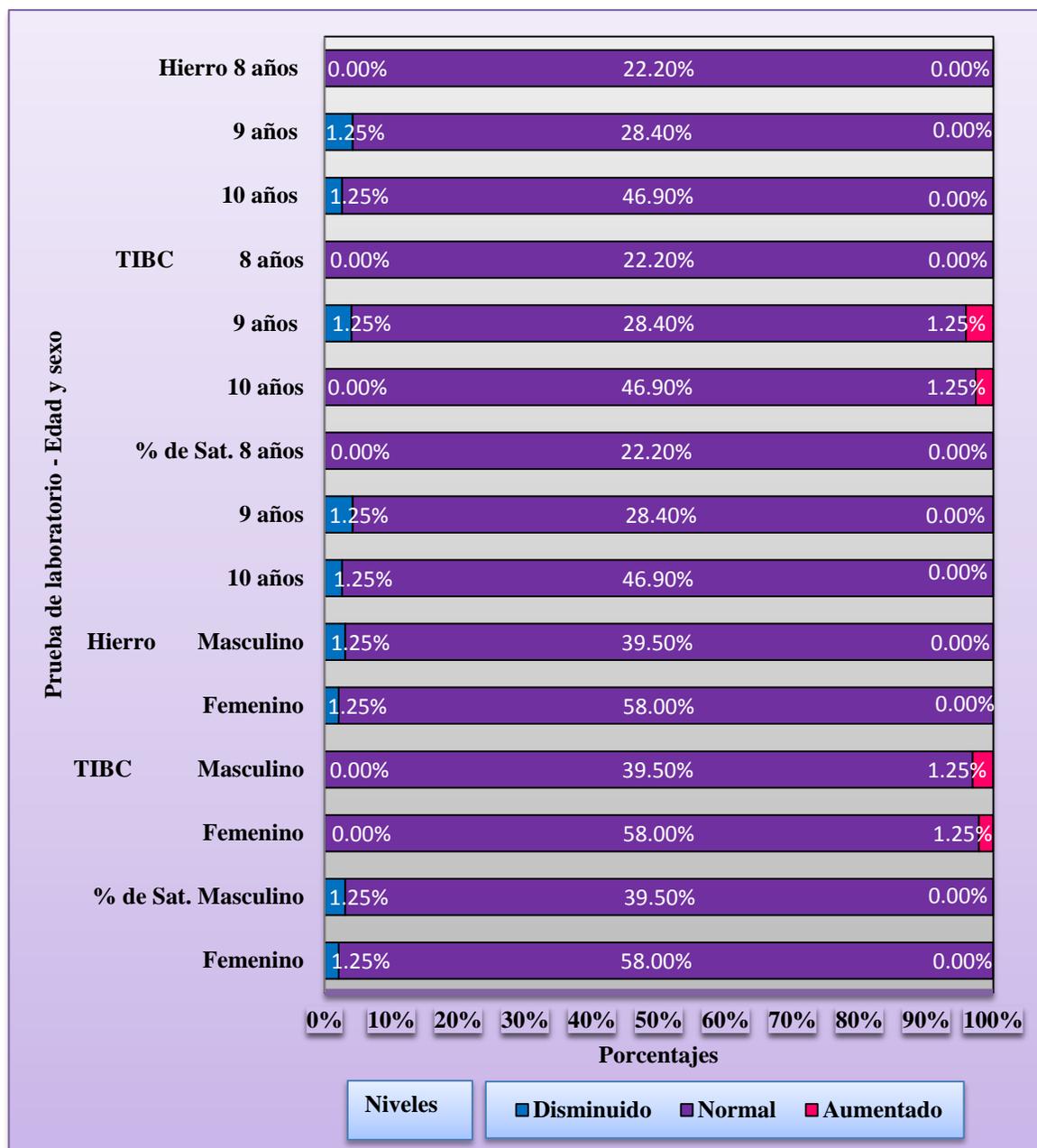
Edad	Niveles	Prueba de laboratorio		
		Hierro sérico	Capacidad de captación de hierro	Porcentaje de saturación de transferrina
8 años	Disminuido	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%
	Normal	18 22.2%	18 22.2%	18 22.2%
	Aumentado	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%
9 años	Disminuido	1 1.25%	0 0.0%	1 1.25%
	Normal	23 28.4%	23 28.4%	23 28.4%
	Aumentado	0 0.00%	1 1.25%	0 0.00%
10 años	Disminuido	1 1.25%	0 0.0%	1 1.25%
	Normal	38 46.9%	38 46.9%	38 46.9%
	Aumentado	0 0.00%	1 1.25%	0 0.00%
Total		81 100%	81 100%	81 100%
Sexo				
Masculino	Disminuido	1 1.25%	0 0.00%	1 1.25%
	Normal	32 39.5%	32 39.5%	32 39.5%
	Aumentado	0 0.00%	1 1.25%	0 0.00%
Femenino	Disminuido	1 1.25%	0 0.00%	1 1.25%
	Normal	47 58.0%	47 58.0%	47 58.0%
	Aumentado	0 0.00%	1 1.25%	0 0.00%
Total		81 100%	81 100%	81 100%

Fuente: pruebas de laboratorio

Análisis:

El cuadro 5 refleja los resultados obtenidos de la determinación de Hierro sérico, Capacidad de Captación de Hierro y Porcentaje de Saturación de Transferrina según la edad y sexo de los niños y niñas en estudio, en donde según la edad, del 100% (81) de la población en la edad de 8 años se observa que un 22.2% (18) de la población, resulto con niveles normales de Hierro sérico Capacidad de Captación de Hierro y Porcentaje de Saturación de Transferrina en la edad de 9 años el 1.25% (1) de la población resulto con valores disminuidos de Hierro sérico, con 1.25% Capacidad de Captación de Hierro aumentada y un 1.25% con Porcentaje de Saturación de Transferrina disminuido mientras que el 28.4% (23) de la población resulto con niveles normales y de la edad de 10 años el 1.25% (1) de la población resulto con valores disminuidos de Hierro sérico, un 1.25% con Capacidad de Captación de Hierro aumentada y un 1.25% Porcentaje de Saturación de Transferrina disminuido mientras que el 46.9% (38) de la población resulto con valores normales de las pruebas antes mencionadas, según el sexo, los resultados reflejan que de un 100% (81) del total de niños y niñas que participaron en el estudio en donde de la población masculina 1.25% (1) resultaron con hierro sérico disminuido, 1.25% (1) capacidad de captación de hierro aumentada y un 1.25% (1) porcentaje de saturación de transferrina disminuida, mientras que 39.5% (32) resultaron con valores normales, de la población femenina 1.25% (1) de la población resulto con valores disminuidos un 1.25% (1) con hierro capacidad de captación de hierro aumentada y un 1.25% (1) con porcentaje de saturación de transferrina disminuida mientras que el 58% (47) de la población resulto con valores normales.

Grafico 5: Hierro sérico, Capacidad de captación de hierro, Porcentaje de saturación de transferrina respecto a la edad y sexo de la población estudiada.



Fuente: Cuadro 5

Interpretación:

El grafico 5 refleja los resultados obtenidos en la determinación de Hierro sérico, Capacidad de Captación de Hierro, Porcentaje de Saturación de Transferrina según la edad

y sexo de los niños y niñas estudiados, para la edad de 8 años que corresponde al 22.2% de la población no se obtuvieron alteraciones en las pruebas, de la edad de 9 años que representa el 29.6% de la población. el 1.25% resulto con valores disminuidos de Hierro sérico, aumento de la Capacidad de Captación de Hierro y disminución en el Porcentaje de Saturación de la Transferrina, mientras que del 28.4% se obtuvieron valores normales, de la edad de 10 años que representa el 48.2% de la población el 1.25% resulto con valores disminuidos de Hierro sérico, aumento de la Capacidad de Captación de Hierro y disminución en el Porcentaje de Saturación de la Transferrina, mientras que el 46,9 de la población restante resulto con niveles normales, para el sexo masculino el 1.25% resulto con valores disminuidos de Hierro sérico, aumento de la Capacidad de Captación de Hierro y disminución en el Porcentaje de Saturación de la Transferrina, del sexo femenino, el 1.25% resulto con valores disminuidos de Hierro sérico, aumento de la Capacidad de Captación de Hierro y disminución en el Porcentaje de Saturación de la Transferrina.

El nivel de hierro en el organismo presenta relación inversa con la capacidad de captación de hierro por lo que si el hierro en el organismo esta disminuido habrá un aumento de la capacidad de captación de hierro, no así el porcentaje de saturación de transferrina que sirve para evaluar la cantidad de transferrina insaturada en el organismo, estará disminuido en relación al nivel de hierro.

Cuadro 6: Etapa de la anemia respecto a la edad y sexo de la población estudiada.

