



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

## **FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SERVICIOS DE SALUD DEL ESTADO DE QUERÉTARO**

**PREVALENCIA DE ANEMIAS MEDIANTE TAMIZAJE POR HEMOGRAMA EN ESCOLARES DE 6 A 11 AÑOS EN LA PRIMARIA “JOSEFA ORTIZ DE DOMÍNGUEZ” MUNICIPIO DE TOLIMÁN QUERÉTARO EN EL AÑO 2012.**

**TRABAJO PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA FAMILIAR**

**PRESENTA:**

**DR. RIVAS GONZÁLEZ MARCELO**

**SANTIAGO DE QUERÉTARO**

**2013**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**PREVALENCIA DE ANEMIAS MEDIANTE TAMIZAJE POR  
HEMOGRAMA EN ESCOLARES DE 6 A 11 AÑOS EN LA  
PRIMARIA "JOSEFA ORTIZ DE DOMÍNGUEZ" MUNICIPIO DE  
TOLIMÁN QUERÉTARO EN EL AÑO 2012.**

TRABAJO PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA FAMILIAR

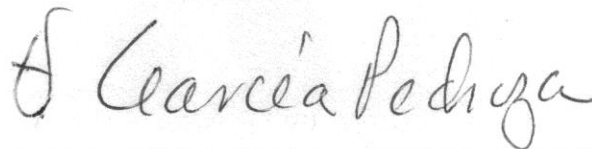
PRESENTA:

**DR. RIVAS GONZÁLEZ MARCELO**

AUTORIZACIONES:



DR. FRANCISCO JAVIER FULVIO GÓMEZ CLAVELINA  
JEFE DE LA SUBDIVISION DE MEDICINA FAMILIAR  
FACULTAD DE MEDICINA  
U.N.A.M



DR. FELIPE DE JESUS GARCÍA PEDROZA  
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN  
DE LA SUBDIVISION DE MEDICINA FALIMIAR  
FACULTAD DE MEDICINA  
U.N.A.M.

U.N.A.M.



DR. ISAÍAS HERNÁNDEZ TORRES  
COORDINADOR DE DOCENCIA  
DE LA SUBDIVISON DE MEDICINA FAMILIAR  
FACULTAD DE MEDICINA  
U.N.A.M.

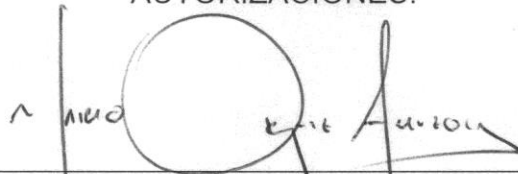
**PREVALENCIA DE ANEMIAS MEDIANTE TAMIZAJE POR  
HEMOGRAMA EN ESCOLARES DE 6 A 11 AÑOS EN LA  
PRIMARIA "JOSEFA ORTIZ DE DOMÍNGUEZ" MUNICIPIO DE  
TOLIMÁN QUERÉTARO EN EL AÑO 2012.**

TRABAJO PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA FAMILIAR

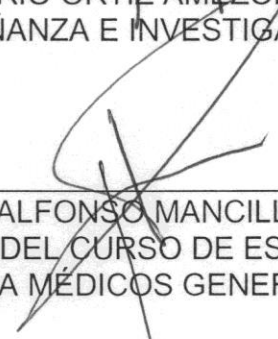
PRESENTA:

**DR. RIVAS GONZÁLEZ MARCELO**


AUTORIZACIONES:




DR. MARIO ORTIZ AMEZOLA  
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION DE LA SESEQ



M.C.E. RAMON ALFONSO MANCILLAS ORTÍZ  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN  
EN MEDICINA FAMILIAR PARA MÉDICOS GENERALES EN QUERÉTARO



DR. MARIA TERESITA ORTÍZ ORTÍZ  
JEFE DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN SESEQ  
ASESOR DE METODOLOGÍA DE TESIS



DR. JAVIER LOPEZ SANCHEZ  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACION  
EN MEDICINA FAMILIAR PARA MEDICOS GENERALES EN QUERETARO  
DIRECTOR DE TESIS

## AGRADECIMIENTO

Reencontrarme al amigo después de muchos años, me transporto al pasado y recordé momentos muy agradables cuando perseguíamos un sueño, lograr nuestras metas, Javier López Sánchez, ser médico especialista será una satisfacción personal, pero tenerte como amigo es un orgullo en esta isla de la vida, gracias por ser parte de mi historia familiar.

Moisés Mateo Medina un hermano, que te puedo decir más que gracias por ser Tú y por tus consejos.

Dr. Ramón Mancillas, por el reto y la paciencia por el esquema mental, el contexto aterrizado y por entendernos como alumnos, por sus consejos que más que del maestro fue el de un amigo.

Dr. Edgar Díaz un abrazo donde quiera que estés

Dra. Martha Machorro gracias.

A quienes hicieron posible la realización de éste trabajo, a mis compañeras químicas, del Centro de la Salud con Servicios Ampliados, al director de la primaria Josefa Ortiz de Domínguez del municipio de Tolimán Qro. Por permitir realizar ésta investigación en su centro de trabajo, a mis compañeros enfermeras, Lupita Vega jefa de enfermeras y al Dr. Martín Torres Manzanilla por alentarme y por su buena vibra, un sincero y profundo agradecimiento.

Sólo recordando lo sucedido, enfatizar que la Medicina familiar son conocimientos enriquecedores pero la amistad que conlleva a la vez no tiene precio no tiene jerarquías sólo en síntesis un apretón de manos, un abrazo fraterno o sólo una sonrisa.

Esperando que éste trabajo, sea en beneficio a los escolares del municipio.

## DEDICATORIA

Nunca imagine que al pretender incursionar en la nueva aventura del conocimiento, tendría que cursar con crisis para normativas, que dejaron honda huella en mí ser y sin duda de crecimiento, un reto que ahora comprendo que fue inconscientemente la Medicina Familiar una red de apoyo para levantarme y seguir adelante, ahora más que nunca sé que tengo a mi lado a unos seres maravillosos que siempre estuvieron alentándome cuando más desesperanzado me encontraba.

Gracias a Dios por estar siempre con nosotros y con las personas que me rodean, especialmente gracias a mi esposa: Alicia, a mis hijas Abril Samantha, Ariana Jewan, Sergio Daniel, Javier Brandon, por sus desvelos para conmigo en la realización de ésta tesis y a mi nieto Christopher Johan quien vino a darme paz y tranquilidad, a Juan por ser partícipe de esto, a mis padres sobre todo a mi madre, que a pesar de la distancia mi corazón está con ellos. A mi hermana Guillermina por estar siempre conmigo a Ma. Carmen por la admiración que me tiene y sus palabras de aliento y a Blanca por ser mí hermana.

Besos y mil gracias.

\*El médico, es un hombre o mujer que prescribe medicamentos de los que sabe poco, para curar enfermedades de las que sabe menos, en seres humanos de los que no sabe nada.\*

Voltaire

**TITULO:**

**“PREVALENCIA DE ANEMIAS MEDIANTE TAMIZAJE POR HEMOGRAMA EN  
ESCOLARES DE 6 A 11 AÑOS EN LA PRIMARIA “JOSEFA ORTIZ DE  
DOMÍNGUEZ” MUNICIPIO DE TOLIMÁN QUERÉTARO EN EL AÑO 2012.”**

## ÍNDICE GENERAL

1.	MARCO TEORICO.....	13
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	48
3.	JUSTIFICACIÓN.....	51
4.	OBJETIVO.....	53
	❖ GENERAL.....	53
	❖ ESPECÍFICOS.....	53
5.	HIPÓTESIS.....	54
6.	METODOLOGÍA.....	54
	❖ TIPO DE ESTUDIO.....	54
	❖ POBLACIÓN, LUGAR Y TIEMPO DE ESTUDIO.....	54
	❖ TIPO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	55
	❖ CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN Y ELIMINACIÓN.....	55
	❖ VARIABLES E INFORMACION A RECOLECTAR.....	56
	❖ MÉTODO O PROCEDIMIENTO PARA CAPTURAR LA INFORMACIÓN.....	61
	❖ CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	65
7.	RESULTADOS.....	67
	❖ DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.....	67
	❖ TABLAS, CUADROS Y GRAFICAS.....	71
8.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	109
9.	CONCLUSIONES.....	113
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	116
11.	ANEXOS.....	120



## INTRODUCCIÓN

La anemia, es uno de los problemas de salud pública más frecuente en el mundo sobre todo en países en vías de desarrollo, con repercusiones muy importantes para la salud y el desarrollo socio-económico individual y colectivo.

Según la Organización Mundial de la Salud, en el mundo existen aproximadamente unos 2,000 millones de personas anémicas y que cerca del 50% de los casos puede atribuirse a la carencia de hierro.

La prevalencia de anemia varía mucho dependiendo del grupo etario, el lugar, las condiciones socioeconómicas, e incluso el tiempo. Hay diferencias sustanciales entre prevalencias de hace 20 o 30 años comparadas con las actuales. Desafortunadamente, pocos países cuentan con información detallada acerca de estas.

Se calcula que alrededor de 100 millones de personas en el continente americano sufren de anemia ferropénica, siendo las mujeres embarazadas y los niños pequeños quienes presentan la prevalencia más alta. Lo cual no obvia la necesidad de examinar e -intervenir si se requiere-.a otros grupos poblacionales como los escolares sobre los cuales existen pocos datos.

Así los países en desarrollo, la prevalencia de anemias en escolares se han estimado en 46%, encontrándose las tasas más altas en África con 52% y en el sudeste asiático 63%. En América Latina, el número estimado en niños anémicos en la década de los ochenta del siglo pasado fue de 13,7 millones, lo que equivalía a una prevalencia de 26%.

En nuestro país un estudio reveló una prevalencia nacional de 70% en los niños de 6 a 12 meses de edad, y del 45% en aquellos de 12 a 24 meses.

La deficiencia de hierro tiene un espectro que va desde la reducción y agotamiento de las reservas de este mineral, hasta la reducción de las células rojas y de la concentración de hemoglobina. En consecuencia, hay deficiencia de hierro sin anemias. Los niños son uno de los grupos más vulnerables a esta deficiencia, debido al rápido desarrollo y crecimiento. La importancia no solamente radica en su alta frecuencia, si no en los trastornos funcionales que ocasionan. Debido a una menor capacidad de los eritrocitos para transporte de oxígeno, se ha demostrado que el déficit de hierro en los niños se asocia a muchas alteraciones en los procesos metabólicos que pueden tener impacto incluso en la función cerebral la cual provocan cambios en la función cognoscitiva. Gracias a la tecnología, hoy se tiene más recursos que permiten mejorar el proceso diagnóstico y terapéutico como es el tamizaje por hemograma para conocer y disminuir mediante medidas anticipatorias el impacto de la enfermedad en el individuo, familia, comunidad y sociedad en conjunto, mejorando los indicadores de calidad de vida y bienestar impactando favorablemente el proceso salud –enfermedad, con atención integral y continua con enfoque de riesgo.

## PRÓLOGO

Tal vez la principal función biológica y social de la familia sea la de cuidar y preparar al individuo para que tenga un buen desempeño en su actuar futuro dentro de la sociedad, moldear su carácter y personalidad, su cuidado nutricional de manera tal que se aproxime a los estándares que se adquiere para que sus funciones coincidan con sus necesidades, en el actual forma de convivencia social nos encontramos a diferentes factores de riesgo que pueden desencadenar el buen o mal funcionamiento en la familia y que considera a cualquier condición de aspecto biológico, psicológico o social que se puede asociar a una mayor probabilidad de un evento estresante como es la enfermedad que cause disfunción en la familia en cualquier momento del ciclo evolutivo de ella y si bien la familia cualquiera que sea su acepción es el sitio donde los individuos buscamos y encontramos en nuestros padres solucionar nuestras necesidades físicas, emocionales, de bienestar, de salud y seguridad desde que nacemos.

En México, cuando un niño padece alguna enfermedad afecta a sus padres, pues ellos tendrán que superar sus sentimientos y emociones para enfrentar los sinsabores que representa la enfermedad, la cual condiciona cambios en el estilo de vida del grupo familiar, como son cuidados especiales a estos niños que llegan a confundir y sobreproteger, siendo contraproducente provocando aislamiento social e incrementando manifestaciones de rechazo y rebeldía ante la enfermedad lo cual repercute negativamente en su adhesión terapéutica, ante ello es necesario que se informe del diagnóstico tanto al niño enfermo como a los familiares para que adquieran conocimientos acerca del tratamiento y desarrollen destrezas en su manejo, con el fin de llevar a cabo un control adecuado de la enfermedad contribuyendo así a mantener la homeostasia familiar.

## RESUMEN

**Objetivos:** Identificar la prevalencia de anemias en escolares de 6 a 11 años aparentemente sanos, mediante tamizaje por hemograma en la primaria “Josefa Ortiz de Domínguez” en el municipio de Tolimán Qro. Durante el año 2012.

**Metodología:** En un estudio descriptivo, prospectivo y transversal se tamizo por hemograma a 163 escolares de 6 a 11 años, clasificándolas en base al resultado por grado de anemia, así como por tipo de anemia: Microcítica e hipocrómica, megaloblástica y no megaloblástica, con el resultado de hemograma y la identificación de los factores de riesgo ya conocidos para la patología de anemia.

**Resultados:** El diagnóstico más frecuente corresponde al grado de anemia leve con el 19.1%. Y de estos, por el tipo de anemia el 51.6%, corresponde a Microcítica e hipocrómica y con megaloblástica el 48.4%, el grupo de 6 años resultó el más afectado con el 22.6% de anemias.

**Conclusiones:** En la escuela “Josefa Ortiz de Domínguez” del municipio de Tolimán Qro. El grado de anemia más común es el leve con una clara influencia de factores socioeconómicos y antecedentes o hábitos alimenticios deficientes. El tipo más frecuente es: La microcítica hipocrómica seguida de la megaloblástica, siendo la anemia una enfermedad que se va desarrollando por depleción de las reservas de hierro y vitamina B 12, en el trascurso de 4 años y para el ácido fólico 3 a 4 meses antes de que se presente. Es necesario orientar a las familias sobre nutrición, hábitos de alimentación así como realizar tamizaje por hemograma a los escolares de ingreso a primaria, y contar con servicio de nutrición permanente en las unidades de primer nivel de atención para evitar las complicaciones derivadas de esta enfermedad.

**Palabras clave:** Anemia, hemograma, Microcítica e hipocrómica, megaloblástica.

## **SUMMARY**

**Objectives:** To identify the prevalence of anemia in school children aged 6 to 11 apparently healthy by screening for CBC in the primary "Josepha Ortiz de Domínguez" Tolimán in the municipality of Querétaro. During 2012.

**Methods:** In a descriptive, prospective and cross by CBC sieved to 163 schoolchildren aged 6 to 11 years, classified based on the result for degree of anemia, as well as by type of anemia: Microcytic hypochromic, megaloblastic and non-megaloblastic, with CBC and the result of the identification of risk factors for the condition known as anemia.

**Results:** The most frequent diagnosis corresponds to the degree of mild anemia with 19.1%. And of these, by the type of anemia 51.6%, corresponding to hypochromic microcytic and megaloblastic 48.4%, the 6 year old was the most affected with 22.6% of anemias.

**Conclusions:** At school "Josepha Ortiz de Dominguez" Tolimán Qro Township. The degree of anemia is the most common mild with a clear influence of socioeconomic factors and history or poor eating habits. The most common type is the hypochromic microcytic followed by megaloblastic anemia remains a disease that is developed by depletion of the reserves of iron and vitamin B12, in the course of four years and folic acid 3-4 months before that is present. It is necessary to guide families on nutrition, eating habits and perform screening for CBC to entering primary school, and have permanent nutrition service units primary care to prevent complications from the disease.

**Keywords:** Anemia, CBC, microcytic hypochromic megaloblastic

## 1. MARCO TEÓRICO

La anemia por deficiencia de hierro es una de las carencias nutricionales más frecuentes en el mundo. Su presencia afecta la respuesta inmune y la resistencia a las infecciones, el metabolismo del músculo, el desarrollo intelectual, la capacidad cognitiva, de trabajo y la regulación de la temperatura corporal. Así como el retraso de talla con peso normal o elevado respecto de su talla actual, es la forma prevalente de mal nutrición en los niños. Estas situaciones pueden coexistir en los mismos individuos, estratos sociales y regiones, por otro lado, la deficiencia de micronutrientes en individuos aparentemente sanos suele pasar inadvertida y puede traer consecuencias críticas en la salud <sup>1,11</sup>

La anemia, se define como el estado en el cual el organismo presenta un descenso de la masa eritrocitaria que resulta insuficiente para aportar el oxígeno necesario a las células. En la práctica se denomina anemia al estado en el cual hay una reducción mayor al 10% en la concentración de hemoglobina en la sangre periférica por debajo de lo normal de acuerdo a edad, sexo y altura sobre el nivel del mar. Es un problema de salud pública generalizado que tiene consecuencias de gran alcance para la salud humana y para el desarrollo social y económico. A pesar de que los cálculos de la prevalencia de la anemia varían mucho y a menudo no hay datos exactos, puede suponerse que en regiones de escasos recursos una proporción considerable de niños de corta edad y de mujeres en edad fértil padecen anemia. <sup>1,29 30, 40</sup>

La OMS calcula que en el mundo hay aproximadamente un total de 2.000 millones de personas anémicas, y que cerca del 50% de los casos pueden atribuirse a la carencia de hierro. Existe información documentada sobre los efectos más dramáticos en la salud y que a saber son: el incremento de riesgo de muerte materna y del niño debido a la anemia severa. Además, las consecuencias de la anemia ferropénica en el desarrollo cognoscitivo y físico de los niños y la baja productividad laboral de los adultos son motivo de gran preocupación ya que

repercute en su adecuado funcionamiento. Así mismo, la alta prevalencia de anemia en los pacientes quirúrgicos puede aumentar el riesgo de morbilidad y mortalidad posoperatorias. Aunque durante muchos años la anemia se ha reconocido como un problema de salud pública, se ha reportado poco progreso y la prevalencia mundial de este problema sigue siendo inadmisiblemente elevada.<sup>2, 34,35</sup>

Según la (OMS) en el 2010 más del 24.8% de la población mundial es anémico y en las poblaciones de bajos recursos los niños en edades pediátricas son los principales afectados; no obstante pocos países cuentan con programas a gran escala para solucionar esta situación. El resultado como ya se mencionó, es que no ha habido un descenso significativo en la incidencia mundial de esta.<sup>3</sup>

En México a pesar de existir una reducción desde 1999 hasta la fecha, la prevalencia de anemia sigue siendo elevada, De acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012), la prevalencia de anemia disminuyó en niños de 12-24 meses 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 disminuyó desde 31.6% en 1999 a 26.8%, en 2006 hasta 23.3% en 2012, en escolares la prevalencia disminuyó desde 15.2% en 1999 a 13.1% en 2006 hasta 10.1% en 2012, es decir 0.4 pp/año. En donde los más afectados son los niños de 5 años con 18.3% en comparación con los de 11 años con 5.7% seguido de niños de seis años con 13.2% en el 2012. La prevalencia de anemia también tiene relación con las distintas regiones del país, de tal manera que el descenso es mínimo en la región sur del país, mientras que en las regiones norte y centro del país ha sido del 5%. En los escolares, de acuerdo a la ENSANUT 2006 el 16.6% presenta anemia, siendo más frecuente entre los 6-7 años de edad.<sup>4,5, 6, 20</sup>

Dentro de las 10 causas de mortalidad en México, 1999 la anemia clasificada dentro de las desnutriciones en escolares de 5 a 9 años fue en séptimo lugar con un 2.7% de muertes.<sup>6</sup>

Hablar de anemias, no sería correcto sin explicar cómo se lleva a cabo la producción de eritrocitos transportadores de hemoglobina y el origen de los mismos, para entrar en contexto. El sistema hematopoyético está compuesto por diferentes tipos celulares que derivan de la diferenciación y expansión de progenitores inmaduros. Su funcionamiento correcto asegura la producción de las células responsables del transporte de oxígeno, la coagulación sanguínea y la inmunidad. Se organiza como una jerarquía en la que las relaciones entre los diferentes tipos celulares se basan en la capacidad de proliferación y de diferenciación celular. El funcionamiento normal de la hematopoyesis resulta de la interacción entre mecanismos intracelulares y la influencia del microambiente donde se desarrollan las células hematopoyéticas.<sup>7</sup>

En la médula ósea hay células llamadas célula madre hematopoyética pluripotencial, de las cuales derivan todas las células de la sangre circulante, a medida que estas células se reproducen, lo que continúa a lo largo de toda la vida de una persona, una porción de ellas permanece exactamente igual a las células pluripotenciales originales y se retiene en la médula ósea para mantener un aporte de ellas, aunque su número disminuya con la edad. La porción mayor de las células madre pluripotenciales, sin embargo, se diferencia para formar las otras células que se muestran más adelante. La primera descendencia puede todavía diferenciarse de las células madre pluripotenciales, aunque ya estén comprometidas en una línea celular particular, y se denominan células madre comprometidas.<sup>8</sup>

Las diferentes células madre comprometidas, cuando crecen en cultivos, producirán colonias de tipos específicos de células sanguíneas. Una célula madre comprometida que produzca eritrocitos se llama unidad formadora de colonias de eritrocitos, y se utiliza la abreviación CFU-E para designarlas. De igual forma, las



unidades formadoras de colonias que forman granulocitos y monocitos tienen la designación de CFU-GM y así sucesivamente.<sup>8,9</sup>

La proliferación y reproducción de las diferentes células madre están controladas por múltiples proteínas llamadas inductores de la proliferación. Se ha descrito cuatro inductores principales, cada uno con características diferentes. Uno de ellos, la interleucina-3, promueve la proliferación y reproducción de casi todos los tipos diferentes de célula madre, mientras que los otros inducen proliferación de tipos específicos de células madre comprometidas.<sup>8,9</sup>

Los inductores de la proliferación promueven ésta, pero no la diferenciación de las células. Esta es la función de otro grupo de proteínas, llamadas inductores de la diferenciación. Cada una de ellas hace que un tipo de célula madre se diferencie uno o más pasos hacia el tipo final de la célula sanguínea adulta.<sup>8</sup>

La formación de los inductores de la proliferación y diferenciación está controlada por factores externos a la médula ósea.<sup>8</sup>

#### *Estadios de diferenciación de los hematíes*

La primera célula que puede identificarse como perteneciente a la serie de hematíes es el proeritroblasto. Bajo una estimulación apropiada, se forma un gran número de estas células a partir de las células madre CFU-E.

Una vez que se ha formado el proeritroblasto, se divide varias veces más, formando finalmente muchos hematíes maduros. Las células de la primera generación se llaman eritroblastos basófilos porque se tiñen con pigmentos básicos; en este punto, la célula ha acumulado muy poca hemoglobina. Las células se llenan de hemoglobina hasta una concentración de aproximadamente un 34%, el núcleo se condensa hasta un tamaño pequeño, y su resto final sale de la célula. Al mismo tiempo, se reabsorbe el retículo endoplasmático. La célula en este estadio se llama reticulocito porque todavía contiene una pequeña cantidad

de material basófilo, que consta de restos del aparato de Golgi, mitocondrias y otros tipos de organeras citoplasmáticas. Durante esta fase de reticulocito, las células migran de la médula ósea pasan a los capilares sanguíneos por diapédesis. El resto del material basófilo de los reticulocitos desaparece normalmente en 1 a 2 días, y la célula es entonces un eritrocito maduro. Debido a la corta vida de los reticulocito, su concentración entre todos los hematíes de la sangre es normalmente algo menor del 1%.<sup>8,9</sup>

#### *Regulación de la producción de los hematíes: papel de la eritropoyetina*

La masa total de hematíes en el sistema circulatorio está regulada dentro de límites estrechos, de forma que se dispone siempre de un número adecuado de ellos para proporcionar una adecuada oxigenación y no excesiva como para entorpecer el flujo sanguíneo. Cualquier proceso que reduzca la cantidad de oxígeno que se transporta a los tejidos aumenta habitualmente los productos de hematíes. De este modo, cuando una persona se hace extremadamente anémica debido a una hemorragia, la médula ósea comienza inmediatamente a producir cantidades elevadas de hematíes. En una altitud muy elevada, donde la cantidad de oxígeno en el aire está muy reducida, se transporta una cantidad insuficiente de oxígeno a los tejidos, y aumenta considerablemente los productos de hematíes. Varias enfermedades de la circulación provocan un menor flujo sanguíneo a través de los vasos, y sobre todo provocan una menor absorción de oxígeno de la sangre cuando pasa por los pulmones, puede aumentar también la producción de hematíes. Es especialmente significativo en la insuficiencia cardiaca y en muchas enfermedades pulmonares porque la hipoxia tisular aumenta la producción de hematíes, con el incremento resultante del hematocrito y habitualmente del volumen sanguíneo total. El principal factor que estimula la producción de hematíes es una hormona circulante llamada eritropoyetina, una glucoproteína con un peso molecular de unos 34000. En ausencia de eritropoyetina, la hipoxia tiene poco o ningún efecto en la estimulación de la producción de hematíes. Por otra parte, cuando el sistema de la eritropoyetina funciona, la hipoxia provoca un

notable aumento de la producción de hematíes hasta que la hipoxia desaparece. En la persona normal, aproximadamente el 90% de toda la eritropoyetina se forma en los riñones; el resto se forma principalmente en el hígado. Una posibilidad es que las células del epitelio tubular renal secreten la eritropoyetina porque la sangre anémica sea incapaz de transportar suficiente oxígeno desde los capilares peritubulares a las células tubulares que consumen mucho oxígeno, estimulando así la producción de eritropoyetina.<sup>9, 8</sup>

A veces, la hipoxia estimulará también en otra parte del cuerpo (pero no en los riñones) la secreción de eritropoyetina, lo que sugiere que podría haber un sensor extrarrenal que enviara señales adicionales a los riñones para producir esta hormona. En particular la noradrenalina, la adrenalina y varias prostaglandinas estimulan la producción de eritropoyetina. Cuando se extirpan los dos riñones, o una enfermedad renal, aparece invariablemente una intensa anemia, porque el 10% de la eritropoyetina normal formada en otros tejidos es suficiente para provocar la formación de sólo una tercera parte a la mitad de los hematíes necesarios.<sup>9, 14</sup>

La eritropoyetina comienza a formarse de minutos a horas, aunque casi no aparecen nuevos hematíes en la circulación hasta 5 días después. Se ha determinado que el efecto importante de la eritropoyetina es estimular la producción de proeritroblastos a partir de la células madre hematopoyéticas en la médula ósea. Además, una vez que se ha formado la proeritroblasto, la eritropoyetina hace que las células pasen también con mayor rapidez de lo normal a través de los diferentes estadios eritroblásticos, acelerando la producción de nuevas células. La rápida producción de células continúa mientras la persona permanezca en situación de escasez de oxígeno, o hasta que se produzcan suficientes hematíes para transportar cantidades adecuadas de oxígeno a los tejidos, a pesar de la escasez de éste; en este momento la producción de eritropoyetina se reduce hasta un valor que mantendrá el número de hematíes

requeridos, pero no un exceso. En ausencia de eritropoyetina, se forman pocos hematíes en la médula ósea. En el otro extremo, cuando se forman grandes cantidades de eritropoyetina y hay abundancia de hierro disponible y de otros nutrientes necesarios, la producción de hematíes puede elevarse hasta quizás diez o más veces lo normal. Por lo tanto, el mecanismo de control de la eritropoyetina sobre la producción de hematíes es muy poderoso.<sup>9, 11, 14</sup>