Edad	Etapa de la anemia			
	Ninguna	Etapa 1	Etapa 2	Total
8 años	18 22.2 %	0 0.0 %	0 0.0%	18 22.2 %
9 años	23 28.4%	0 0.0 %	1 1.25%	24 29.6%
10 años	38 46.9 %	0 0.0 %	1 1.25%	39 48.2%
Total	79 97.5%	0 0.0 %	2 2.5%	81 100%
Sexo				
Masculino	32 39.5%	0 0.0 %	1 1.25%	33 40.7%
Femenino	47 58.0 %	0 0.0 %	1 1.25%	48 59.3%
Total	79 97.5%	0 0 %	2 2.5%	81 100%

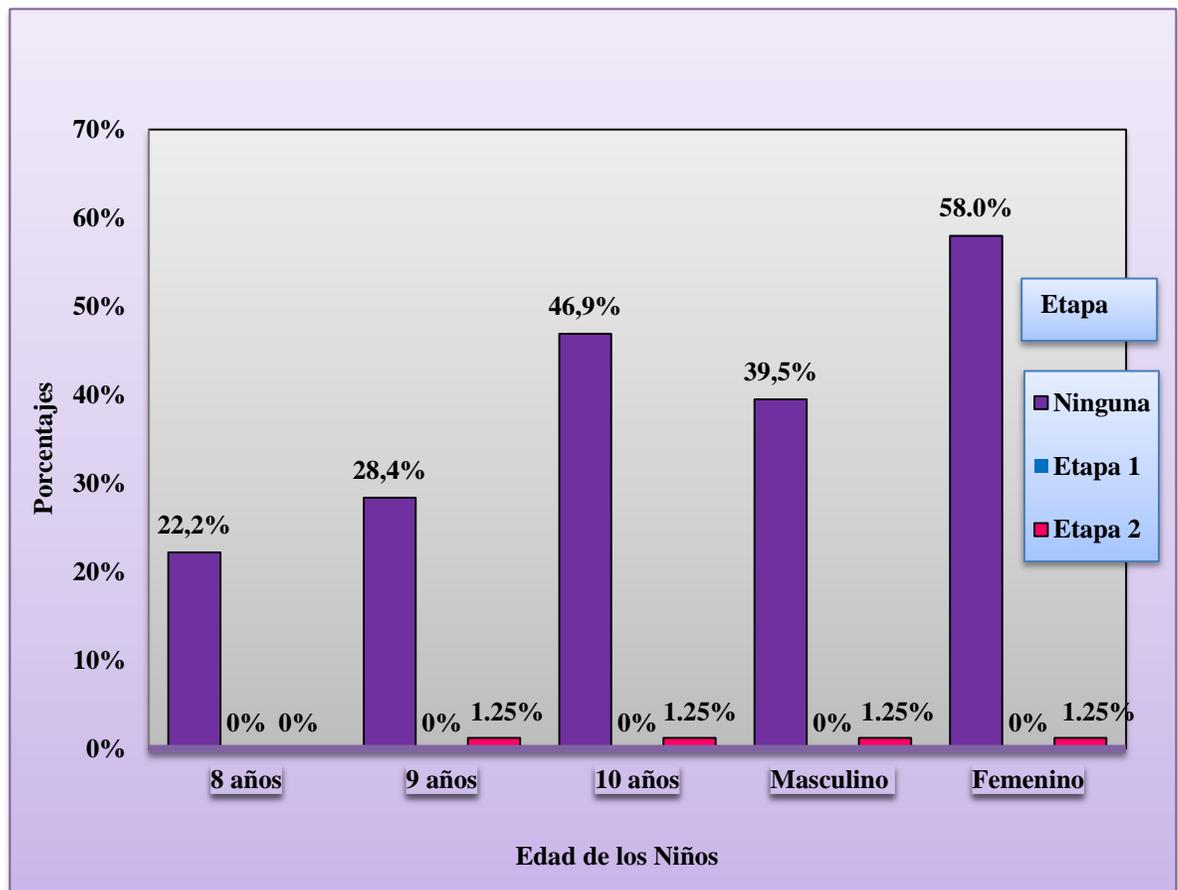
Fuente: pruebas de laboratorio

Análisis:

En el cuadro 6 se observa los resultados de la clasificación de la etapa de la anemia deficiencia de hierro según la edad y sexo que se determinó, en la población de los 81 niños estudiados, resultando de la edad de 8 años (22.2%) no se diagnosticó anemia por deficiencia de hierro, de la edad de 9 años se encontró que el 1.2% (1) de los niños está en la etapa 2 y 23 niños (28.4%) en ninguna etapa, de la edad de 10 años 1 niño (1.25%) está en

la etapa 2 y 38 niños (46.9%) en ninguna etapa, según el sexo. del 100% (81) de la población de niños y niñas en estudio resulto que del sexo masculino 1.25% (1) niño se encontró en la etapa 2 de la anemia y 32 niños (39.5%) no se encontraron en ninguna etapa, del sexo femenino 1.25% (1) se encontró en la etapa 2 y 47 niñas (58%) no se encontraron en ninguna etapa.

Gráfico 6: Etapa de la anemia respecto a la edad y sexo de la población estudiada.



Fuente: Cuadro 6

Interpretación:

El gráfico 6 refleja en porcentajes la etapa de la anemia por deficiencia de hierro identificada según las pruebas de laboratorio realizadas respecto a la edad y sexo de los niños y niñas estudiados, resulto que de la edad de 8 años que corresponde al 22.2 % de la población no se encontró en ninguna etapa, de la edad de 9 años que corresponde al 29.6%

de la población el 1.25% se encontró en la etapa 2, el 28.4% no se encontró en ninguna etapa, de la edad de 10 años que corresponde al 48.2% el 1.2% de la población se encontró en la etapa 2 mientras que el 49.6% de la población restante no se encontró en ninguna etapa, para el sexo masculino correspondiente al 40.7% de la población el 1.25 % resulto en la etapa 2, mientras, el 39.5% restante no se encontró en ninguna etapa, para el sexo femenino que corresponde al 59.3% de la población total solo el 1.25% se encontró en la etapa 2, el 58% restante no se encontró en ninguna etapa.

7.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La anemia por deficiencia de hierro es una enfermedad originada por el aporte inadecuado del hierro necesario para la síntesis de hemoglobina, que es el componente principal de los glóbulos rojos.

La deficiencia de hierro es una carencia nutricional frecuente en la infancia, se debe a un balance de hierro persistentemente negativo causado por una ingesta alimentaria, absorción o utilización de hierro inadecuado, un aumento de las necesidades de hierro durante el periodo de crecimiento o la pérdida de sangre.

El presente estudio muestra que el porcentaje de anemia por deficiencia de hierro en los niños y niñas de 8 a 10 años de edad del complejo educativo caserío Rancho Quemado es de 2.5 %. Se encontró que en los valores de hematocrito, hemoglobina e índices hematimétricos no sugieren ninguna anormalidad. Cabe mencionar que solo con los resultados de estas pruebas no es indicador fiable de anemia por deficiencia de hierro ya que en la etapa inicial y latente los valores hematimétricos ninguno se modifica, porque la anemia puede ser leve y no marcada, por esto es necesario la realización de pruebas químicas confirmatorias como la determinación de hierro sérico, capacidad de captación de hierro y porcentaje de saturación de transferrina. A diferencia de un estudio realizado en el año 2010 en Santa Rosa de Lima La Unión donde se comprobó que los valores de hematocrito y hemoglobina el sexo femenino es el más afectado con un 4% a diferencia del sexo masculino con el 2%.

Al analizar el frotis de sangre periférica los niños y niñas de las diferentes edades no presentan ninguna anormalidad, En el anterior estudio realizado en el 2010 en la observación del frotis de sangre periférica encontraron micrócitos e hipocromía leve y moderada.

Numerosos estudios han mostrado que el recuento de reticulocitos es de mucha utilidad para la clasificación de las anemias lo que evalúa directamente la actividad eritropoyética de la medula ósea, en el presente estudio se obtuvo como resultado que el 100% de la población en estudio presenta un valor normal en el porcentaje de reticulocitos esto a su vez

no descarta la posibilidad de anemia en los pacientes analizados ya que en la anemia por deficiencia de hierro el valor de reticulocitos puede estar normal o disminuido.

El número de reticulocitos en la sangre es un signo de la rapidez con la cual están siendo producidos y liberados por parte de la médula ósea.

De los distintos factores asociados a la anemia, la ingestión insuficiente de hierro suele ser uno de los más mencionados en la literatura médica. En este estudio se evaluó los niveles de hierro en sangre del total de 81 niños y niñas de los que están en las edades entre 9 y 10 años son los afectados debido a su desarrollo y aumento de las demandas nutricionales, también porque en el caso de las niñas es la edad en donde algunas pueden presentar su primera menstruación lo que conlleva al déficit de hierro por las pérdidas de sangre. Con un porcentaje de 1.25% de niños de 9 años y 1.25% de 10 años con hierro disminuido mientras que los niños de 8 años no resultaron afectados. Hay mayor predominio de niños y niñas considerados normales; lo que indica que el 2.5 % de la población estudiada resulto afectada esto se debe a que en dichas edades la demanda de hierro se incrementa en forma notoria y en ocasiones la dieta no es suficiente para cubrirlas. Durante la etapa de crecimiento y desarrollo, el impacto de la deficiencia de hierro y la anemia acarrear graves consecuencias, entre otras áreas, en la psicomotora e intelectual que, en ocasiones solo se evidencian a largo plazo.

En la anemia por deficiencia de hierro, los niveles de capacidad de captación de hierro están aumentados debido al incremento en la síntesis. En este estudio 32 niños y 47 niñas presentan valores considerados normales con un porcentaje equivalente al 97.5% y en menor cantidad 1 niño y 1 niña equivalente al 2.5% lo que confirma anemia por deficiencia de hierro según las pruebas realizadas. Esto ocurre cuando las reservas de hierro son bajas. La época de la niñez y pubertad son unas de las más vulnerables a sufrir deficiencia de hierro.

En un paciente normal cerca de 33% de los sitios de unión a la transferrina están ocupados por hierro. Los valores del porcentaje de saturación de la transferrina menores de 15% son congruentes con la anemia por deficiencia de hierro, en el presente estudio en la edad de 9 años el 1.25% tienen valores disminuidos, al igual que los de 10 años un porcentaje de

1.25% con un valor anormal. Esta disminución indica que los sitios de unión de la transferrina al hierro no están siendo ocupados por el metal.

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio con otro estudio que se realizó en el 2011 en un Centro Escolar de Nicaragua en las edades de 8 a 16 años sobre anemia por deficiencia de hierro en el cual se encontró que un total del 22.5% de los escolares tenían deficiencia de hierro. Es importante mencionar que la población del Complejo Educativo Rancho Quemado se encuentra afectada en un 2.5%, si bien el porcentaje es poco, pero hay que recordar que se encuentran en la fase dos, lo que está a un paso de la fase tres.

7.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS.

1- Establecimiento de hipótesis.

$$H_i: p > 3\%$$

$$H_o: p \leq 3\%$$

2- Obteniendo el valor crítico de Z para la prueba de hipótesis haciendo uso de la tabla de distribución normal (Zt) para un 95% de la confianza este es:

$$Z_{0.05} = 1.645$$

3- Cálculo del estadístico de prueba

$$Z_c = \frac{\hat{p} - p}{\sigma_p}$$

Dónde:

Z_c = Estadístico de prueba.

\hat{p} = Proporción estimada con los datos de la muestra.

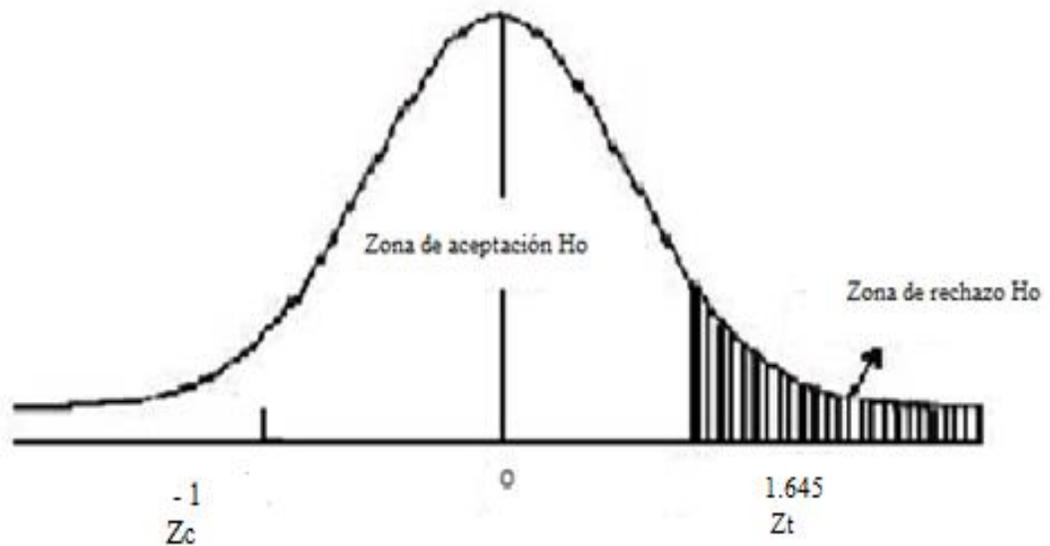
p = Proporción propuesta con la hipótesis.

σ_p = Error muestral cometido al trabajar con 81 pacientes.

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{p(1-p)}}{n} = \frac{\sqrt{0.03(1-0.03)}}{81} = 0.01$$

$$Z_c = \frac{\hat{p} - p}{\sigma_p} = \frac{\frac{2}{81} = 0.02}{0.01} = \frac{0.02 - 0.03}{0.01} = -1$$

Curva de prueba de hipótesis.



Rechazar H_0 si Z_c es mayor a Z_t

No rechazar H_0 si Z_c es menor a Z_t

4- Decisión.

Como Z_c es menor a Z_t , o sea $-1 < 1.645$, se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 .

5- Conclusión.

Estadísticamente se comprobó que el porcentaje de anemia por deficiencia de hierro en los niños y niñas es menor al 3%, como Z_c es menor a Z_t se aceptó la hipótesis nula que dice que el porcentaje de anemia por deficiencia de hierro en los niños de 8 a 10 años de edad que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado es menor o igual al 3%.

8.0 CONCLUSIONES

A partir del trabajo de campo, mediante la realización de las diferentes pruebas de laboratorio para el diagnóstico de anemia por deficiencia de hierro y los resultados obtenidos en la tabulación e interpretación de los datos se concluye:

- El porcentaje de niños con anemia por deficiencia de hierro que estudian en el Complejo Educativo Rancho Quemado fue un total de 2.5%.
- Los resultados obtenidos de hematocrito, hemoglobina, índices hematimétricos, frotis de sangre periférica y conteo de reticulocitos no indican ninguna anormalidad pero no son un indicador 100% fiable para el diagnóstico de anemia por deficiencia de hierro ya que en la etapa I y etapa II los valores de la hematimetría no se modifica
- Con las pruebas confirmatorias para el diagnostico de anemia por deficiencia de hierro en cuanto a la relación del sexo se comprobó que tanto las niñas como los niños están afectados en igual porcentaje 1.25% para cada sexo, pero que este hallazgo es más preocupante en las niñas ya que al iniciar su primera menstruación puede haber un balance negativo de hierro aún más persistente.
- Respecto a la edad de los niños y niñas, los que resultaron afectados con deficiencia de hierro en la edad de 9 años fue un 1.25% y de igual manera los de 10 años están afectados en un 1.25%. En la edad de 8 años no se encontró afectación según las pruebas realizadas.
- Se encontró que el 2.5% de los niños estan en la etapa II de la anemia por deficiencia de hierro en base a las pruebas que se realizaron, ya que los niveles de hierro sérico disminuidos, capacidad de captación del hierro aumentada y el porcentaje de saturación de la transferrina está disminuido.

- El 97.5% de los niños y niñas en estudio no están afectados con la deficiencia de hierro a pesar que se encuentran en una edad en la que los requerimientos de hierro son mayores debido al desarrollo físico y psicomotor de los niños, es probable que estos resultados indiquen que la mayoría de los niños están recibiendo una adecuada alimentación que abastece los de los requerimientos de hierro necesarios, ya que forman parte de programas alimenticios de parte del Ministerio de Educación , lo que permite corregir la deficiencia de hierro.
- Estadísticamente se comprobó que el porcentaje de niños y niñas encontrados con deficiencia de hierro es menor o igual al 3%.

9.0 RECOMENDACIONES

Ministerio de Salud:

- Mantener programas alimenticios con alto nivel nutritivo que sea de ayuda para satisfacer las demandas nutricionales de los estudiantes de las escuelas
- Se le recomienda que en el laboratorio clínico de las Unidades Comunitarias de Salud Familiar estén a disposición pruebas especiales y confirmatorias para el diagnóstico de anemia por deficiencia de hierro para los pacientes que requieran la realización de estas pruebas.

Complejo Educativo Rancho Quemado:

- Gestionar para que los estudiantes diagnosticados con anemia por deficiencia de hierro se les pueda dar su respectivo tratamiento y así contribuir a una mejor evolución del estado de salud.
- Seguir incluyendo en el menú del programa de alimentos del Ministerio de Educación los alimentos que dan un buen aporte nutritivo y de hierro a la ingesta diaria para mantener el balance necesario de hierro en los niños y niñas.
- Que el 2.5% de la población afectada según las pruebas realizadas darle seguimiento para evitar que lleguen a la fase tres que la anemia marcada denominada Anemia Ferropénica.

Padres y madres de familia:

- Que sean más participes de los programas de investigaciones orientados a beneficiar el estado de salud de sus hijos.

Futuros investigadores:

- Sobre este tema en particular, realizar pruebas adicionales a las hechas por el grupo de investigación como lo es la ferritina, que es de mucha importancia en el diagnóstico y clasificación de las etapas de la anemia.

Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental:

- Aprobar más recursos a la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico para poder mejorar el Laboratorio de prácticas internas y así poder realizar pruebas confirmatorias para la anemia por deficiencia de hierro.