### *Maduración de las hematíes: Necesidad de vitamina B12 (cianocobalamina) y de Ácido fólico*

Para la maduración final de los hematíes son especialmente importantes dos vitaminas. Ambas son esenciales para la síntesis del ADN porque cada una, de forma diferente, es necesaria para la formación de trifosfato de timidina, uno de los bloques de construcción esenciales del ADN. Por tanto, la ausencia de vitamina B12 o de ácido fólico disminuye el ADN y en consecuencia, causa un fracaso en la maduración y división nuclear. Las células eritroblásticas de la médula ósea, además de no proliferar con rapidez, producen sobre todo hematíes mayores de lo normal llamados macrocitos y la célula tiene una membrana muy delgada y es a menudo irregular y oval, en lugar del disco bicóncavo habitual. Estas células mal formadas, tras entrar en la sangre circulante, son capaces de transportar oxígeno con normalidad, pero su fragilidad les hace tener una vida corta. La mitad a una tercera parte de lo normal. Por tanto, se dice que el déficit de vitamina B12 o de ácido fólico produce un fracaso de la maduración en el proceso de la eritropoyesis. Una causa frecuente del fracaso de la maduración es la no absorción de vitamina B12 en el tubo digestivo. Esto ocurre a menudo en la anemia perniciosa, en la que la alteración básica es una mucosa gástrica atrófica que no produce secreciones gástricas normales. Las células parietales de las glándulas gástricas secretan una gluco - proteína llamada factor intrínseco, que se combina con la vitamina B12 de los alimentos y facilita la absorción de la B12 en el intestino. La ausencia de factor intrínseco causa, por tanto, la pérdida de gran parte de la vitamina, debido a la acción de las enzimas digestivas del intestino y el

fracaso de absorción. Una vez que la vitamina B12 se ha absorbido del tubo digestivo, se almacena en gran cantidad en el hígado y después, a medida que se necesita, se libera lentamente a la médula ósea y a otros tejidos del cuerpo. La cantidad mínima de vitamina B12 necesaria cada día para mantener la maduración de los hematíes normales es de sólo 1 a 3 microgramos, y el depósito normal en el hígado y otros tejidos corporales es de aproximadamente 1000 veces esta cantidad. Por tanto, son necesarios 3 a 4 años de absorción defectuosa de B12 para presentarse una anemia por fracaso de la maduración.<sup>10, 11,41</sup>

El ácido fólico es un constituyente normal de las verduras verdes, algunas frutas, el hígado y otras carnes. Las personas con alteraciones de la absorción gastrointestinales, como con la enfermedad frecuente del intestino delgado llamada esprue, a menudo tienen serias dificultades para absorber ácido fólico y vitamina B12. Por lo tanto, en muchos casos de fracaso de maduración, la causa es un déficit en la absorción de ácido fólico y vitamina B12.<sup>11</sup>

### *Formación de hemoglobina*

La síntesis de hemoglobina comienza en los proeritroblastos y continúa levemente incluso en el estudio de reticulocito, porque cuando éstos dejan la médula ósea y pasan al torrente sanguíneo, continúan formando cantidades mínimas de hemoglobina durante un día aproximadamente. En primer lugar, la succinil – Co A, formada en el ciclo de Krebs, se une a la glicina para formar una molécula de pirrol. Después, cuatro pirroles se combinan para formar la protoporfirina IX, que tiende a combinarse con el hierro para formar la molécula hem. Finalmente, cada molécula hem se combina con una larga cadena polipéptica, llamada globina, sintetizada por los ribosomas, formando una subunidad de hemoglobina llamada cadena de hemoglobina. Cada una de estas cadenas tiene un peso molecular de aproximadamente de 16000; se unen cuatro de ellas de forma laxa para formar la molécula completa de hemoglobina. Existen diferentes ligeras variaciones en distintas subunidades de las cadenas de

hemoglobina, dependiendo de la composición en aminoácidos de la porción polipeptídica. Los diferentes tipos de cadenas se denominan cadenas alfa, cadenas beta, cadenas gamma y cadenas delta. La forma más frecuente de hemoglobina en el ser humano adulto. La hemoglobina A, es una combinación de dos cadenas alfa y dos cadenas beta. Debido a que cada cadena tiene un grupo proteico hem, hay 4 átomos de hierro en cada molécula de hemoglobina; cada una de ellas puede unirse a una molécula de oxígeno, siendo pues un total de 4 moléculas de oxígeno las que pueden transportar cada molécula de hemoglobina. La hemoglobina A tiene un peso molecular de 64458.<sup>12, 9, 8</sup>

La naturaleza de las cadenas de hemoglobina determina la afinidad de unión de la hemoglobina por el oxígeno. Las alteraciones en las cadenas pueden variar también las características físicas de la molécula de hemoglobina. La característica más importante de la molécula de hemoglobina es su capacidad de combinarse de forma laxa y reversible con el oxígeno. La función básica de la hemoglobina en el organismo depende de su capacidad de combinarse con el oxígeno en los pulmones y de liberarlo después en los capilares tisulares, donde la tensión gaseosa del oxígeno es mucho menor que en los pulmones. El oxígeno no se combina con los dos enlaces positivos del hierro en la molécula de hemoglobina. En su lugar, se une de forma laxa a uno de los también llamados enlaces de coordinación del átomo de hierro. Este es un enlace extremadamente débil para que la combinación sea fácilmente reversible. Además, el oxígeno no se hace oxígeno iónico sino que se transporta como molécula de oxígeno, compuesta de dos átomos de oxígeno, a los tejidos donde, debido a la debilidad del enlace y a la reversibilidad de la combinación, se libera a los líquidos tisulares en forma de moléculas de oxígeno disueltos, en lugar de oxígeno iónico.<sup>12</sup>

Propiedades funcionales de la hemoglobina como transportadores de oxígeno:

a. La afinidad por el oxígeno de la hemoglobina es tal que la hemoglobina se satura por completo con oxígeno en los pulmones expuesto al aire atmosférico y

entrega oxígeno a la presión parcial de oxígeno que encuentra en los tejidos. Se puede comparar la afinidad por el oxígeno de diferentes hemoglobinas o diferentes eritrocitos determinando la presión parcial de oxígeno a los cuales es oxigenada la mitad de la hemoglobina y la mitad de desoxigenada, es decir, la P50.

b. La unión inicial del oxígeno con la hemoglobina facilita la unión siguiente del oxígeno con la hemoglobina. A ésta característica se denomina interacción hemo - hemo, porque la unión de un hemo afecta las propiedades de unión de otros hemos. La cambiante afinidad por el oxígeno de la hemoglobina con la oxigenación produce una curva sigmoidea cuando se diagrama el grado de oxigenación o porcentaje de saturación con oxígeno de la hemoglobina contra la presión parcial de oxígeno. La gran afinidad por el oxígeno de la mioglobina a la presión de oxígeno normal en los tejidos permite que la hemoglobina actúe como una proteína de acumulación de oxígeno del músculo, que lo libera a la presión parcial intracelular de oxígeno muy baja que se produce como consecuencia del ejercicio.

c. La afinidad por el oxígeno de la hemoglobina cambia con el pH intracelular. En los capilares de los tejidos en actividad metabólica el CO<sub>2</sub>, entra en el plasma y los eritrocitos. Estos contienen anhidrasa carbónica que rápidamente convierte el CO<sub>2</sub> al H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, un ácido débil que se ioniza a H y HCO<sub>3</sub>, haciendo descender el pH intracelular. Este aumento de la concentración del ión hidrógeno reduce la afinidad del oxígeno por la hemoglobina (efecto Bohr) y facilita la entrega de oxígeno a los tejidos. A medida que se acumula en el eritrocito desoxihemoglobina, un ácido más débil que la oxihemoglobina y que por lo mismo puede fijar los protones que se agregan, la desoxihemoglobina se une a los iones H liberado del H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. La mayor cantidad de iones HCO<sub>3</sub> se difunden hacia el exterior del eritrocito y son remplazados por iones cloruro en la llamada 'desviación cloruro'. En los pulmones el proceso se invierte; la sangre se desprende de CO<sub>2</sub>, se eleva el pH y aumenta la afinidad por el oxígeno de la hemoglobina. En la actualidad, se reconoce como principales reguladores de la

afinidad por el oxígeno la concentración de hidrogeniones, la temperatura y los fosfatos orgánicos, especialmente 2-3-DPG. El ATP, el cual ocupa el segundo lugar en abundancia en los eritrocitos humanos, está unido principalmente al  $Mg^{++}$  y el complejo  $Mg^{++}$ -ATP tiene escaso efecto sobre la afinidad por el oxígeno. El efecto de la temperatura sobre la afinidad por el oxígeno parece ser fisiológicamente correcto, con el aumento de la temperatura disminuye la afinidad por el oxígeno, que aumenta cuando se produce hipotermia. El 2-3-DPG altera la afinidad por dos mecanismos. Por medio de su unión a la desoxihemoglobina, y por su efecto por el pH intracelular. La mayor disminución de la afinidad por el oxígeno de la hemoglobina que se observa cuando la concentración molar de 2-3-DPG excede a la concentración molar de hemoglobina, refleja la contribución del 2-3-DPG al efecto Bohr.<sup>12,9</sup>

La localización anatómica del sistema hematopoyético cambia a lo largo del desarrollo embrionario y post natal. Hoy día se piensa que este proceso se inicia durante la embriogénesis. La primera localización es extraembrionaria en los islotes del saco vitelino. La hematopoyesis en este momento se caracteriza por restringirse a la producción de células eritroides nucleares, con hemoglobina embrionaria. Posteriormente, la hematopoyesis tendrá localización definitiva intraembrionaria, primero en la esplacnopleura paraaórtica y luego en la región denominada AGM (Aortic- Gonadal- Mesonephros). Después de que se desarrolla la circulación sanguínea, es el hígado fetal en el segundo trimestre de gestación el principal órgano hematopoyético, para trasladarse definitivamente a la médula ósea y tejidos linfáticos periféricos en el último mes del embarazo.<sup>13, 14, 8</sup>

Los eritrocitos son las células más abundantes de la sangre, una función importante de estos también conocidos como hematíes, es transportar hemoglobina que a su vez transporta oxígeno desde los pulmones a los tejidos. Los eritrocitos normales son discos cóncavos que tiene un diámetro medio de unos 7.8 micras y un espesor de 2.5 micras en su punto más grueso y de 1 micra o menos en el centro. El volumen medio del eritrocito es de 90-95 femtolitros. En



los varones adultos sanos el número medio de eritrocitos por milímetro cubico es de 5, 200,000 ( $\pm$  300,000); en la mujer 4, 700,000 ( $\pm$  300,000). Tienen la capacidad de concentrar la hemoglobina en el líquido celular hasta unos 34 gramos por cada 100 ml de células (g/dl). Cuando el hematocrito (el porcentaje de sangre que son células, normalmente del 40-45%) y la cantidad de hemoglobina en cada célula son normales, la sangre completa de los varones contiene una medida de 15 g de hemoglobina por 100 ml de células; en las mujeres contiene una media de 14 g por 100 ml. Cada gramo de hemoglobina pura es capaz de combinarse con 1,34 ml de oxígeno. Entonces un varón y una mujer normal pueden transportar un máximo de unos 20 y 19 ml de oxígeno respectivamente combinados con la hemoglobina por cada 100 ml de sangre. <sup>14</sup>

## METABOLISMO DEL HIERRO

Aunque solo existe en pequeñas cantidades en los seres vivos, el hierro ha asumido un papel vital en el crecimiento y en la supervivencia de los mismos y es necesario no sólo para lograr una adecuada oxidación tisular sino también para el metabolismo de la mayor parte de las células. El hierro es el elemento número 26 en la tabla periódica y tiene un peso atómico de 55.85 es el cuarto elemento en abundancia y el segundo metal más abundante en la corteza terrestre. El hierro fue seleccionado en la evolución de los tiempos de entre muchos metales transicionales para formar la energía vital en la fisiología de los vertebrados. <sup>15,12</sup>

Hoy en día tiene una diversa participación en el manejo de los seres vivos, desde la activación del oxígeno, del nitrógeno e hidrogeno hasta el control de flujo de electrones a través de numerosas vías bioenergéticas. En la actualidad con un incremento en el oxígeno atmosférico el hierro se encuentra en el medio ambiente casi exclusivamente en forma oxidada (férrica ó Fe<sup>+++</sup>) y en esta forma es poco utilizable. Ciertas formas de vida, incluyendo al hombre, tienen por lo tanto dificultad en procurárselo en forma suficiente, sin embargo otros han desarrollado mecanismos sofisticados para convertirlo de altamente insoluble e inaprovechable

a formas útiles para sí misma. Las raíces de las plantas secretan sustancias que aumentan la absorción del hierro, sobre todo si ellas sobreviven en terreno alcalino y particularmente en aquellos con altas concentraciones de fosfato. La habilidad de los microorganismos (bacterias) para procurarse hierro a través de la síntesis y excreción de los complejos agentes quelantes es de gran interés científico y ha sido ya adaptado al tratamiento de la sobrecarga de hierro en el hombre.<sup>15, 12</sup>

En los adultos sanos el hierro corporal total es de 3 a 4 gramos ó 35 mg/kg en las mujeres a 50 mg/kg en los hombres y se encuentra distribuido en dos formas:

A. 70% como hierro funcional (2.8 g)

- Eritrocitos (65%)
- Tisular: mioglobinas (4%)
- Enzimas dependientes del hierro (hem y no hem): 1%

Estas son enzimas esenciales para la función de las mitocondrias y que controlan la oxidación intracelular (citocromos, oxidasas del citocromo, catalasas, peroxidasas).

- Transferrina (0.1%), la cual se encuentra normalmente saturada en 1/3 con hierro.

La mayor atención con relación a este tipo de hierro se ha enfocado hacia el eritrón, ya que su estatus de hierro puede ser fácilmente medible y constituye la principal fracción del hierro corporal

B. 30% como hierro de depósito (1g):

- Ferritina (2/3)
- Hemosiderina (1/3)

La mayor porción de hierro corporal se encuentra distribuido como hierro haciendo parte de las moléculas de protoporfirina IX en los complejos de

hemoglobina dentro de la célula roja (65-70%). Como la principal función de la hemoglobina es transportar oxígeno a los tejidos, de allí se deriva la principal importancia de hierro.

Cuando existe un equilibrio entre las pérdidas diarias de hierro (1mg/d) y su absorción (normalmente 10% de lo que se ingiere) se dice que hay un balance adecuado entre estas dos formas de distribución del hierro.

En el terreno práctico se ha puesto el mayor énfasis en aquellos complejos que contiene hierro y que pueden ser medidos cuantitativamente y que se ha demostrado estas influenciados directamente por alteraciones en el contenido de hierro corporal:

- Hemoglobina: Transporta el oxígeno a las células.
- Transferrina: Transporta el hierro a través del plasma.
- Ferritina: Principal forma de depósito de hierro en los tejidos.