10.0 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

- 1- Rodríguez Moyado H. Banco de Sangre y la Medicina Transfusional. México: Editorial Medica Panamericana, 2004. 447 pág.
- 2- Anemia ferropénica An. Fac. med. Lima abr./jun. 2007 v.68 n.2 (consultado 08 de febrero de 2014)
- 3- Ana Sanchez Bervers. Monografía sobre la anemia ferropénica, [Trabajo de grado de enfermería]. Cantabria: Universidad de Cantabria; 2013. (consultado 12 de abril de 2014)
- 4- Documentos de la OMS eLENA directriz : Administración intermitente de suplementos de hierro a niños de edad preescolar y escolar.
- 5- Barbella S, Latouche G, Conde A. Etapas de la deficiencia de Hierro y anemia ferropénica en niños de la comunidad Miguel Peña. Valencia.Vitae Academia Biomédica Digital [internet] 2013; 55: 1-7 [consultado 2014 mar 20].
- 6- Farfan Valverde B A. Estado nutricional y anemia ferropénica en niños de 4 a 7 años de edad. Cusco; 2008.
- 7- Betancourt Flores W. J, Muñoz Rivas M. Anemia por deficiencia de hierro en niños de 3 a 5 años de edad del grupo de educación inicial de la escuela “san jonote”, ciudad bolívar, estado bolívar. [Para optar al título de licenciatura en bioanálisis]. Bolívar: Universidad de Oriente Venezuela; Junio 2010.
- 8- Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012.[Internet] [Consultado 10 de febrero 2014]. Disponible en: http://ensanut.insp.mx/doctos/ENSANUT2012_Nutricion.pdf
- 9- Garrido González Y. E, Cuc Pacay L.A. García Rodas O. L, Ara.Marroquín S. C, Razuleu Salazar S. R, Espina Lemus L.P. Hábitos alimentarios asociados a niveles de hemoglobina. [Para optar al título de Médico y Cirujano] Chiquimula, Guatemala: Universidad de San Carlos Guatemala. Agosto de 2013.
- 10- Quedo Martinez E, Rivera Arce Y. M, Urrutia Baca V. H. Prevalencia de anemia ferropénica en escolares y adolescentes de 8 a 16 años del Centro Escolar Andrea

- Deonigui. [Trabajo de grado especialista en Bioanálisis Clínico]. Leon: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Facultad de Ciencias Médicas: 2009.
- 11- Ministerio de salud de El Salvador. Encuesta nacional de salud familiar FESAL-2008 (8 de febrero de 2014) Tercer censo nacional de talla de niñas y niños de primer grado de El Salvador. Abril 2007 (8 de febrero de 2014)
- 12- Canales Díaz Y. M, Díaz Hernández B. L, López Ochoa H. J. Anemia por deficiencia de hierro en niños de 9 a 12 años de edad. [Tesis previa a la obtención del título de licenciadas en Laboratorio Clínico]. San Miguel: Universidad Nacional de El Salvador. Departamento de Medicina; 2010.
- 13- Fundación Para La Salud y El Desarrollo Humano [Internet]. (El Salvador) FUSAL 2012 [Consultado 2014 feb 2]. Disponible en: <http://www.fusal.org/quienessomos/memoria-de-labores>
- 14- Wikipedia la enciclopedia libre [Internet]. San Francisco (California): Wikimedia Foundation; 2001. [Consultado 2014 feb 2]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Sangre>.
- 15- Laboratorio de antropología, física y anatomía humana, Aula virtual Universidad Católica de Valparaíso. Anatomía del sistema cardiovascular [Internet]. [Consultado 2014 feb 10].
- 16- Bernadette F. Rodak. Hematología fundamentos y aplicaciones clínicas 2da edición Buenos Aires: Medica Panamericana, 2004. 884 pgs
- 17- Medciclopedia. Diccionario ilustrado de términos médicos. Hematología. [Internet Consultado 2014 Mar 15]. Disponible en: <http://www.iqb.es/hematologia/atlas/toc00.htm>.
- 18- Dgeti. Eritropoyesis. [Internet]. [Consultado 2014 Abr 20]. Disponible en: <http://saracbtis.webcindario.com/Descargas/BIOMETRIA/3.-%201.5%20Eritropoyesis%20sin%20imagenes%20%28terminologia%29.pdf>
- 19- Probiomed. Eritropoyesis. [Internet]. [Consultado 2014 Abr 20]. Disponible en: <http://www.probiomed.com.mx/divisiones/art-culos-de-alta-especialidad/a/anemia-secundaria-a-la-insuficiencia-renal-cr-nica/>
- 20- Arthur C. Guyton y Jhohn E.Hall. Tratado de fisiología médica. 12 Ed, Mexico 1996.

- 21- Feliu Frasnado E, Rozman Jurado M, Aguilar Bascompte J.L, San Miguel J. F, González Sarmiento R, Ríos González A, Píera Peña C y Setoain Quinquer J. Principios generales de la exploración del enfermo hematológico. 2da ed [Internet]. [Consultado 2014 feb 13].
- 22- Cuellar Ambrosi, F. Falabella Falabella, F. Hematología. 6 Ed. Colombia 2004.
- 23- Ota Prezyi J. El Hierro [Internet] [consultado 2 de febrero de 2014] Disponible en <http://www.slideshare.net/tatianavalarezoguaman/el-hierro-2-31177302>
- 24- Oscar Pineda. Tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro. 1ra ed. Antigua Guatemala: Unipharm/Celanem; 2000.
- 25- Gilda G. Stanco. Funcionamiento intelectual y rendimiento escolar en niños con anemia y deficiencia de hierro [Internet]. [Consultado 2014 mar 20]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/4687>
- 26- El Blog de Dietética Casa Pía. ¿Qué es el hierro hémico y no hémico [Internet]. [Consultado 2014 feb 10]. Disponible en: <http://blog.casapia.com/que-es-el-hierro-hemico-y-no-hemico/>
- 27- MedlinePlus. Hierro en la Dieta [Internet]. [Consultado 2014 abril 1]. Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002422.htm>
- 28- Tuotromedico.com [Internet]. España: PulsoMed, S.A; 1997. [Consultado 2014 feb 11]. Disponible en: http://www.tuotromedico.com/temas/hierro_en_sangre.htm
- 29- McKenzie S. B. Hematología Clínica. Segunda edición. Colombia. Fondo Editorial CIB. 1982
- 30- Silva R., Moreta Manrique V. G, Cárdena Hidalgo E. R. Prevalencia de anemia por deficiencia de hierro y su relación con el rendimiento escolar en niños/as. [Tesis previa a la obtención del título de Licenciadas en Nutrición y Salud Comunitaria]. Ibarra: Universidad Técnica Del Norte. Facultad de Ciencias de la Salud; 2013.
- 31- Fernández A, Troncoso L, Nolberto V. Estado de nutrición en hierro en una población de 4 a 14 años, urbano marginal. [Trabajo de Investigación Anales de la Facultad de Medicina]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina; 2002.

- 32- Stanco G. Funcionamiento intelectual y rendimiento escolar en niños con anemia y deficiencia de hierro [Internet]. [Consultado 2014 mar 20]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/4687>
- 33- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Manual de Procedimientos Técnicos de Laboratorio Clínico del Primer Nivel de Atención. San Salvador: Ministerio de Salud; 2007.
- 34- Reyes Rivera H. Manual de laboratorio de Diagnóstico Hematológico. Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental; 2011.
- 35- Rivera I. C, Rivera M. F, Rivera R. Deficiencia de Hierro y su relación con la función cognitiva en escolares. Revista Ciencia y Tecnología. 2012; 10: 69-80 [Consultado 2014 Feb 16].
- 36- Artieda P, Ortiz P. Prevalencia de anemia por deficiencia de hierro y consumo de alimentos fuentes de hierro en los niños escolares especiales del Instituto de Educación Especial (IEE). [Tesis previa a la obtención del título de Licenciadas en Nutrición y Salud Comunitaria]. Ibarra: Universidad Técnica Del Norte. Facultad de Ciencias de la Salud; 2010
- 37- Monteagudo Montesinos E, Ferrer Lorente B. Deficiencia de Hierro en la infancia (I). Concepto, prevalencia y fisiología del metabolismo férrico. [Trabajo de investigación del Servicio de Pediatría]. Valencia: Hospital Universitario «La Fe». Valencia España. 2010
- 38- Rivera M.F, Rivera R, Rivera I. C. Determinación de Hierro, Folatos y Vitamina B12 en relación a la anemia en niños de escuelas públicas y algunos factores epidemiológicos asociados. Revista Ciencia y Tecnología. 2011; 9: 82-94 [Consultado 2014 Feb 16].
- 39- Vipano S. Shamaham T. De la Cruz V. Encuesta Nacional De Salud y Nutricion. El Salvador 2012

FIGURAS.