Estudios recientes de disponibilidad de hierro de los alimentos han demostrado que el hierro del hem es absorbido bien, pero el hierro no hem se absorbe en general muy pobremente y este último es el hierro que predomina en la dieta de gran cantidad de gente en el mundo. Prueba de ello es el hecho de que la cantidad de hierro que debería de ser absorbida cada día para llenar los requerimientos fisiológicos generalmente son mucho menores que aquella presente en la dieta, lo que explica así que la sobrecarga de hierro sea rara y la deficiencia de éste afecte un gran número de personas, en general el hierro es fácil y reversiblemente oxidado y reducido ( $\text{Fe}^{+++}$  = oxidado;  $\text{Fe}^{++}$  = reducido).<sup>15</sup>

Dado que las pérdidas en el hombre son extremadamente restringidas, los mecanismos de absorción, se constituyen en el principal regulador del balance del hierro normalmente.

El contenido diario normal del hierro en la dieta es de 10 a 20 mg, de los cuales solo se absorbe el 10%, es decir entre 1 y 2 mg. La excreción normal de

hierro es igualmente de 1 mg al día. En otras palabras, normalmente se absorbe sólo lo que se elimina. En situaciones patológicas estos mecanismos se alteran. Así, en las deficiencias de hierro la absorción se puede aumentar en un 20% o más.

La dieta aporta el hierro en 2 formas:

-HEM:

Como hemoglobina y mioglobina, presenta principalmente en la carne y derivados.

La absorción del hierro hem no es afectada por ningún factor ni dietético, ni de secreción gastrointestinal. Se absorbe cual tal dentro del anillo porfirínico. El hierro es liberado de las células de la mucosa por la hem oxigenasa, enzima, que abunda en las células intestinales del duodeno.

-NO HEM.

La absorción del hierro no hem, por el contrario se encuentra afectada por una gran cantidad de factores dietéticos y de secreción gastrointestinal.

El hierro procedente de la dieta, especialmente NO HEM, es hierro férrico y debe ser convertido en hierro ferroso a nivel gástrico antes que ocurra su absorción en esta forma (hierro ferroso) a nivel duodenal principalmente. Este papel es llevado a cabo con el concurso muy especial del ácido clorhídrico, el cual convierte el hierro férrico de la dieta en hierro ferroso.<sup>15</sup>

Existe además una gran cantidad de factores o “ligantes” que pueden facilitar o entorpecer la absorción de hierro. Estos ligantes en general pueden ser:

- Reductores.
- Oxidantes.

Entre los principales factores que pueden facilitar la absorción del hierro podemos citar los siguientes:

A.- El ácido clorhídrico: convierte el hierro férrico NO HEM proveniente de la dieta en hierro ferroso.

B.- Ciertas sustancias o ligantes reductores, como:

- ácido ascórbico (o vitamina "C").

-ácido cítrico.

-cisteína.

-grupos sulfhídricos derivados de proteínas (complejos monoméricos).

-piruvatos, succinato, fructosa, sorbitol, aminas, aminoácidos, ciertos azúcares.

El efecto favorecedor de la absorción del hierro NO HEM por el ácido ascórbico, se ha demostrado, es dosis dependiente.

C.- Otros factores: el alcohol, el cual aumenta la absorción del hierro al parecer por estimulación de la secreción gástrica. Además muchos vinos y cervezas contienen cantidades significativas de hierro. Así, es conocida la llamada siderosis tipo Bantú en negros surafricanos que ingieren grandes cantidades de vino.

D.- parece existir igualmente un factor secretado por el estómago, no identificado y que promueve la absorción del hierro.

Entre los factores que pueden inhibir o dificultar la absorción de hierro podemos citar los siguientes:

a).- El jugo o secreción pancreática: se refiere a la secreción exocrina. Se encuentra en discusión probablemente contiene un material que interfiere con la absorción del hierro y que parece ser el bicarbonato. Esto explica por qué se aumenta la absorción del hierro en la esteatorrea.

b).- La gastroferrina: Es una glucoproteína de alto peso molecular que es secretada por el estómago y que parece inhibir la absorción del hierro.

c).- Ciertas sustancias o ligantes oxidantes, como:

-Ácido fítico.

-Carbonato.

-Fosfatos.

-Oxalatos.

-Tannatos.

Se trata de sustancias que se combina con el hierro inorgánico formando complejos inabsorbibles grandes y poliméricos.

d).- Ciertos alimentos como el té, por mecanismos no conocidos a la fecha.

e).- Agentes quelantes del hierro (como hierro férrico): Ej.: Acido etilen diamino tetra acético, presente en algunos alimentos como preservativo, y el ácido nitrilotriacético.

f).- Otros factores como el trísilicato de magnesio, presente en los antiácidos, quelantes del hierro e impide su absorción.<sup>15, 30</sup>

De tal manera que la absorción del hierro juega papel primordial en el tipo de alimento ingerido, es decir, la dieta. Solamente una pequeña porción del hierro en las comidas es absorbido (10%) y esta cantidad varea grandemente, dependiendo de la composición de la dieta. Así, el hierro del huevo es pobremente absorbido. El porcentaje de absorción del hierro de las gramíneas y vegetales es sólo del 5%, pero su disponibilidad aumenta entre un 10 y 30% en la presencia de ácido ascórbico o de carnes.

En el estómago, el hierro ingerido es liberado del alimento por digestión ácido péptico y se une a sustancias reductoras de alto peso molecular. El ácido clorhídrico y estos ligantes reductores estabilizan al hierro en forma soluble e impiden la formación de complejos férricos insolubles.

Como puede verse. La absorción del hierro normalmente varía y depende de:

a).- la cantidad de hierro en la dieta que aumenta en proporción logarítmica lineal. Así, entre más hierro se ofrezca a la mucosa intestinal más hierro es absorbido.

b).- disponibilidad de hierro en la dieta para su absorción.

Otros factores, indispensables de la dieta que pueden influir en la absorción del hierro son:

A. El tamaño del depósito de hierro que indica el estado de reserva de hierro de un individuo. Este es el principal mecanismo de control, se encuentra influenciado por los depósitos de hierro y por lo tanto por las necesidades corporales. Así, reservas aumentadas de hierro disminuyen su absorción. En este punto el factor más importante que influye en la absorción del hierro es el contenido de hierro en las células de la mucosa intestinal (ferritina local).

B. La eritropoyesis en la medula ósea: Que es un estado dinámico de consumo o no de hierro corporal. Así, disminuye la absorción del hierro cuando disminuye la eritropoyesis.

C. El número de receptores en los bordes de cepillo de la mucosa y las concentraciones de la Transferrina de la mucosa.

D. Otros factores como la motilidad y el estado anatómico y funcional de la mucosa intestinal. Así, en los síndromes de mala absorción, se disminuye la absorción del hierro.<sup>15</sup>

La absorción del hierro en forma ferrosa tiene lugar en el duodeno y en el yeyuno superior, y requiere de un mecanismo activo que necesita energía. El

hierro se une a glucoproteínas de superficie (o receptores específicos de la mucosa intestinal para el hierro), situadas en el borde en cepillo de las células intestinales. Luego se digiere al retículo endoplásmico rugoso y a los ribosomas libres (donde forma ferritina) y posteriormente a los vasos de la lámina propia. Pasa luego a los espacios intercelulares del epitelio de la membrana basal y alcanza los vasos sanguíneos. Aquí no intervienen las mitocondrias. Como puede deducirse, la absorción del hierro es regulada por la mucosa intestinal, lo que impide que normalmente reservas excesivas de hierro se acumulen. Se sabe actualmente que una proteína, la “Transferrina mucosa” liga al hierro presente en forma ferrosa en la luz intestinal y lo transporta a través de los receptores ya mencionados presentes en el borde en cepillo de la mucosa intestinal. Así, la absorción de hierro depende también de la cantidad de esta proteína transportadora, la cual por ejemplo desaparece en el síndrome de mal absorción. La cantidad de esta proteína se encuentra inversamente relacionada con el estado de hierro de depósito individual. Otros metales pesados, se ha demostrado, pueden competir con el hierro en su absorción, tales como el cobalto, el manganeso, el plomo, el cadmio, el plutonio, etc. Esto tiene importancia sobre todo en casos de anemia por deficiencia de hierro, donde no solamente se aumenta la absorción de hierro, sino la de cualquiera de estos metales en personas expuestas a ellos pudiéndose producir signos de toxicidad en el organismo .<sup>15</sup>

El hierro es transferido a la circulación porta, esto ocurre inicialmente en forma rápida y posteriormente en forma lenta. Además una proporción variable es detenida en la célula intestinal y almacenada como ferritina. Esto varía de acuerdo a los depósitos de hierro. El mecanismo por el cual ocurre la entrada de hierro en las células de la mucosa se denomina captación, y el mecanismo por el cual el hierro pasa de las células de la mucosa a la circulación portal se denomina “transferencia”. Ahora bien, no todo el hierro captado es transferido normalmente. En cambio en la hemocromatosis y en la deficiencia de hierro todo el hierro si esta transferido. No existe un límite en la captación de transferencia de hierro. Así



como se sugiere que la transferrina de hierro varía según la dosis. A altas dosis la transferencia ocurre por simple difusión y a bajas dosis a través de un transportador que parece la transferrina.<sup>16</sup>

Las pérdidas del hierro endógeno ocurren por diferentes vías:

- Tracto gastrointestinal (heces): Los 2/3 es = 0.8 mg/d.
- Piel y anexos (por descamación y sudoración): 1/3 es = 0.2 mg/d
- Orina (perdidas mínimas): menos de 0.1 mg/d

Por estas tres vías el hierro se pierde por la exfoliación de las células desde la superficie en forma de enzimas intracelulares o de ferritina.

Otras vías de pérdidas de hierro endógeno ocurren en las mujeres por:

- Hemorragias (menstruaciones): aproximadamente 30 cc de sangre. Es decir, 12 a 15 mg de hierro, que equivalen a unas pérdidas de 0.4 a 0.5 mg/día.
- Embarazo: Donde se pierden en promedio 500 mg, es decir, aproximadamente 2 mg/ día.

Otras pérdidas menores de hierro extracelular ocurren por: sudor y bilis.

Como puede deducirse, las pérdidas de hierro son diferentes en:

- Hombres: 1 mg/ d
- Mujeres en edad fértil 1.5 mg/ d.
- Embarazos: 2 mg/d
- En los niños 0.03 mg/ kg. Es decir tres veces mayor que en adultos por kilo y peso corporal. Estas pérdidas suelen aumentar en caso de enfermedad diarreica aguda.<sup>16, 12</sup>

## Breve historia del hemograma

El término de hemograma fue introducido en 1931 por V. Shilling como forma de expresar el estado global de la sangre a partir de un conjunto de criterios clínicos biológicos. En un principio su determinación era mediante técnicas manuales, muchas veces laboriosas, artesanales y con errores inherentes realmente importantes. El desarrollo de instrumentos o automatización para realizar los hemogramas comenzó en la década de los 50, cuando los hermanos Coulter, Wallace y Joseph, presentan su equipo basado en el método de la impedancia eléctrica, únicamente para contar eritrocitos y leucocitos. Hasta 1973 los hermanos Coulter mantuvieron sus diseños en exclusividad, desarrollándolos y mejorándolos. Posteriormente, otros fabricantes introducen nuevos modelos y con el desarrollo de la tecnología se ha aportado una mayor automatización (contadores electrónicos tipo Coulter, contadores ópticos por citometría de flujo, otros más recientes por radiofrecuencia o luz polarizada, y los más modernos que combinan varias de estas tecnologías), logrando así determinar los principales parámetros hematológicos de sangre periférica con un elevado grado de fiabilidad y rapidez, con un menor costo económico.<sup>17, 31</sup>

En la práctica médica en general, y en la Pediatría en particular, el hemograma es el estudio complementario más solicitado; ya que no sólo forma parte del estudio inicial de cualquier paciente, sino que muchas veces resulta del todo imprescindible para el diagnóstico de las hemopatías o el seguimiento evolutivo de otras enfermedades.<sup>17</sup>

### CRITERIO DE DIAGNOSTICO

El diagnóstico de anemia varía por sexo y edad. Las definiciones más utilizadas provienen del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) y la Organización Mundial De la Salud (OMS): Bebés 0.5 a 4.9 años - <11 g por dl. Los niños 5.0 a 11.9 años - <11.5 g por dl.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la anemia en escolares puede ser:

- Leve:  
Cuando los niveles de hemoglobina se encuentran entre 11.5 a 10 g/dl
- Moderada:  
Cuando los niveles de hemoglobina se encuentran entre 8 – 10 g/dl
- Severa:  
Cuando los niveles de hemoglobina son menores a 8 g/dl.

## CLASIFICACIÓN DE LAS ANEMIAS

Una de las clasificaciones más útiles en la aproximación al diagnóstico de la anemia es su clasificación morfológica, que relaciona distintos parámetros corpusculares y valores sanguíneos que ofrecen de forma automática los modernos contadores de células.

Estos datos corpusculares nos permiten esta primera clasificación morfológica de la anemia, que aun siendo muy elemental, no deja de ser importante, para las exploraciones complementarias posteriores. Así, atendiendo a estos parámetros, existen tres grupos de anemias: macrocíticas, normocíticas y microcíticas e hipocrómicas la cual se relaciona con las siguientes patologías.<sup>18</sup>

Macroscíticas (VCM > 95 fl)

1.-Hematológica:

°Anemia megaloblásticas

°Anemia aplástica

°Anemia hemolíticas (crisis reticulocitaria)

Síndrome mielodisplásicos

Se caracterizan por la falta de función hematopoyética que con lleva a una inadecuada producción de eritrocitos, granulocitos y plaquetas. Es decir, hay aparición de pancitopenia en la sangre periférica por daño en la medula ósea.

2.- No hematológicas:

- ° Abuso consumo alcohol
- ° Hepatopatías Crónica
- ° Hipotiroidismo
- ° Hipoxia

Hay inmunidad contra las células parietales gástricas con la consiguiente falta de secreción del factor intrínseco que permite la absorción intestinal de la vitamina B12 lo que conducirá a la anemia perniciosa (anemia macrocítica).

Comprende las anemias megaloblásticas de origen carencial por deficiencia de vitamina B12 y/o ácido fólico,

Normocíticas (VCM = 80-95 fl)

– Anemia de las enfermedades crónicas

(Son los procesos tumorales o inflamatorios crónicos de causa infecciosa o no, como artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, enfermedad de Crohn, vasculitis, etc.)

– Anemia aplásica (la mayoría)

– Anemia hemolítica no esferocítica

– Hemorragia aguda

Microcíticas e hipocrómicas

(VCM < 80 fl; CCMH < 32 g)

– Ferropénica

– Talasemia

– Sideroblástica (algunos casos)

De las múltiples clasificaciones de las anemias, según su patología, no existe ninguna del todo satisfactoria, y aparte de la clasificación morfológica, merece la pena destacar por su utilidad, la distinción de dos tipos de anemia, según exista o no la capacidad medular de respuesta ante un déficit de hemoglobina

– *Anemias regenerativas (periféricas).*

La médula tiene capacidad de respuesta e incluso ésta está aumentada, lo que suele ocurrir cuando hay un aumento de la destrucción eritrocitaria o hemorragia aguda, aparecerán cifras de reticulocitos superiores a las normales ( $> 2\%$ ).

– *Anemias arregenerativas (centrales).*

No existe posibilidad de respuesta medular, ya sea por fallo intrínseco de la médula ósea o por falta de factores necesarios para la producción eritrocitaria. Esta capacidad regenerativa de la médula puede verse reflejada en sangre, mediante la determinación del número de reticulocitos en sangre periférica. las cifras de reticulocitos serán inferiores a las normales ( $< 2\%$ ).

Basada en la clasificación etiopatogénica, se agrupan según la alteración funcional que producen en la hematopoyesis:

**Arregenerativas (centrales)**

Alteraciones en las células madre

- Aplasias medulares
- Eritroblastopenias
- Dismielopoyesis
- Síndromes mielodisplásicos

Invasión medular:

- Leucemias
- Linfomas
- Neoplasias

Déficit y/o trastornos metabólicos de factores eritropoyéticos:

- Hierro: ferropenia (anemia ferropénica) y bloqueo macrofágico (enfermedades crónicas)
- Vitamina B12 y ácido fólico: anemias megaloblásticas
- Hormonas: déficit de eritropoyetina, hormonas tiroideas, andrógenos y glucocorticoides

### **Regenerativas (periféricas)**

Pérdida sanguínea aguda

- Anemia posthemorrágica aguda

Hemolisis: anemias hemolíticas

- Corpusculares, generalmente congénitas: membranopatías (esferocitosis hereditaria), enzimopatías (déficit de PK y G6PD) y hemoglobinopatías (estructurales y talasemias)
- Extracorpúsculares, generalmente adquiridas: hiperesplenismo, inmunes (aloimunes, autoimunes y medicamentos), causas mecánicas (válvulas, Prótesis, etc.) Y agentes tóxicos (infecciones, venenos, químicos).<sup>19, 18</sup>

### **Clasificación de las anemias a partir del VCM y de la ADE**

	<b>VCM disminuido</b>	<b>VCM aumentado</b>
<b>ADE(RDW) normal</b>	Talasemias	Anemia Aplásica Anemia de Fanconi Anemia de Blackfan-Diamond
<b>ADE aumentado</b>	Ferropénica	Anemia megaloblástica

Desde el laboratorio a la clínica interpretación del hemograma pediátrico c. Díaz de heredia y p.

Bastida an pediatr contin 2004;2(5):291-6

## FISIOPATOLOGÍA

Cuando existe anemia se producen una serie de efectos en el organismo, algunos debidos a la propia situación de hipoxia, pero la mayoría originados por la entrada en acción de distintos mecanismos compensadores como el efecto Bohr que es una propiedad de la hemoglobina que establece que a un pH menor (más ácido) la hemoglobina se unirá al oxígeno con menor afinidad (Curva de disociación de hemoglobina).

El principal efecto compensador consiste en la mayor capacidad de la hemoglobina para ceder oxígeno a los tejidos, como consecuencia de la desviación hacia la derecha de la curva de disociación de la hemoglobina. Esta disminución de la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno se debe a la acción de dos mecanismos: en primer lugar, al producirse la hipoxia y, como consecuencia del metabolismo anaerobio ácido láctico, hay un descenso del pH y, por tanto, una desviación de la curva hacia la derecha (efecto Bohr). Con algo más de retraso se inicia el segundo mecanismo compensador que, aunque tardío, es más efectivo que el efecto Bohr: consiste en el aumento del 2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG) que actúa sobre la hemoglobina disminuyendo de forma eficaz su afinidad por el oxígeno. Al parecer, el aumento de la desoxihemoglobina produciría por medio del aumento de la 2,3- DPG-ratomutasa, el incremento del 2,3-DPG. <sup>19</sup>

El siguiente mecanismo compensador en importancia consiste en la redistribución del flujo sanguíneo. Dado que en la anemia existe cierto grado de hipoxia tisular y que algunos órganos, como el cerebro y el miocardio, precisan para su funcionamiento una concentración de oxígeno mantenida dentro de límites estrechos, se produce una redistribución del flujo sanguíneo de órganos con menores requerimientos de oxígeno, como la piel y el riñón, hacia aquellos que más lo necesitan. El riñón no sufre efectos apreciables por la redistribución del flujo gracias a que, en condiciones normales, recibe el doble de oxígeno del mínimo necesario.

Cuando la hemoglobina desciende por debajo de 7,5 g/dl (4,6 mmol/l), entra en acción otro mecanismo de compensación, el aumento del gasto cardíaco, que en situaciones graves puede incluso cuadruplicarse. El gasto cardíaco aumenta fundamentalmente gracias a la disminución de la poscarga (disminución de las resistencias periféricas y de la viscosidad sanguínea). En casos graves, la disminución de la concentración de oxígeno en la circulación coronaria servirá de estímulo para aumentar más el flujo cardíaco.

Teóricamente, el mecanismo compensador más apropiado es el aumento de la producción de hematíes. En cualquier caso, este mecanismo es lento y sólo es efectivo si la médula ósea es capaz de responder de forma adecuada, como en la anemia posthemorrágica aguda, pero en otros casos no responde de manera apropiada, como ocurre en la anemia microcítica e hipocrómica y megaloblástica. El aumento de la eritropoyesis, en los casos en que éste es posible, se debe al incremento de eritropoyetina, que se produce como respuesta a la hipoxia renal y posiblemente también extrarrenal.

El papel compensador del aparato respiratorio es casi nulo, ya que la oxigenación de los hematíes es excelente a su paso por los pulmones en situación eupneica. La disnea y la taquipnea de esfuerzo que presentan los enfermos se deben a una respuesta inapropiada del centro respiratorio a la hipoxia o a una congestión pulmonar asociada.<sup>19, 1, 8, 9, 15</sup>

Edad escolar.- En un estudio del ENSANUT 2006 se analizó la información de 14,666 datos validos de hemoglobina de niños de 5 a 11 años de edad (escolares) la prevalencia nacional de anemia en este grupo de población fue de 16.6%, lo cual significa que, en todo el país alrededor de 2, 615,902 niños en edad escolar tenían anemia, la deficiencia de micronutrientes en individuos aparentemente sanos suele pasar inadvertida y puede traer consecuencias críticas en la salud.<sup>20, 6</sup>



Sexo: La influencia de sexo en la cifras de hemoglobina en este grupo de edad no se hacen tan evidentes hasta después de los 12 años es decir antes de llegar a la pubertad, en esta etapa la secreciones de testosterona inducen un incremento de la masa eritrocitaria y por consiguiente las cifras normales de hemoglobina son más elevadas en el varón que en la mujer. Cabe decir que las mujeres corren un riesgo mayor de padecer anemia-desnutrición, ya que por rasgos culturales tienden a estar menos protegidas que los varones (por usos y costumbres el hombre se le da más importancia ofreciéndole más y mejor alimento que a las mujeres en algunas regiones).<sup>21,19</sup>

Nivel educativo de los padres: La ignorancia acerca de los patrones adecuados de alimentación y la baja escolaridad de los padres, por si mismos o asociados a la pobreza conducen a que la introducción de alimentos en el niño sea tardía, con malas condiciones higiénicas, baja en cantidad, de poca variación y dependa fundamentalmente del desconocimiento acerca del uso de ciertos alimentos.<sup>21</sup>

Peso: La obesidad y el sobrepeso constituyen actualmente un problema de salud en la población infantil. La obesidad suele coincidir con una inflamación sistémica crónica, lo que está asociado con la que se ha llamado anemia inflamatoria (Por trastorno metabólico del hierro en su absorción).<sup>22</sup>

IMC: Se ha encontrado que la ferritina sérica es progresivamente mayor con el incremento del índice de masa corporal mientras que el hierro sérico y la saturación de transferrina fueron progresivamente más bajos.<sup>22</sup>

Lactancia materna: Anemia/desnutrición- infección- anemia/desnutrición se debe a la presencia e interacción de varios factores, entre los que destacan el abandono temprano de la lactancia, la poca accesibilidad económica para tener acceso a las formulas fortificadas de hierro, (el programa oportunidades ha venido a sustituir este problema ,lo malo es que no se ofrece a los niños como está

indicado), el uso inadecuado de sucedáneos de la leche humana y la falta de higiene en su preparación, provocan infecciones gastrointestinales frecuentes y merman el estado nutricional de los niños ya que por sí misma las infecciones desencadenan anorexia, disminución de la absorción de nutrimentos como es el caso de la diarrea.<sup>22, 21</sup>

Frutas y vegetales: Son fuente importante de diversas vitaminas y minerales. La vitamina C es la vitamina que permite la mejor absorción de hierro no hemínico de las fuentes vegetales ricas en hierro y por lo tanto, la ingestión de esos alimentos en las comidas contribuye a la disponibilidad del hierro para la síntesis de Hb.<sup>22,9</sup>

Ingesta de alimentos de carnes rojas, carnes blancas: La alimentación, la nutrición y la salud tienen implicaciones a largo plazo, lo que sucede en la infancia y la niñez repercute en la adolescencia y en la edad adulta, se dice que tanto niñas como niños de 7 a 10 años de edad, la recomendación de energía es la de alrededor de 70 Kcal diarias por kilogramo y la de proteínas de 28 gramos al día su baja ingesta contribuirá a una deficiencia en micronutrientes lo cual condiciona algún tipo de anemia o desnutrición.<sup>23</sup>

Leche de vaca: Se ha visto también que el consumo excesivo de leche entera de vaca puede desplazar a otros elementos con mayor contenido de hierro, además de que reduce la absorción de este nutrimento ya que alcaliniza el pH gástrico por lo que impide la absorción de hierro, así como se sabe es pobre en el contenido de hierro a menos que se fortifique<sup>23,9, 25</sup>

Las enfermedades respiratorias agudas (ERA), y enfermedades diarreicas agudas (EDA), principalmente de causa bacteriana, produce inflamación. La mayor frecuencia de estas enfermedades es en la etapa infantil puede

comprometer la absorción de hierro así como la síntesis de hemoglobina y repercusión en desarrollar una anemia.<sup>24, 25</sup>

La comida chatarra o comida basura: Es una práctica de mala conducta en la nutrición ya que a lo largo de la vida es una de las determinantes principales de salud, ya que conlleva al exceso del sobrepeso o/y obesidad condiciones que a su vez son causa de varias enfermedades crónicas no trasmisibles, en las que se incluyen la diabetes de tipo 2, las enfermedades cardiovasculares y varios tipos de neoplasias. En el 2007 se publicó la revista de Salud Pública de México por González Castell, revela que los alimentos industrializados aportan más de 39% de la energía, proteína animal, carbohidratos, y grasas a la dieta de los niños mexicanos, repercutiendo notablemente en su estado de salud. De esta forma, la anemia no solo se registra en niños desnutridos de bajo peso, si no en menores con sobrepeso y obesidad debido a los malos hábitos alimentarios, encontrándose entre la población más vulnerable.<sup>24</sup>

La actividad cognitiva está relacionada con la actividad del hierro, y cuando hay deficiencia, disminuye la cantidad de síntesis de dopamina evento que a su vez disminuye la transmisión nerviosa y es responsable de la disminución de la capacidad de aprendizaje<sup>24, 1, 14, 19</sup>

El ácido fólico y la cianocobalamina son 2 vitaminas esenciales para la síntesis de hemoglobina y la formación del eritrocito; su deficiencia produce el desarrollo de anemia megaloblástica.

El folato en la naturaleza es inestable, no biodisponible y no se encuentra en gran densidad en la mayoría de los alimentos de origen animal, excepto en el hígado, que no forma parte usual de la dieta no así los vegetales que son una buena fuente de folato. La vitamina B<sub>12</sub> se incorpora al organismo a partir de productos animales, como la carne, lácteos y huevos.<sup>25</sup>

Mientras que la deficiencia de hierro resulta en anemia microcítica, la deficiencia de cualquiera de estas vitaminas o de ambas resulta en anemia macrocítica, utilizado como el primer indicador de deficiencia de folato o cianocobalamina. Sin embargo, la combinación de la deficiencia de hierro, folato y cianocobalamina resulta frecuentemente en anemia normocítica y no en anemia macrocítica.<sup>25</sup>

## **Sintomatología**

La expresión clínica de la anemia es el resultado de la hipoxia tisular, y sus síntomas y signos específicos representan respuestas cardiovasculares compensadoras según la gravedad y la duración de ésta hipoxia.

Una anemia puede asociarse a debilidad, vértigo, cefalea, acufenos manchas en el campo visual, fatiga fácil, mareos, irritabilidad e, incluso conducta extraña. Puede aparecer amenorrea, pérdida de la libido, molestias gastrointestinales y en ocasiones ictericia y esplenomegalia finalmente puede presentarse insuficiencia cardiaca o shock.<sup>26</sup>

En general los signos y síntomas de todas las anemias como ya se comentó se producen debido a la hipoxia tisular, no olvidemos que el mecanismo fisiopatológico básico es la disminución del aporte de oxígeno a los tejidos. Por otro lado aparecen los propios mecanismos compensadores del organismo que intentan solventar dicha situación así aparece la disnea, en un intento de aportar más cantidad de oxígeno desde el árbol pulmonar, la taquicardia con el fin de incrementar el aporte, cefalea, vértigo, calambres en miembros inferiores; e incluso vasoconstricción cutánea, en un intento de preservar una irrigación correcta de los órganos vitales(ello justificaría la intolerancia al frío que presentan muchos de los pacientes) cuando los valores de hemoglobina son

extremadamente bajos o la taquicardia es muy importante puede aparecer crisis anginosa por mala perfusión coronaria <sup>26</sup>

Los signos y síntomas más asociados a una pancitopenia se clasifican en síndromes:

Síndrome anémico.- palidez – disnea – lipotimias – palpitaciones - astenia y adinamia - cefalea.