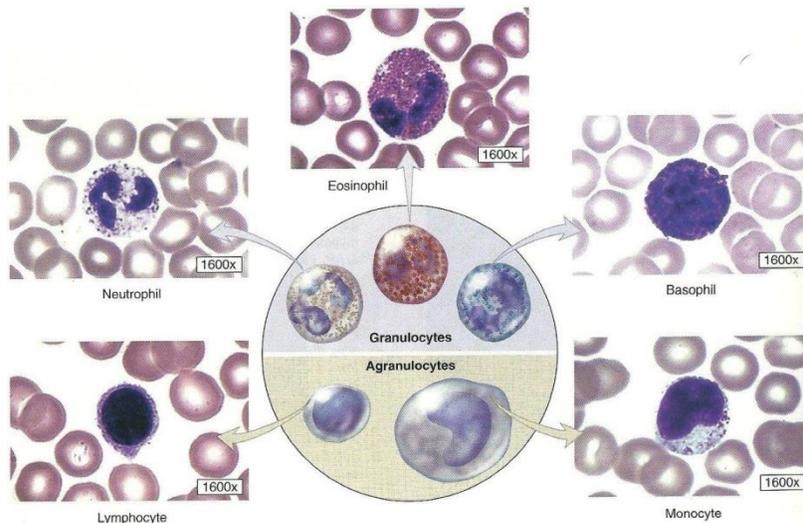


Figura 1. Células sanguíneas

Células de la línea blanca

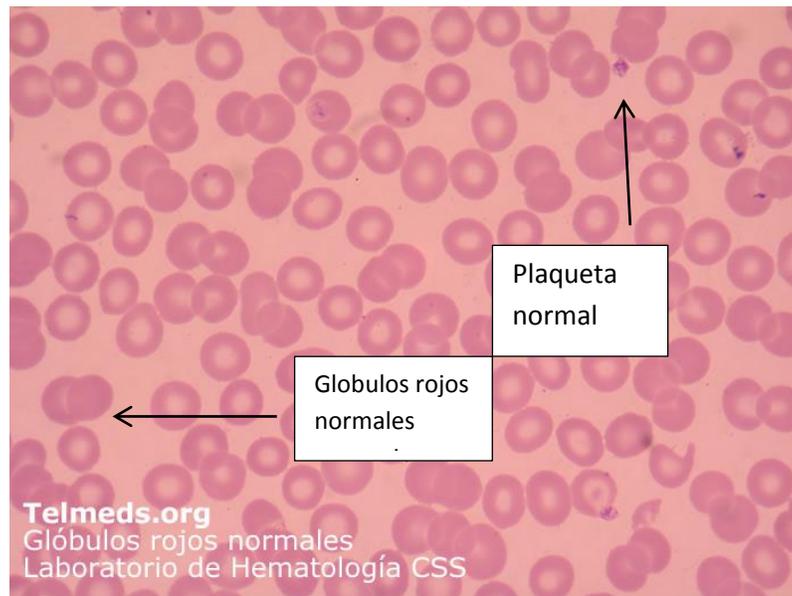


Figura 2. Glóbulos rojos normales y plaquetas.

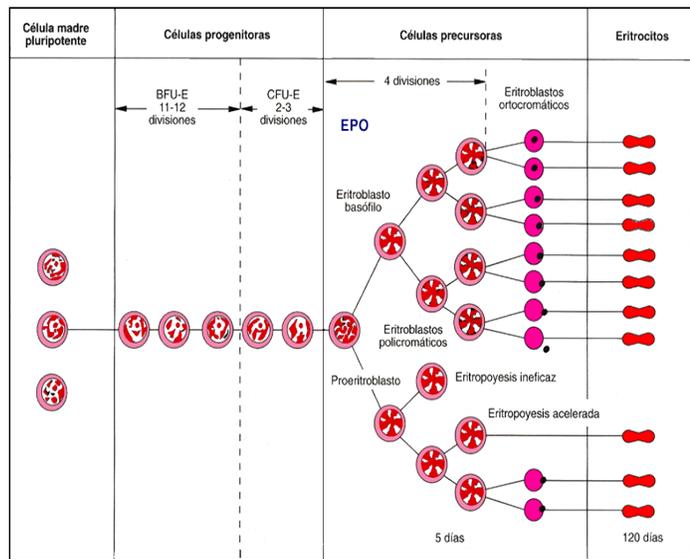


Figura 3. Eritropoyesis.

Proceso de formación de los eritrocitos.

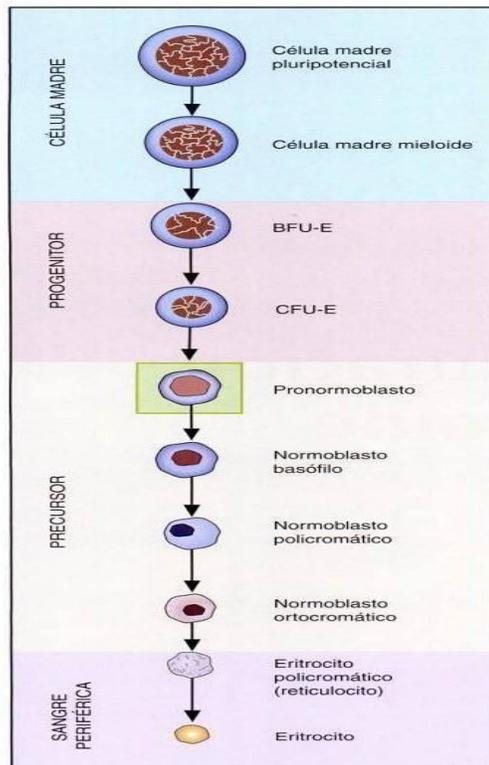


Figura 4. Estadios de maduración del glóbulo rojo.

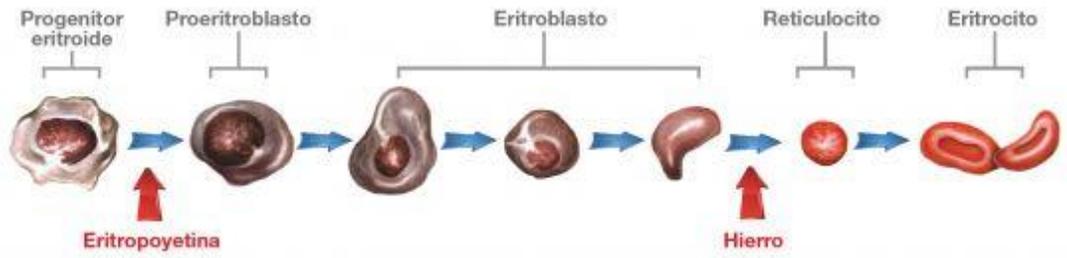


Figura 5. Sustancias que intervienen en la maduración del glóbulo rojo.

Proceso de maduración de los glóbulos rojos. Acción de la eritropoyetina y del hierro

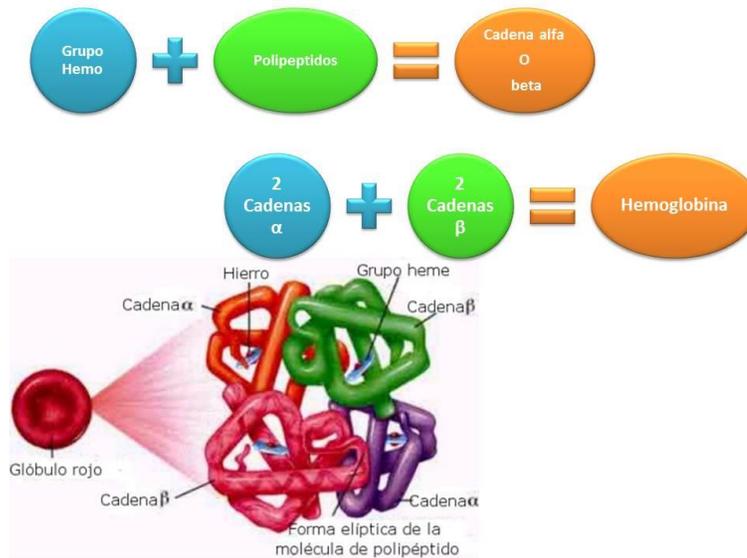


Figura 6. Molécula de hemoglobina.

Estructura de la molécula de hemoglobina

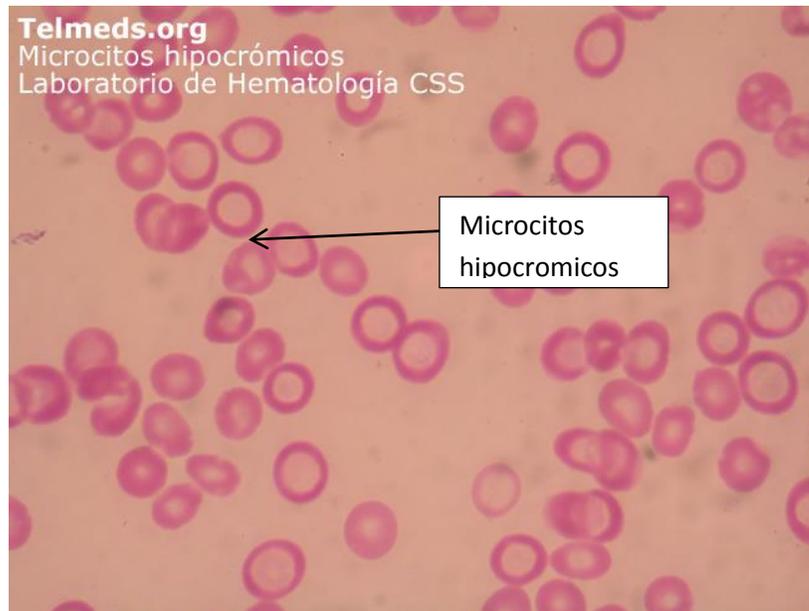


Figura 7. Anemia microcitica hipocromica.

Eritrocitos: Microcitos hipocrómicos en frotis de sangre periférica



Figura 8. Síntomas y signos de la anemia por deficiencia de hierro.

Pica, deseo de comer sustancias de escaso valor nutritivo como la tierra; síntoma característico de la deficiencia de hierro.



Uñas quebradizas por deficiencia de hierro.

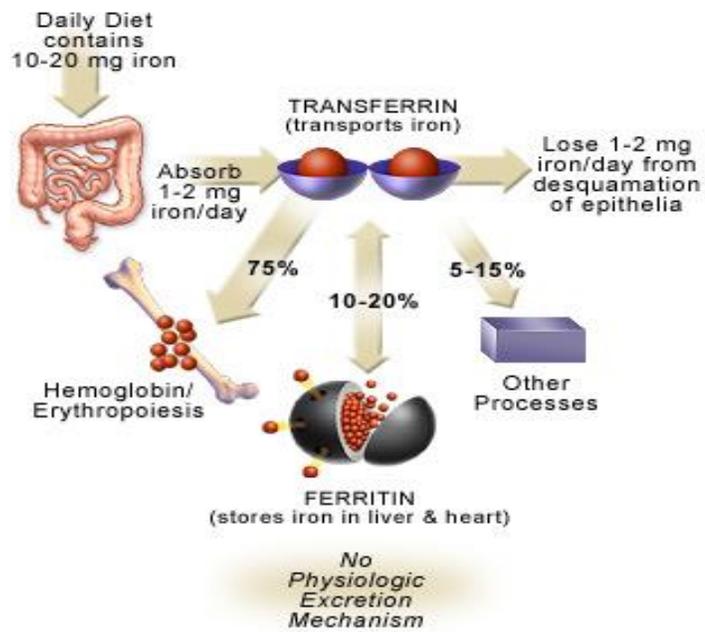


Figura 9. Distribución del hierro en el organismo.