Síndrome febril.- hipertermia – calosfríos – sudoración – mialgias - artralgias.

Síndrome purpúrico.- petequias – equimosis – hematuria – epistaxis - gingivorragia y metrorragia.<sup>26</sup>

A la exploración física es muy importante que se explore, palidez cutánea mucosa, de leve a intensa, efectos cardiológicos secundarios, como soplos sistólicos y en algunos pacientes insuficiencia cardiaca congestiva, el bazo se encuentra discretamente aumentado secundario a la destrucción de los eritrocitos de acuerdo a grados de anemia y tipo de anemias así como adenomegalias o hepatopatía. <sup>26, 11, 12,19</sup>

### **Diagnóstico:**

Un buen interrogatorio, como son los antecedentes familiares hemofilia, y talasemia, fármacos, hábitos alimenticios, así como perinatales, antecedentes patológicos astenia, disnea, sensación febril, dolores óseo, hemorragia, prurito. Y por consiguiente los datos actuales y examen de laboratorio nos hacen sospechar de un posible síndrome anémico. <sup>27,40</sup>

El estudio principal para saber si el paciente presenta anemia, es con el hemograma valorando la disminución de hemoglobina (11.6-14.6 g/dl) así como los índices eritrocitarios de Wintrove VCM (volumen corpuscular media)=77-91 fl y

HCM (Hemoglobina corpuscular media)= 25 a 36 pg. CHCM (concentración corpuscular media de hemoglobina)= y el RDW (ADE):11.6 a 14 %.- amplitud de distribución eritrocitario la cual es una medida de variabilidad en el tamaño de los glóbulos rojos, el índice de anisocitosis (describe la variación en el tamaño eritrocitaria) este parámetro es relativamente nuevo, a partir del cual David Bessman dividió las anemias en:

— ***Microcítica homogénea: VCM disminuido y ADE normal***

En esta categoría encontramos la talasemia y la anemia secundaria a la enfermedad crónica

— ***Microcíticas heterogéneas: presentan VCM disminuido y ADE aumentado.***

A ella pertenecen las anemias por deficiencia de hierro, las talasemias  $\alpha$  y  $\beta$ , la hemoglobina H, algunas anemias hemolíticas de tipo inmune, presencia de microesferocitos (morfología que se caracteriza por glóbulos rojos esféricos con contenido denso de hemoglobina con una membrana de presión) y esquistocitos (también llamada célula en casco o célula fragmentada corresponde a glóbulo rojo partido con dos o tres extremidades puntiagudas con fragmentos pequeños e irregulares), anemia hemolítica microangiopática.<sup>27,12</sup>

— ***Normocítica homogénea: presenta VCM normal y ADE normal***

La encontramos en la anemia secundaria a enfermedades crónicas, los rasgos de la hemoglobina S y C (Es un tipo de anemia del grupo de anemias hereditarias en las que existe disminución de la síntesis de una o más de las cadenas polipeptídicas de la hemoglobina) en pacientes transfundidos, pacientes en quimioterapia, leucemias, hemorragias, deficiencias enzimáticas, esferocitosis hereditaria, anemias hemolíticas, cirrosis, insuficiencia renal crónica.<sup>27</sup>

— ***Normocítica heterogénea: presenta VCM normal y ADE aumentado.***

En esta categoría se encuentra las deficiencias incipientes de hierro, vitamina B12 y folatos, la anemia falciforme, anemia sideroblástica, mieloptosis,

metaplasia mieloide agnógena y la hemoglobinopatía C- C, la S-C la cual se clasifica en:

Las *Hemoglobinopatías Estructurales*, se producen cuando las mutaciones modifican la secuencia de aminoácidos de una cadena de globina, Alterando las propiedades fisiológicas de las variantes de hemoglobina y provocando las manifestaciones clínicas características.

Los *Síndromes Talasémicos*, surgen a partir de mutaciones que alteran la producción o la traducción del ARN m de la globina, lo que lleva a una biosíntesis deficiente de la cadena de globina.

Las alteraciones clínicas son atribuibles al suministro Inadecuado de hemoglobina y al desequilibrio en la producción de distintas cadenas, lo que conduce a la destrucción prematura de eritroblastos y eritrocitos.

Las *Variantes de Hemoglobina Talasémicas*, combinan las características de la Talasemia [por ejemplo, la biosíntesis anormal de globina] y de las hemoglobinopatías estructurales [por ejemplo, una secuencia de aminoácidos anormal].

La *Persistencia Hereditaria de la Hemoglobina Fetal* [PHHF], se caracteriza por la síntesis de cantidades elevadas de hemoglobina fetal [HbF] en la edad adulta.

Las *Hemoglobinopatías Adquiridas*, comprenden las modificaciones de la molécula de hemoglobina por toxinas [por ejemplo, metaheemoglobinemia adquirida] y la síntesis anómala de hemoglobina [por ejemplo, la producción de cantidades elevadas de HbF en la pre leucemia y la  $\alpha$ -Talasemia en los trastornos mielo proliferativos].

— **Macrocítica homogénea: presenta VCM aumentado y ADE normal**

A ella pertenecen el síndrome de Di Guglielmo, la anemia a plástica adquirida, las hepatopatías crónicas, la cirrosis, el hipotiroidismo.

— **Macrocítica heterogénea: presenta VCM aumentado y ADE aumentado**

Comprende las anemias megaloblásticas de origen carencial por deficiencia de vitamina B12 y/o ácido fólico, anemias hemolíticas inmunes, anemia falciforme en crisis hemolítica, presencia de aglutininas frías.

Es cierto que los pacientes pueden presentar anemia sin estar por debajo las cifras de hemoglobina o de hematocrito, ya que depende del nivel del mar, edad del paciente, sexo y ocupación<sup>27, 31, 32</sup>

Valores normales de la serie eritrocitaria en la edad pediátrica

Edad	Hb (g/dl)	Hto (%)	VCM (fl)	HCM (pg.)	ADE (%)
<b>Recién Nacido</b>	14.0 – 19.0	42-60	98-110		
<b>1 mes</b>	10.2-18.2	29-41	86-124	29-36	
<b>6 meses</b>	10.1-12.9	34-40	74-109	25-35	10.8-14.2
<b>1 año</b>	10.7-13.1	35-42	74-86	25-31	11.6-15.6
<b>5 años</b>	10.7-14.7	35-42	75-8887	25-33	11.6-14.0
<b>6-11 años</b>	11.8-14.6	35-47	77-91	25-33	11.6-14.6
<b>12-15 años</b>	11.7-16.0	35-48	77-95	25-33	11.6-14.0

Desde el laboratorio a la clínica interpretación del hemograma pediátrico  
c. Díaz de heredia y p. Bastida an pediatr contin 2004; 2(5):291-6 27, 40



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La anemia es un problema mundial de salud pública que afecta principalmente a niños y mujeres en edad fértil, el tipo más frecuente es la anemia ferropriva. Se ha descrito que existe una reducción desde 1999 hasta la fecha, pero aun la prevalencia de anemia sigue siendo elevada en México, a pesar de la amplia cobertura en población de bajos ingresos que incluyen estrategias para disminuir la anemia, tales como el Programa Oportunidades (la cual aporta estrategias en salud y en alimentación con fórmulas fortificadas en micronutrientes); en América Latina y el Caribe, sin embargo a pesar de todo el esfuerzo, no se ha obtenido el impacto esperado, y existen diversos factores que pueden estar incidiendo en ello y que pueden sinergizarse. Evidencias científicas nacionales muestran que la baja prevalencia de lactancia materna, el escaso consumo de frutas y vegetales, la ingesta de leche más de medio litro al día o la no toma de la misma y la deficiencia vitamínica de complejo B, ejercen influencia en la prevalencia de la anemia. La obesidad e inflamación crónica requerirán de estudios epidemiológicos que describan las posibles asociaciones entre estos factores.

La deficiencia de hierro tiene un espectro que va desde la reducción y agotamiento de la reserva de hierro, hasta la reducción de las células rojas y de la concentración de hemoglobina. En consecuencia hay deficiencia de hierro sin anemia, y sin embargo se está pasando desapercibida hasta que se presenta una patología aunada a la anemia. Los niños son uno de los grupos más vulnerable a esta deficiencia, debido al rápido período de crecimiento cerebral. La importancia consiste que cuando ocurre un déficit de hierro en etapas tempranas, los daños ocurridos persisten en la etapa adulta más allá de la recuperación de la anemia. Estas alteraciones cerebrales se reflejan a largo plazo y como consecuencia un menor desempeño escolar, con alto niveles de repetición de grados escolares y deserción de la escuela primaria en comunidades económicamente pobres.

En las áreas rurales o semiurbanas de los municipios del estado no se cuentan con estadísticas confiables en cuanto a anemias en escolares que permitan justificar emprender acciones específicas que incidan sobre la morbilidad solo se encuentran estadísticas en cuanto a nutrición en general en donde sí se encuentran acciones como lo es el programa de Oportunidades y LICONSA.

¿CUAL ES LA PREVALENCIA DE ANEMIAS EN ESCOLARES DE 6 A 11 AÑOS DE LA PRIMARIA JOSEFA ORTIZ DE DOMÍNGUEZ DEL MUNICIPIO DE TOLIMÁN QRO. DURANTE EL AÑO 2012?

### 3. JUSTIFICACIÓN

La anemia es una patología que presenta alteraciones órgano funcionales y sociales en forma crónica, En México uno de cada cinco escolares la padece, un paciente que ha iniciado con síntomas de anemia microcítica e hipocrómica es porque ha venido careciendo de una buena alimentación en calidad y cantidad desde hace 4 años a la fecha y en las anemias megaloblásticas tener en cuenta que para la cobalamina, las reservas pueden subsistir entre 3 y 5 años sin aporte vitamínico, mientras que las de ácido fólico se agotan en 3 a 4 meses, afectando la eritropoyesis y por ultimo disminuyendo la síntesis de hemoglobina, es así como surge una anemia franca puede decirse que es una enfermedad silenciosa en sus primeras etapas repercutiendo en su neurodesarrollo cuando se inicia en la lactancia, a su vez reflejándose en la etapas futuras con la disminución en el aprovechamiento escolar.

El presente trabajo pretende llenar algunos vacíos, dentro del ámbito de la epidemiología local, ya que la falta de estudios de investigación a nivel de la misma es preocupante. Los valores de referencia de cifras de laboratorio propias a nivel del mar en que se encuentra nuestro municipio por ejemplo de hemoglobina y hematocrito para niños en edad escolar no existen, ni la prevalencia de anemias en este rubro, por lo que hacen imprescindible una investigación que la determine, siendo escogida la escuela primaria de la cabecera del municipio de Tolimán, Qro.

Los resultados de este estudio de investigación, podrán servir de referencia a maestros, autoridades en salud y público en general sobre la magnitud del problema de anemia en ésta ciudad y sus posibles consecuencias, se podrá conocer y rectificar los valores de normalidad para poblaciones en altitudes similares.

Conocer la prevalencia de anemias en la edad escolar de 6 a 11 años por medio del tamizaje orientara para una mejor atención y tratamiento médico, acorde con el tipo de anemia, por tanto el no investigar incluso anemias leves es un error grave; su presencia indica una enfermedad subyacente, y su gravedad ofrece poca información sobre su génesis o significado clínico verdadero.

## **4. OBJETIVO**

### **GENERAL**

- ❖ Identificar la prevalencia de anemia en escolares de 6 a 11 años aparentemente sanos mediante el tamizaje por hemograma y los factores de riesgos conocidos más frecuentes por medio de la aplicación del cuestionario de identificación de los mismos en la Escuela Primaria Josefa Ortiz de Domínguez en el municipio de Tolimán Qro. En el año del 2012.

### **ESPECÍFICOS**

- ❖ Determinar la prevalencia de la anemia en escolares de 6 a 11 años en la Escuela Primaria Josefa Ortiz de Domínguez en el municipio de Tolimán Qro.
- ❖ Identificar el tipo de anemia más frecuente en escolares de 6 a 11 años en la Escuela Primaria Josefa Ortiz de Domínguez en el municipio de Tolimán Qro.
- ❖ Identificar los factores de riesgos ya conocidos para anemia que se presentan con mayor frecuencia en escolares de 6 a 11 años en la Escuela Primaria Josefa Ortiz de Domínguez en el municipio de Tolimán Qro.

## **5. HIPÓTESIS**

La deficiencia en la ingesta y almacenamiento del hierro, vitamina B12 y ácido fólico en el organismo por inadecuados hábitos dietéticos aunado a factores socioeconómicos y culturales inciden en la prevalencia de anemia en escolares de la escuela Josefa Ortiz De Domínguez municipio de Tolimán Qro.

## **6. METODOLOGÍA**

### **TIPO DE ESTUDIO**

Descriptivo, Prospectivo y Transversal

Descriptivos se estudian situaciones que ocurren en condiciones naturales. Describe la distribución de variables y las características más importantes de un problema de salud. Nos ayudan a la investigación de los determinantes del control de la enfermedad y la identificación de los factores de riesgo.

Prospectivo: Este estudio posee una característica fundamental, es la de iniciarse con la exposición de una supuesta causa, y luego seguir a través del tiempo a una población determinada hasta determinar o no la aparición del efecto.

Transversal: Estudia las variables simultáneamente en determinado momento, haciendo un corte en el tiempo, en éste el tiempo no es importante en relación con la forma en que se dan los fenómenos.

### **POBLACIÓN, LUGAR Y TIEMPO DE ESTUDIO**

El grupo blanco del presente estudio son los escolares de 6 a 11 años que estén inscritos y que acudan a la Escuela Primaria Josefa Ortiz de Domínguez en el municipio de Tolimán Qro. En el año del 2012

## **TIPO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA**

El universo incluye 352 alumnos que consta de 169 mujeres y 183 hombres, de los cuales sólo se realizaron 163 hemogramas, a pesar de que la mayoría de los alumnos que fueron 189, los padres no aceptaron por que 6 meses antes se realizaron pruebas capilares para determinar Hb. Por parte del Seguro Popular, aun así considero que si amerita el muestreo.

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN Y ELIMINACIÓN**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**

- \* Escolares de 6 a 11 años de edad
- \* Escolares que estén inscritos y acudan a la Escuela Primaria Josefa Ortiz de Domínguez en el municipio de Tolimán Qro.
- \* Escolares que no estén tomando una polivitamina
- \* Escolares que aceptaron sus padres a participación mediante la firma de carta de consentimiento informado.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:**

- \* Escolares en que los padres no aceptaron participar en el estudio al no firmar el consentimiento informado.
- \* Escolares que estén ingiriendo una polivitamina.

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN:**

- \* Escolares que al recabar el cuestionario presenten periodos menstruales



## VARIABLES E INFORMACIÓN A RECOLECTAR

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable y escala de medición	Unidad de medida
<b>Anemia</b>	La anemia es la disminución de la concentración hemoglobina por debajo de los límites considerados como norma de acuerdo a la edad y sexo. Hematología Fundamentos De Medicina, Hernán Vélez A., William Rojas M., Sexta Edición 2004, Editorial Corporaciones Para Investigaciones Biológicas 2004	Cuantitativa nominal	Numérica
<b>Edad</b>	Tiempo transcurrido del nacimiento al momento actual. <a href="http://www.definicionesdemedicinas.com">www.definicionesdemedicinas.com</a>	Cuantitativa de intervalo	Años
<b>Genero</b>	Condición orgánica que distingue lo masculino de lo femenino. <a href="http://www.definicionesdemedicinas.com">www.definicionesdemedicinas.com</a>	Ordinal	Masculino Femenino
<b>Peso</b>	Fuerza con la que los cuerpos son atraídos hacia el centro de la Tierra por acción de la gravedad. <a href="http://www.definicionesdemedicinas.com">www.definicionesdemedicinas.com</a>	Cuantitativa	Numerica
<b>Talla</b>	La estatura se define como la distancia que existe entre el vértex y el plano de sustentación. <a href="http://www.definicionesdemedicinas.com">www.definicionesdemedicinas.com</a>	Cuantitativa	cms.

<p><b>IMC</b></p>	<p>Relación peso (Kg.)/estatura (m<sup>2</sup>), (deficiencia energética crónica)</p> <p>III.- &lt;16, II.- 16-16.9 I.- 17-18.4, Normal 18.5-24.9, Sobre peso 25-26.9 Obesidad 1° 27-29.9 Obesidad 2° 30-39.9 Obesidad 3° &gt;40 FAO</p> <p><a href="http://www.definicionesdemedicinas.com">www.definicionesdemedicinas.com</a></p>	<p>Cuantitativa de intervalo</p>	<p>Numérica</p>
<p><b>Lactancia materna</b></p>	<p>Es la forma ideal de aportar a los niños pequeños los nutrientes que necesitan para un crecimiento y desarrollo saludables.</p> <p><a href="http://www.encyclopediasalud.com">www.encyclopediasalud.com</a></p>		
<p><b>Carnes rojas</b></p>	<p>Se refiere exactamente a la carne proveniente de los mamíferos.</p> <p><a href="http://www.encyclopediasalud.com">www.encyclopediasalud.com</a></p>	<p>Cuantitativa</p>	<p>Porción</p>
<p><b>Carnes blancas</b></p>	<p>Es la procedente de las aves.</p> <p><a href="http://www.encyclopediasalud.com">www.encyclopediasalud.com</a></p>	<p>Cuantitativa</p>	<p>Porción</p>
<p><b>Huevo</b></p>	<p>El huevo es un alimento habitual y básico en la especie humana, rico en proteínas y fácil de digerir en la mayoría de preparaciones culinarias. Tiene muchas vitaminas y minerales esenciales.</p> <p><a href="http://www.encyclopediasalud.com">www.encyclopediasalud.com</a></p>	<p>Cuantitativa</p>	<p>Unidad</p>

<b>Leche</b>	La leche es un importante fuente de vitaminas del complejo B (B1, B2 y B12), así como proteínas, lípidos y azúcares. <a href="http://www.encyclopediasalud.com">www.encyclopediasalud.com</a>	Cuantitativa	MI
<b>Frutas</b>	Como alimento, las frutas tienen propiedades alimenticias de interés para la salud humana. En general, son ricas en vitaminas, minerales, antioxidantes y fibra. Aportan pocas calorías y un alto porcentaje de agua (entre 80 y 95%). Enciclopedia de la Salud. <a href="http://www.encyclopediasalud.com">www.encyclopediasalud.com</a>	Numérica	Unidad
<b>Verduras</b>	son hortalizas cuya parte comestible son los órganos verdes de la planta, que son ricos en ácido fólico, hierro, vitaminas, minerales. <a href="http://www.encyclopediasalud.com">www.encyclopediasalud.com</a>	Numérica	Unidad
<b>Cereales</b>	Los cereales constituyen un grupo de plantas y contiene carbohidratos y minerales como el hierro. <a href="http://www.encyclopediasalud.com">www.encyclopediasalud.com</a>	Cualitativa	Porción
<b>Alimento chatarra</b>	Comida basura que contiene, por lo general, altos niveles de grasas, sal, condimentos o azúcar (que estimulan el apetito y la sed). <a href="http://www.encyclopediasalud.com">www.encyclopediasalud.com</a>	Cuantitativa	Numérica
<b>Escolaridad del padre o la madre</b>	Conjunto de cursos que un estudiante sigue en un establecimiento docente.	Ordinal	Básica Media superior Superior

<b>Ocupación del padre o la madre</b>	Trabajo o cuidado que impide emplear el tiempo en otra cosa.	Ordinaria	Jornalero, Obrero, Comerciante Empleado Profesional.
<b>N° de Hermanos</b>	Individuos consanguíneos del mismo padre o madre	Cuantitativa	Numérica
<b>Zona habitacional</b>	Es el lugar donde se habita y va a corresponder varias características en su entorno para tipificarlas como urbana, rural y semi – urbana	Cualitativa	Rural Urbana Semi –urbana
<b>Enfermedad Respiratoria Aguda</b>	Son todas aquellas que afectan uno o varios órganos del sistema respiratorio y pueden ocasionar disminución del apetito.	Cuantitativa	Numérica
<b>Enfermedad Diarreica Aguda</b>	Son todas aquellas que afectan a uno o varios órganos del sistema gastrointestinal y pueden ocasionar edema del mismo bloqueando la absorción de nutrientes	Cuantitativa	Numérica
<b>Hematocrito</b>	El <b>hematocrito</b> es el porcentaje de los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, o "fracción celular" del volumen total de la sangre. Hematología Fundamentos De Medicina, Hernán Vélez A., William Rojas M., Sexta Edición 2004, Editorial Corporaciones Para Investigaciones Biológicas 2004	cuantitativo	Numérico

<b>Hemoglobina</b>	Es una heteroproteína de la sangre que transporta el O <sub>2</sub> y el CO <sub>2</sub> , depende de factores tales como la edad, el género, la altura sobre el nivel de mar y el grado de la hidratación de la persona. Hematología Fundamentos De Medicina, Hernán Vélez A., William Rojas M., Sexta Edición 2004, Editorial Corporaciones Para Investigaciones Biológicas 2004	cuantitativo	Numérico
<b>VGM (Volumen Globular Media)</b>	Es el tamaño promedio de todas las células. Hematología Fundamentos De Medicina, Hernán Vélez A., William Rojas M., Sexta Edición 2004, Editorial Corporaciones Para Investigaciones Biológicas 2004	Cuantitativo	Numérica
<b>CHCM</b>	Es la expresión de la concentración promedio de la Hb en los eritrocitos. Relaciona la cantidad promedio de Hb en los glóbulos rojos con el volumen promedio de los mismos. Hematología Fundamentos De Medicina, Hernán Vélez A., William Rojas M., Sexta Edición 2004, Editorial Corporaciones Para Investigaciones Biológicas 2004	Cuantitativo	Numérica
<b>RDW (% del ancho de distribución de los eritrocitos)</b>	Es una medida de variabilidad en los tamaños de los glóbulos rojos. Hematología Fundamentos De Medicina, Hernán Vélez A., William Rojas M., Sexta Edición 2004, Editorial Corporaciones Inves. Biológicas 2004	Cuantitativo	Numérica

## **MÉTODO O PROCEDIMIENTO PARA CAPTURAR LA INFORMACIÓN**

El proyecto se presentó primero con el jefe jurisdiccional ubicado en la jurisdicción sanitaria número 3, Cadereyta de Montes de la Secretaría de Salud del Estado de Querétaro para su autorización así como comprobar la viabilidad de la investigación para con los insumos en la toma de muestra, presentando para su aprobación las cédulas recolectoras de información así como carta de consentimiento informado por lo que fue aceptada para su realización.

Se acudió al Centro de Salud con Servicios Ampliados de Tolimán Qro. Para informarle lo relacionado del proyecto de investigación y así como también contar con la aprobación del director de dicho Centro de Salud a su vez aprovechar para explicarle el proyecto al personal de laboratorio para realizar los exámenes del hemograma, reafirmando la existencia de los insumos necesarios para dicho fin, por lo que se corroboró que efectivamente se contaba con dicha capacidad para ofrecer el servicio. Con la consigna que si presentaban los padres de familia el Seguro Popular, y dado el convenio de subrogación del servicio quien contará con carnet del ISSSTE o IMSS, la toma de muestra sería gratuita y si no presentaban éste documento les generaría un costo de 70 pesos que pagaría el padre o tutor.

Posteriormente se acude a entrevistar al director de la Escuela Primaria Josefa Ortiz de Domínguez en el municipio de Tolimán Qro. Para su aprobación y pauta para realizar dicho estudio de investigación enfatizándose la importancia de detectar a escolares con anemia explicándoles a los profesores lo relacionado al proyecto sus probables consecuencias y beneficios ya que esto repercute en la atención y el aprovechamiento escolar en las aulas así como componente importante en el programa de salud en este grupo etario.

Con el visto bueno de la autoridad educativas se les cito a los padres de familia en el aula correspondiente en donde cursaba el grado escolar su hijo o hija posteriormente se les entrego las cartas de consentimiento donde por escrito se les indico los pasos o procedimientos del proyecto parte fundamental, la toma del hemograma con la leyenda de bioética así como la explicación e importancia

del llenado de las células recolectoras con interrogatorio directo e indirecto para limitar sesgos y en caso de aceptar fueran firmadas éstas. Ya con su aprobación se presentó la lista de los escolares en el área de laboratorio en donde se programó las citas para su toma de muestras, asignándole un día por grupo escolar.

Los alumnos acudieron en orden y acompañado del padre o tutor al laboratorio del Centro de Salud de Toluca Qro. Y antes de pasar a laboratorio a la toma del examen se les aplicó la encuesta así como toma de peso y talla en una báscula marca Torino con estadímetro entregándose posteriormente la solicitud de laboratorio indicándole específicamente el estudio para su realización.

Se excluyó a quienes no firmaron la carta de consentimiento así como los que tenían cuestionario pero ya no se realizaron la prueba de sangre (porque no pudieron convencer al menor), lo que representó la no participación de 189 alumnos, correspondiendo a:

145 que no aceptaron firmar el consentimiento refiriendo que 6 meses atrás el seguro popular tomó hemoglobina de sangre periférica (capilar);

23 que si firmaron pero no se presentaron a la encuesta ni a la toma de la muestra;

13 Que a pesar que firmaron el consentimiento y realizaron la encuesta no se tomó la muestra por motivos de no cooperación por el alumno.

Los que llegaron a destiempo:

5 se tomaron la muestra sin que entregaran la hoja de consentimiento firmada y no se presentaron a realizarse la encuesta;

3 que entregó la hoja de consentimiento y se tomó la muestra pero que no se realizó la encuesta.

Se recabaron directamente del Centro de Salud con Servicios Ampliados de Toluca Qro. Los resultados de la Biometría Hemática realizados en escolares de 6 a 11 años. A continuación se depuró la base de datos en base a los resultados con el hemograma disponible, a los que se asignó un número

progresivo de acuerdo a la edad del escolar para identificarlos tanto en la base de datos que se elaboró en el programa estadístico de Excel, con los expedientes de cada uno de ellos, dichos expedientes están conformados por una ficha de identificación con antecedentes de riesgo en la alimentación habitual por días sobre semanas y factores socioeconómicas.

El manejo estadísticos se llevó a cabo con el programa de Microsoft Office Excel 2007 donde se procedió a realizar el análisis de los resultados por variables (cuestionario de factores de riesgo) contra resultados del hemograma.

Sobre la base de datos se agregaron las variables de: nombre, edad hallazgos de normalidad, anemia leve, moderada o severa así como el tipo de anemias microcíticas e hipocrómicas, megaloblásticas y no megaloblásticas. Los que se registraron en número arábigos, así como el resto de variables que previamente se enlistaron, cada uno de ellos se comparó con el resultado del hemograma, categorizados por la clasificación de leve, moderado, severa y el tipo de las mismas.

A la cantidad total de registro se aplicaron los criterios de exclusión y de eliminación, así se determinó el número de la muestra “*n*”

La variable edad se ordenó de menor a mayor para obtener los datos del grupo participante como son:

- \* Número total de la muestra
- \* Media de edad
- \* Moda de edad
- \* Mediana de edad



De los grupos de los alumnos se dividieron por rangos, para representar gráficamente los resultados de edad de los participantes, sobre estos rangos se aplicaron los resultados de los estudios del hemograma y se obtuvieron así los datos de frecuencia, grado y tipo de anemia en número total y porcentaje, se categorizo por la clasificación de anemias obteniéndose el número total y porcentaje de la muestra.

Para el análisis de los resultados de factores de riesgo, se describe primeramente en número totales y porcentaje su presencia en el total de la muestra debido a que la categorización de anemia se define como anemia leve, moderada y severa así como el tipo de estas, se agrupan estas dos categorías y se asocian con la presencia de los factores en análisis reportándose en porcentajes de presentación en un segundo grupo las variables de factores, de riesgo se presentan en tablas de frecuencias en asociación simple, con la clasificación dependiendo de los resultados del hemograma, con valor normal de 11.8 a 14.6 mg/dl en la interpretación del hemograma pediátrico.