Se muestra el proceso de absorción y almacenamiento del hierro en el organismo

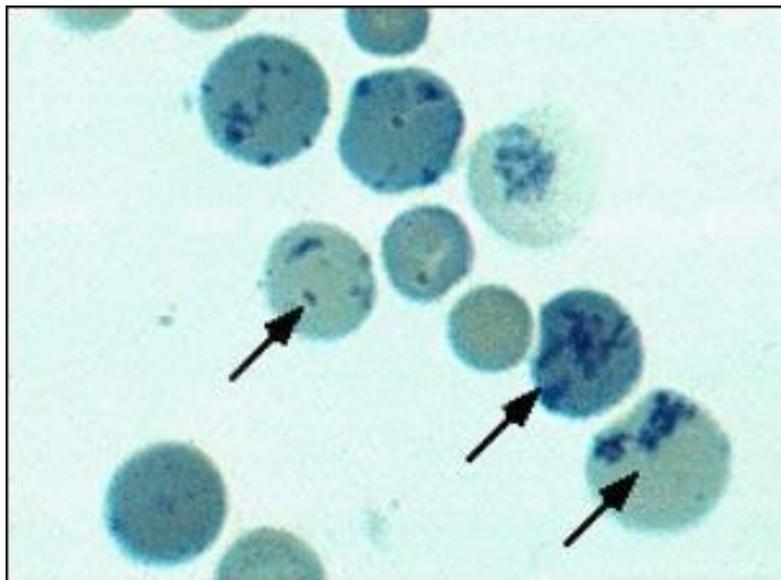


Figura 10. Reticulocito. Última fase del eritrocito inmaduro.

Reticulocitos con tinción Azul Cresil Brillante



Figura 11. Charla informativa a los padres de familia.

Impartiendo charla sobre conocimientos básicos sobre la anemia por deficiencia de hierro.



Figura 12. Toma de muestra.

Punción venosa para la obtención de la muestra a los niños y niñas.



Figura 13. Material utilizado para la toma de muestra

Tubos tapón morado con anticoagulante EDTA, tubos tapón rojo para pruebas químicas, algodón, liga, alcohol, jeringas y curitas.



Figura 14. Coloración de extendidos sanguíneos.

Coloración de Wright



Figura 15. Observación microscópica.

Conteo de reticulocitos y observación microscópica de frotis de sangre periférica.

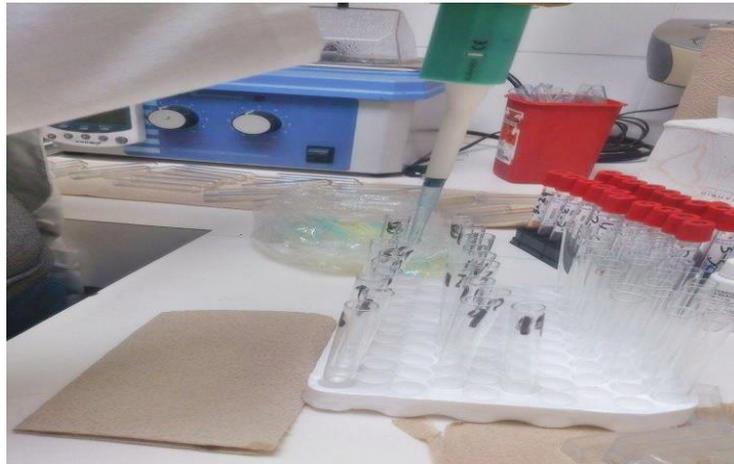


Figura 16: Pruebas químicas confirmatorias para anemia por deficiencia de hierro
Determinación de hierro sérico y capacidad de captación de hierro por método colorimétrico STAMBIO LABORATORIO.



Figura 17. Población estudiada

Grupo de niños y niñas tomadas en cuenta en el estudio.

ANEXOS.

Anexo 1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN EL CICLO II 2014

MESES	Feb				mar				abr				May				jun				jul				ago				sep				oct				nov				Dic.							
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
ACTIVIDADES																																																
Reuniones generales con la coordinadora del proceso de graduación	■	■																																														
Inscripción del proceso de graduación.			■	■																																												
Elaboración del perfil de investigación.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																												
Elaboración del protocolo de investigación.																																																
Entrega de protocolo de investigación.																					■	■																										
Ejecución de la investigación																									■	■	■	■																				
Tabulación, análisis e interpretación de los datos.																													■																			
Redacción del informe final																													■	■	■	■	■	■	■	■												
Entrega del informa final.																																																
Resultados y defensa del informe final de investigación.																																																

Anexo 2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

	SEMANAS ACTIVIDADES	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																
1	Reunión con el Docente Director y Asesor.	X	X	X	X							X	X																
2	Reunión con el director de Complejo Educativo Rancho Quemado.		X																										
3	Reuniones con los padres de familia o tutores de los niños/as		X																										
4	Reunión con el jefe del laboratorio clínico de la Unidad de Salud de Perquín.			X																									
5	Toma de muestras para la realización de las pruebas preliminares.				X	X	X	X																					
6	Realización de pruebas preliminares para selección de niños a los que se les harán la determinación de hierro sérico total y capacidad de captación de hierro.				X	X	X	X																					
7	Segunda toma de muestras a los niños seleccionados.							X	X																				
8	Realización de prueba de determinación de niveles de hierro sérico total y capacidad de fijación de hierro a los niños seleccionados.							X	X																				
9	Entrega de resultados a los padres o tutores de los niños.									X																			
10	Tabulación de los resultados.										X																		
11	Elaboración de gráficas.											X	X	X	X	X													
12	Elaboración de conclusiones y recomendaciones																	X	X	X									

Anexo 3

Técnica de venopunción.

Técnica de Extracción Directa.

Lavarse las Manos

Preparar el material

Identificar al paciente y explicar el procedimiento. Esto ayuda a reducirla ansiedad.

Ponerse los guantes de látex.

Seleccione la vena que va a puncionar, teniendo en cuenta el flujo venoso. Inicie por la parte distal a la proximal de la extremidad (región cubital del brazo).

Si se utiliza el sistema vacutainer, se debe enroscar la aguja en el capuchón plástico y se coloca (sin insertar) el tubo por el otro extremo del capuchón. El borde del tapón de color debe alcanzar la delgada línea de guía en el capuchón. No ejercer presión sobre el tubo, si se sobrepasa la línea descarte el tubo ya que pudo haberse liberado el vacío.

Si se utiliza el método con jeringa, abrir el paquete, asegurar la aguja en la jeringa, soltar el tapón de la aguja (sin retirar hasta que vaya a ser utilizado) y mover el embolo hacia arriba y abajo.

El brazo deberá estar extendido en una posición donde la palma de la mano quede hacia arriba.

Aplicar un torniquete adecuadamente aproximadamente de 4 a 6 centímetros de distancia por encima del sitio donde realizara la punción, esto es para que las venas se salten.

Seleccionar una vena apropiada para la punción. Con el dedo índice, se palpa el brazo hasta encontrar la mejor vena, si no se siente una vena se puede buscar en el otro brazo.

Limpiar el sitio con una torunda de alcohol en un movimiento circular comenzando del sitio de la punción hacia afuera, o bien con un barrido, evitando pasar el algodón varias veces por el mismo sitio.

Dejar que el alcohol se evapore.

Estabilizar la vena colocando el dedo pulgar de la mano no dominante aproximadamente de 4 cm del sitio de punción y halar la piel para tensarla y evitar que la vena se mueva.

Introducir suavemente la aguja en la vena con un ángulo de aproximadamente 45° y se reorienta en dirección paralela una vez que se ha penetrado en la luz de la vena para recoger la sangre en la jeringa, en un frasco hermético o en un tubo adherido a la aguja. La banda elástica se retira del brazo antes de extraer la aguja. Cuando se inserta la aguja para extraer la sangre, se puede sentir un dolor moderado o sólo una sensación de pinchazo o picadura. Después, puede haber algo de sensación pulsátil, levemente incómoda que resuelve por sí sola.

Una vez que se ha recogido la muestra de sangre, retirar la aguja y se cubre el sitio de punción con una bola de algodón para detener cualquier sangrado y prevenir la formación de hematomas. En bebés o en niños pequeños, se puede utilizar un instrumento puntiagudo llamado lanceta para punzar la piel y hacerla sangrar. La sangre se recoge en un tubo pequeño de vidrio llamado pipeta, en un portaobjetos o en una tira reactiva. Finalmente, se puede colocar un vendaje sobre el área si hay algún sangrado.

Anexo 4

Técnica de cianometahemoglobina método manual.

Prepara tres tubos con el estándar de hemoglobina para calcular el factor de calibración.

Colocar en el primer tubo 5 ml de estándar puro.

En el segundo tubo colocar 2.5ml de estándar puro.

En el tercer tubo colocar 1 ml de estándar puro.

Llevar al volumen de 5 ml con cianometahemoglobina el segundo y tercer tubo.

Mezclar y dejar reposar por 10 minutos.

Leerlos en espectrofotómetro a 540 nm y anotar la densidad óptica de los tubos.

Obtener la concentración de cada uno de los tubos en gramos por decilitros.

Dividir la concentración de cada tubo entre la densidad óptica.

Sumar los tres factores y sacar un promedio.

Este será el factor de calibración por el cual se multiplicarán las densidades ópticas de las muestras.

Colocar en un tubo de ensayo 5 ml de reactivo de color de cianometahemoglobina en un tubo de 13 X 100 mm.

Con una pipeta tomar 0.02 ml de muestra sanguínea.

Verter la sangre dentro del tubo con la solución diluyente de color, mezclar la sangre y homogenizar con la pipeta

Mezclas la muestra y esperar 10 minutos

Leer a 540 nanómetros en el espectrofotómetro contra un blanco de reactivo.

Comparar con la curva calibrada de estándares.

Anexo 5

Determinación del hematocrito método manual.

Procedimiento

Llenarse un tubo capilar con sangre con anticoagulante aproximadamente 70%-80% del capilar.

Tapar un extremo del capilar con plastilina.

Colocar el capilar sobre la plataforma del cabezal de una centrífuga de microhematócrito, con el extremo ocluido adherido al reborde externo de la plataforma.

Centrifugar por 5 minutos entre 10'000-12'000 rpm.

Resultados (lectura)

La lectura se realiza con una escala estandarizada.

Uso de la escala

-Sostener el tubo frente a la escala de manera que el fondo de la columna de eritrocitos (no el extremo inferior del tubo) quede exactamente al mismo nivel de la línea horizontal correspondiente al cero.

-Desplazar el tubo a través de la escala hasta que la línea marcada con el número 1,0 quede al nivel de tope de la columna de plasma. Vigile el fondo de la columna de eritrocitos continúe sobre la línea cero. El tubo debe encontrarse completamente en posición vertical.

-La línea que pase al nivel del tope de la columna de eritrocitos indicará la fracción de volumen de estos.

Anexo 6

Preparación del frotis de sangre periférica.

Colocar una gota de sangre (de alrededor de 2-3 mm de diámetro) en un extremo del portaobjetos. El tamaño de la gota es importante: si es demasiado grande crea un extendido muy largo o muy grueso y si es demasiado pequeña a menudo forma un extendido corto o delgado

Sostener el portaobjetos extensor (frotadora) con firmeza con la mano dominante a un ángulo de 30-45° y llevar hacia atrás hasta tocar la gota de sangre, dejando que ésta se esparza en todo el ancho del portaobjetos.

Empujar con rapidez y suavidad hacia delante hasta el final del portaobjetos para crear el extendido. Es importante que toda la gota se incluya en el extendido.

Dejar secar

Colocar el frotis secado al aire sobre una rejilla o cubeta de tinción con la sangre hacia arriba.

Cubrir completamente el portaobjetos o cubreobjetos con el colorante de Wright gota a gota. El colorante deberá cubrir completamente el portaobjetos, pero no debe derramarse por los bordes. Deberá agregarse una cantidad adicional si éste se comienza a evaporar. Dejarlo que permanezca en el frotis aproximadamente de 5- 8 minutos.

Agregar directamente al colorante un volumen igual de amortiguador de Wright, para evitar la coloración débil. Esperar la formación de brillo metálico. Puede usarse de igual manera agua desionizada. Dejar actuar de 10-15 minutos.

Lavar con agua en el chorro cuidadosamente hasta que la extensión presente un aspecto rosado al examinarlo a simple vista.

Limpiar el dorso del portaobjetos con una gasa o algodón humedecido en alcohol para eliminar cualquier resto de colorante.

Secar al aire y observar con el microscopio con el objetivo de inmersión.

Anexo 7
Conteo de reticulocitos.

Técnica

Colocar en un tubo dos gotas de sangre (aproximadamente 50µl por cada gota) y reactivo azul cresil brillante.

Agitar la mezcla e incubar 15 minutos a 37° en baño de maria.

Hacer una extensión en un portaobjetos con una gota de la mezcla.

Dejar secar y observar en objetivo de inmersión 100x.

Contar 10 campos, anotando el número de reticulocito observados dentro de ese conteo.

Reportar en porcentajes

Valor normal: 0.5% a 1.5%

Anexo 8

Técnica para determinación de hierro sérico.

Método cuantitativo /colorimétrico para la determinación del hierro sérico y capacidad de fijación del hierro.

Principio del método: La mayoría de los procedimientos para la determinación de hierro sérico se basan en su lanzamiento de la combinación del férrico de la transferrina con la proteína de transporte que se une al hierro a pH corporal. el hierro liberado después de la reducción al estado ferroso se combina con el reactivo para formar un complejo coloreado, que es colorimétricamente cuantitativa, ya que sólo un tercio de hierro de suero normalmente se une a la globulina, transferrina, la capacidad de fijación de hierro-insaturado o la cantidad adicional de hierro que se puede enlazar por el suero, se determina mediante la saturación de la transferrina con un exceso conocido de hierro se estima mediante la misma técnica y TIBC calculado por la diferencia.

Muestra: suero

El suero es la muestra preferidas porque evita la posible contaminación de hierro de los tubos con anticoagulantes orgánicos, los tubos deben ser libre de hierro y el suero debe ser separado tan pronto como el coágulo se ha formado

La muestra es estable 4 días a temperatura ambiente y 7 días a 2-8 °C

PROCEDIMIENTO

Pipetear en las cubetas los volúmenes (ml) y mezclar bien

	BLANCO	ESTÁNDAR	MUESTRA
Buffer para hierro	2.3	2.3	2.3
Agua destilada	0.30	—	—
Estándar	—	0.30	—
Simple o control	—	—	0.30

Incubar 1 minuto a temperatura ambiente

Leer la absorbancia (A1) del control, estándar y de la muestra contra el blanco de reactivo a 560 nm

Agregar 0.1 ml (100µl) de reactivo de color de hierro a cada cubeta e incubar por 10 minutos a 37°C

Leer la absorbancia (A2) del control estándar de la muestra contra el blanco de reactivo a 560 nm leerse dentro de 30 minutos.

CÁLCULO

$$\text{Hierro sérico } (\mu\text{g/dl}) = \frac{A2 - A1 \text{ Muestra}}{A2 - A1 \text{ Estándar}} \times 500$$

Valor normal en niños: 50 – 120 µg /dl

Falsos positivos:

Ingestión de hierro via oral

Ingestión de alcohol

Enfermedades del hígado

Hemocromatosis

Transfusiones multiples

Deshidratación

Falsos negativos:

Enfermedad celiaca

Gastritis

Anexo 9

Técnica para determinación de capacidad de captación de hierro.

Pipetear en las cubetas los volúmenes (ml) y mezclar bien

	ESTÁNDAR	BLANCO	MUESTRA
Buffer para TIBC	2.2	2.2	2.2
Agua destilada	0.30	0.60	—
Estándar	0.30	—	0.30
Simple o control	—	—	0.30

Incubar 1 minuto a temperatura ambiente

Leer la absorbancia (A1) del control, estándar y de la muestra contra el blanco de reactivo a 560 nm

Agregar 0.1 ml (100µl) de reactivo de color de hierro a cada cubeta e incubar por 10 minutos a 37°C

Leer la absorbancia (A2) del control estándar de la muestra contra el blanco de reactivo a 560 nm leerse dentro de 30 minutos.

CÁLCULO

Capacidad de fijación del hierro (TIBC) =

a) Exceso de hierro (µg/dL): $\frac{A2 - A1 \text{ Muestra}}{A2 - A1 \text{ Estándar}} \times 500$

b) UIBC (µg/dL): 500 (total de hierro) – Exceso de hierro

c) TIBC (µg/dL): Hierro sérico (µg/dL) + UIBC (µg/dL)

Valor normal en niños: 250 – 400 µg/dl

CALCULO PARA % DE SATURACION DE LA TRANSFERRINA

% de saturación de transferrina = Hierro sérico total/ TIBC X 100 valor normal: 16- 60%



Anexo 10

Consentimiento informado para participar en la investigación.

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL 22 DE JULIO DE 2014

RESPETABLES PADRES DE FAMILIA:

Reciban un cordial saludo de parte del grupo de investigación egresado de la carrera de licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental.

El motivo por el cual nos dirigimos a Ud. A través de la presente es para solicitar su permiso para obtener una pequeña muestra de sangre de su (s) hijo (s) para la realización de los siguientes análisis clínicos: Hemograma completo, conteo de Reticulocitos, Hierro Sérico y Captación de Hierro; dichos análisis serán completamente gratis.

Esto como parte de un requisito de las egresadas para poder optar al nivel académico de licenciada en laboratorio clínico, al mismo tiempo contribuirá al desarrollo físico y académico de sus hijos.

Si usted autoriza que se le realicen dichos análisis le suplicamos envíe esta nota con su hijo, debidamente firmada antes de la fecha a realizar la actividad que está estipulada para el día _____ del presente año.

Sin nada más que agregar y esperando su cooperación nos despedimos de usted.

“HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA”

Ita Maribel Medrano.

Susana Nataly Barrera.

Victoria Lisseth Gomez.

Licda: Marta Lilian Rivera.

Docente Director.

Nombre del padre de familia: _____

Nombre del alumno (s) _____

Grado: _____ Sección: _____

Anexo 11

Boleta de resultado para pruebas químicas.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CARRERA DE LABORATORIO CLINICO

NOMBRE: _____ **SEXO:** ____ **EDAD:** _____

EXAMEN REALIZADO: HIERRO SÉRICO

CAPACIDAD DE CAPTACION DE HIERRO

PORCENTAJE DE SATURACION DE LA TRANSFERRINA

RESULTADO:

HIERRO SERICO _____ $\mu\text{g/dl}$ **VALOR NORMAL: 50 – 120 $\mu\text{g/dl}$**

CAPACIDAD DE CAPTACION DE HIERRO _____ $\mu\text{g/dl}$ **VALOR NORMAL: 250 – 400 $\mu\text{g/dl}$**

% DE SATURACION DE LA TRANSFERRINA _____ % **VALOR NORMAL: 16 – 60%**

FIRMA: _____ **SELLO** _____ **FECHA** _____

Anexo 12

Boleta de resultado para frotis de sangre periférica y
conteo de reticulocitos



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

NOMBRE: _____ **SEXO:** ____ **EDAD:** _____

EXAMEN REALIZADO: FROTIS DE SANGRE PERIFERICA
CONTEO DE RETICULOCITOS

RESULTADO:

LINEA ROJA:

LINEA BLANCA:

LINEA PLAQUETARIA:

CONTEO DE RETICULOCITOS: _____%

FIRMA: _____ **SELLO** _____ **FECHA** _____

Anexo 13

Boleta de resultado para hemograma completo



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

NOMBRE: _____ SEXO: _____ EDAD: _____

EXAMEN REALIZADO: HEMOGRAMA COMPLETO

PARÁMETRO	RESULTADO	RANGO DE REFERENCIA
LEUCOCITOS:		5.0 – 12.0 mm ³
Neutrófilos:		50.0 – 70.0 mm ³
Linfocitos:		20.0 – 60.0 mm ³
Monocitos:		3.0 – 15.0 mm ³
Eosinófilos:		1.0 – 3.0 mm ³
Basófilos:		0.0 – 1.0 mm ³
GLOBULOS ROJOS:		3.50 – 5.20 millones
Hemoglobina:		12.0 – 16.0 g/dl
Hematocrito:		35.0 – 49.0 L/L
VCM:		80.0 – 100 fl
HCM:		27.0 – 34.0 pg
CHCM:		31.0 – 37.0 %
PLAQUETAS:		150 – 450 mil

FIRMA: _____ SELLO _____ FECHA _____

Anexo 14

GLOSARIO.

Biosíntesis: Formación de sustancias en el interior de un ser vivo.

Capacidad de Captación de Hierro: Mide la capacidad de la transferrina para transportar el hierro en la sangre.

Coagulación: Se denomina coagulación al proceso por el cual la sangre pierde su liquidez, tornándose similar a un gel en primera instancia y luego sólida, sin experimentar un verdadero cambio de estado.

Deficiencia: anormalidades de la estructura corporal y de la apariencia y a la función de un órgano o sistema, cualquiera que sea su causa; en principio las deficiencias representan trastornos a nivel de órgano.

Depleción: Disminución de cualquier líquido, en particular la sangre, contenido en un territorio o en todo el organismo.

Eritropoyetina: es una hormona glicoproteína que estimula la formación de eritrocitos y es el principal agente estimulador de la eritropoyesis natural. En los seres humanos, es producida principalmente por el riñón en las células intersticiales peritubulares, células mesangiales el resto en el hígado y glándulas salivales.

Ferritina: proteína que se encuentra dentro de las células y que almacena hierro de manera que el cuerpo lo pueda usar posteriormente.

Glóbulos rojos: son los elementos formes cuantitativamente más numerosos de la sangre.

Hematócrito: es el porcentaje del volumen total de la sangre compuesta por glóbulos rojos.

Hemoglobina: es una heteroproteína de la sangre, de masa molecular de 64.000 g/mol (64 kDa), de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos, el dióxido de carbono desde los tejidos hasta los pulmones que lo eliminan

Hemograma: o biometría hemática es uno de los elementos diagnósticos básicos. Es un cuadro o fórmula sanguínea en el que se expresan el número, proporción y variaciones de los elementos sanguíneos.

Hierro sérico: Cantidad de hierro que no está fijado a los glóbulos rojos sino que está circulando en el suero sanguíneo.

Hipocromía: término genérico para cualquier tipo de anemia caracterizada por glóbulos rojos pequeños.

Homeostasis: es la capacidad del organismo para presentar una situación físico-química característica y constante dentro de ciertos límites, incluso frente a alteraciones o cambios impuestos por el entorno o el medio ambiente.

Metabolismo: conjunto de reacciones bioquímicas y procesos físico-químicos que ocurren en una célula y en el organismo. Estos complejos procesos interrelacionados son la base de la vida a escala molecular, y permiten las diversas actividades de las células: crecer, reproducirse, mantener sus estructuras, responder a estímulos.

Micronutriente: sustancias que el organismo de los seres vivos necesita en pequeñas dosis. Son sustancias indispensables para los diferentes procesos metabólicos de los organismos vivos y sin ellos morirían.

Molécula: conjunto de al menos dos átomos enlazados covalentes que forman un sistema estable y eléctricamente neutro.

Mononucleares: es una célula sanguínea caracterizada por poseer un único núcleo redondo, como los linfocitos o los monocitos. Estas células sanguíneas son un componente crítico en el sistema inmune, concretamente para combatir las infecciones.

Morfología: disciplina encargada del estudio de la estructura de un organismo o sistema en un contexto comparativo.

Normocítica: se refiere a un número anormal de glóbulos rojos en la sangre, pero el tamaño de los glóbulos rojos de la sangre es normal.

Plaquetas: fragmentos citoplasmáticos pequeños, irregulares y carentes de núcleo, de 2-3 μm de diámetro,¹ derivados de la fragmentación de sus células precursoras, los megacariocitos.

Polimorfonucleares: son células cuyo núcleo es alargado, y no tiene forma ni de esfera, ni de dodecaedro (como se puede decir que son en general) y que ostenta de 3 a 5 lóbulos separados por finas hebras de cromatina.

Reticulocitos: son glóbulos rojos que no han alcanzado su total madurez. Se encuentran en niveles elevados en el plasma sanguíneo por causa de algunas anemias cuando el organismo incrementa la producción de glóbulos rojos y los envía al torrente sanguíneo antes de que sean maduros.

Sangre: es un tejido conectivo líquido, que circula por capilares, venas, arterias, aurículas y ventrículos de todos los vertebrados.

Transferrina: glicoproteína formada por una cadena simple de polipéptidos que tiene dos sitios activos de unión para el hierro.

SIGLAS

ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

FESAL: Encuesta Nacional de Salud Familiar.

FUSAL: Fundación Salvadoreña para la Salud y el Desarrollo Humano.

MINSAL: Ministerio de Salud de El Salvador.

ODM: Objetivos de Desarrollo del Milenio.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

UNICEF: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

ABREVIATURAS.

µm : Micrómetros.

A: Absorbancia.

ADN: Acido Desoxirribonucleico.

ALA: ácido aminolevulínico.

BFU-E : Unidades formadoras de colonias eritroides grandes y abundantes.

Cc: Centímetros cúbicos.

CFU-E: Unidades formadoras de colonias eritroides pequeñas y escasas.

CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media.

CoA: Coenzima A.

Fe: Hierro.

Fe²⁺: Hierro en estado férrico.

fl: Femtolitros.

g/dl: Gramos sobre decilitros.

Hb: Hemoglobina.

HCM: Hemoglobina corpuscular media.

Hem: Hierro hémico.

Ht: Hematócrito.

mg: Miligramos.

Nº: Número.

pg: Picogramos.

RPM: Revoluciones por minuto.

TIBC: Capacidad de captación de hierro.

VCM: Volumen corpuscular medio.

Anexo 15

PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
100	Jeringas de 3 cc	\$ 9.00
1	Algodón	\$ 5.00
200	Curitas	\$ 15.00
100	Tubos con EDTA	\$ 9.00
100	Tubos sin anticoagulante	\$ 7.00
3	Cajas laminas portaobjetos	\$ 18.00
1	Capilares	\$ 3.00
1	Rollo de dispensadores	\$ 3.00
1	Bote de alcohol	\$ 3.00
1	Reactivo de cianometahemoglobina	\$ 25.00
1	Frasco de colorante Wright	\$ 18.00
1	Bote de agua destilada	\$ 3.00
1	Frasco de aceite de inmersión	\$ 3.00
1	Frasco de azul cresil brillante	\$ 15.00
1	Set de reactivo para hierro sérico y capacidad de fijación del hierro	\$ 85.00
1	Caja de plastilina	\$ 1.00
1	Resmas de papel bond	\$ 30.00
1	Bolsa de solución salina	\$ 3.00
1	Caja de guantes de látex	\$ 9.00
	Refrigerio para los niños	\$ 80.00
	Transporte	\$ 400.00
	Fotocopias e impresiones	\$ 350.00
	Gastos de defensa de tesis	\$180.00
	TOTAL	\$1,274 .00