Finalmente con los datos concentrados se elaboraron cuadros y graficas de resultados.

La toma y proceso de los hemogramas corrió a cargo del personal del laboratorio del centro de salud con servicios ampliados en Tolimán Qro. Dichas muestras se realizaron con analizadores automáticos permitiendo determinar con un elevado grado de fiabilidad los parámetros hematológicos de sangre (el recuento celular de hematíes, leucocitos y plaquetas, la concentración de hemoglobina y los índices eritrocitarios de Wintrove, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración corpuscular media de hemoglobina), quien posteriormente se encargó de remitir los resultados por escrito en forma oficial en la institución, que fue la base de clasificación de todos y cada uno de los escolares en el grupo de edad que correspondía, según el resultado del hemograma.

Los casos positivos de anemia se derivaron para su manejo en el centro de salud de servicios ampliados de Tolimán Qro. Para corregir dicha alteración y sin embargo aunque el seguimiento ya no forma parte del presente estudio es necesario mencionar que se descartó un proceso hemolítico recibiendo categorización de anemia microcítica e hipocrómica.

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Todos los procedimientos estarán de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Los aspectos éticos en la investigación con seres humanos y con las excepciones que el reglamento señala, este estudio responde a lo establecido:

Título segundo, capítulo II, el Artículo 15: los sujetos de este estudio no estarán expuestos a riesgo ni daño físico, ni psicológico además de proteger la identidad del individuo sujeto a la investigación

Título segundo, capítulo II, Artículo 17, Sección I, investigación sin Riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental, prospectivo y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran; cuestionarios, entrevistas, revisión de expediente clínicos y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

Para la realización de esta investigación se contara con la aprobación de las autoridades de salud correspondientes, además del consentimiento informado por escrito por parte de los pacientes. Los resultados se darán a conocer al final de la investigación, sin olvidar el Título II, Artículo 120: que menciona que el investigador, podrá publicar informes parciales y finales de los estudios y difundir

sus hallazgos por otros medios, cuidando que se respete la confidencialidad a que tienen derecho los sujetos de investigación.

Y en relación a lo establecido en los principios básicos de la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, adoptada por la 18° Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia, junio 1964; y enmarcada por la 29a Asamblea Médica Mundial Tokio, Japón, octubre de 1975; incluyendo hasta la 59a asamblea General Seúl Corea, octubre de 2008; como una propuesta de principios éticos que sirvan para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos.

## 7. RESULTADOS

### DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

De la escuela primaria Josefa Ortiz de Domínguez de acuerdo al censo de alumnos que asisten con regularidad, son 439 pero dada el estudio de inclusión, los que se encontraban en el rango de 6 a 11 años fueron 352 alumnos como universo de trabajo, con 12.5% en el grupo de 6 años, 17.8% en el grupo de 7 años, 19.3% en el grupo de 8 años, 17.6% en el grupo de 9 años, 13.3% en el grupo de 10 años y 19.3% en el grupo de 11 años. Grafica 1

Por distribución de sexo el 48.4% corresponde a masculino y 51.6%, al femenino. Grafica 2

Se obtuvo un total de ("N") de 171 resultados de hemograma, y se excluyeron 5 por no tener carta de consentimiento, 3 por no tener encuesta, por lo que el número total de la muestra ("n") fue de 163 registros con resultados de hemograma, cuestionarios de recolección de datos completos y carta de consentimiento informado con firma de aceptación para participar en el estudio, lo que representa el 89% de los resultados, de los cuales se obtienen:

Media de edad de los participantes, es de 8.5 años,

Con una moda de 7

Y mediana de 8 años.

Distribuidas en los siguientes rangos de edad:

6 años	19	que representan 11.7%
7 años	34	que representan 20.9%
8 años	30	que representan 18.4%
9 años	30	que representan 18.4%
10 años	25	que representan 15.3%
11 años	25	que representan 15.3%. Grafica 3

El diagnóstico por grado y tipo de anemia del total de niños encuestados con muestra de hemograma de los 163 el 80.9% tuvieron resultados normales y el 19.1% con anemia leve en donde el 51.6% fue en el tipo microcítica e hipocrómica y el 48.4% fue megaloblástica. Basados en la clasificación de las anemias a partir del VCM y de la ADE (RDW-CV = La amplitud de distribución eritrocitaria). Grafica 4

Por edad de alumnos los más afectados son los niños de 6 años con 36.8% en comparación con los de 11 años 8.0%. Grafica 5

En cuanto al sexo mujer y hombre, el sexo masculino presentó el 26.6% de casos de anemia y el sexo femenino con un 11.9%. Grafica 6

Con respecto al peso en el grupo de quienes cursaban con peso bajo presentaron un 100% de anemia, seguida del grupo de obesidad con un 21.6% de anemia. Grafica 7

En cuanto a la talla, el grupo de talla normal presentaron 19.8% de anemia y con Talla alta con un 18.5% de anemia. Grafica 8

En los escolares con índice de masa corporal.- Baja presentaron 100% de anemia seguida de los que presentaron IMC alto con 21.6% Grafica 9

En escolares con antecedentes de lactancia materna el 93.3% fueron amamantados, mientras que el 6.7% no lo hicieron. Grafica 10

Los escolares que no amamantaron tuvieron el 36.4% de anemia seguida de los que amamantaron más de 6 meses 18.4%. Grafica 11

Con respecto a la ingesta de carne el grupo que comió menos de 3 días a la semana presentaron un 19.4% de anemia. Grafica 12

En escolares que comieron pescado menos de una vez al mes presentaron el 24.5% de anemias. Grafica 13

En la ingesta del huevo, los que comieron menos de 3 días a la semana presentaron un 19.7% de anemia. Grafica 14

En cuanto a los hábitos de ingesta de leche de vaca y anemia los que toman más de medio litro al día presentaron un 55.6% de anemia con respecto al 20% de anemia de los que no toman leche de vaca. Grafica 15

En cuanto a la ingesta de frutas, quienes comieron más de 4 días a la semana presentaron el 20.8% de anemia en comparación al 16.4% de los que comieron menos de 3 días a la semana. Grafica 16

En la ingesta de verduras, quienes comieron menos de tres días a la semana presentaron el 22.4% de anemia comparado con el 17.5% de los que comieron más de cuatro días a la semana. Grafica 17

Los escolares que comieron harinas más de cuatro días a la semana presentaron un 20.2% de anemia con respecto al 17.7% de los que comieron menos de 3 días a la semana. Grafica 18

La ingesta de comida chatarra o basura, los que comieron aparentemente menos de tres días a la semana presentaron 19.7% con respecto a los que comieron más de cuatro días a la semana con 18.3%. Grafica 19

En cuanto al número de hermanos, el grupo que presentó un mayor porcentaje de anemias con un 21.7% fue el de 2 hermanos. Grafica 20

En cuanto enfermedad respiratoria aguda, los que se enfermaban más presentaron un 20.6% de anemia en comparación al 16.6% de los que no se enfermaban. Grafica 21

En escolares con enfermedad diarreica aguda y anemia los que se enfermaban se encontró con un 18.3% de anemia y con el 15.2% de los que no habían presentado en el año dicha enfermedad. Grafica 22

En el rubro del nivel educativo de los padres, en el grupo de los que presentaban nivel básico presentaron un 21% de anemia seguido con el 20% de los que presentaban nivel superior. Grafica 23

Con respecto a la ocupación de los padres, el grupo de padres comerciantes el 40% presento anemia, seguido del grupo de jornaleros con un 20.6%. Grafica 24

De acuerdo a la zona habitacional, quien habita en zona semi-urbana presento un 24.3% con escolares con anemia seguida de la zona urbana donde el 14.8% presento anemia. Grafica 25

## TABLAS, CUADROS Y GRAFICAS

Variables		Normal	Grado de anemia			Total	Tipo de anemia		Total	
			Leve	Moderada	Severa		Microcítica e Hipocrómica	Megaloblastica		
EDAD	6	12	7	0	0	19	6	1	7	
	7	28	6	0	0	34	1	5	6	
	8	24	6	0	0	30	3	3	6	
	9	25	5	0	0	30	4	1	5	
	10	20	5	0	0	25	2	3	5	
	11	23	2	0	0	25	0	2	2	
SEXO	Femenino	74	10	0	0	84	7	3	10	
	Masculino	58	21	0	0	79	9	12	21	
PESO	Bajo	0	3	0	0	3	1	2	3	
	Normal	85	15	0	0	100	7	8	15	
	Alto	47	13	0	0	60	8	5	13	
TALLA	Bajo	5	0	0	0	5	0	0	0	
	Normal	105	26	0	0	131	14	12	26	
	Alto	22	5	0	0	27	2	3	5	
INDICE DE MASA CORPORAL	Bajo	0	3	0	0	3	1	2	3	
	Normal	85	15	0	0	100	7	8	15	
	Alto	47	13	0	0	60	8	5	13	
LACTANCIA MATERNA	Si	<6 mes	41	8	0	0	49	4	4	8
		>6 mes	84	19	0	0	103	9	10	19
	No	7	4	0	0	11	3	1	4	
INGESTA DE CARNE 0/7	<3/7	129	31	0	0	160	16	15	31	
	>4/7	3	0	0	0	3	0	0	0	
INGESTA PESC./ATUN 0/30	>1/30	80	26	0	0	106	15	11	26	
	>2/30	52	5	0	0	57	1	4	5	
INGESTA HUEVO 0/7	>3/7	118	29	0	0	147	16	13	29	
	>4/7	14	2	0	0	16	0	2	2	



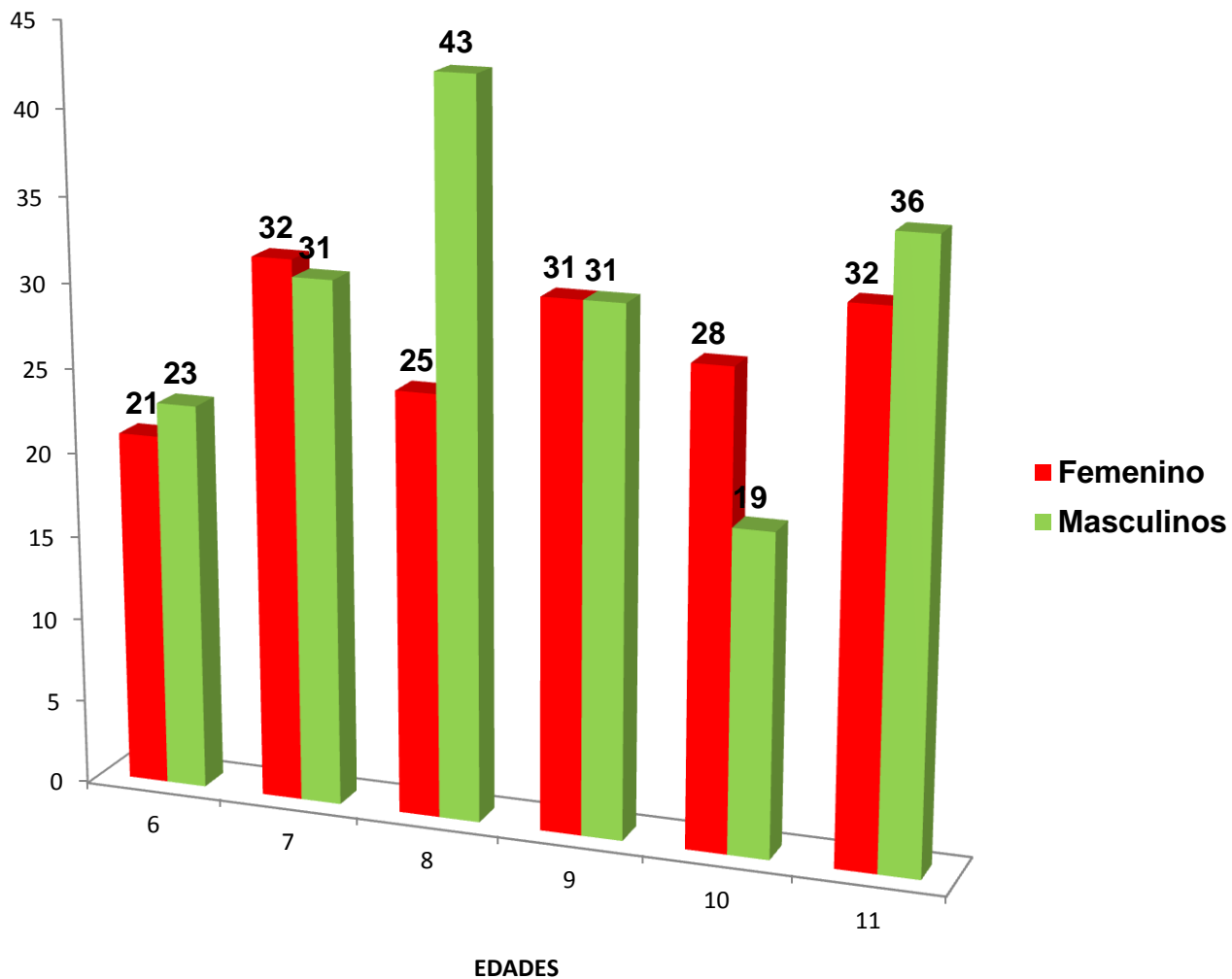
<b>INGESTA LECHE</b>	Si	<500 cc	108	9	0	0	117	3	6	9
		>500 cc	16	20	0	0	36	12	8	20
	No	8	2	0	0	10	1	1	2	
<b>INGESTA DE FRUTAS 0/7</b>	< 3/7	56	11	0	0	67	3	8	11	
	>4/7	76	20	0	0	96	13	7	20	
<b>INGESTA DE VERDURAS 0/7</b>	<3/7	38	11	0	0	49	5	6	11	
	>4/7	94	20	0	0	114	11	9	20	
<b>INGESTA DE CEREAL/PAN 0/7</b>	<3/7	65	14	0	0	79	5	9	14	
	>4/7	67	17	0	0	84	11	6	17	
<b>INGESTA DE COMIDA CHATARRA 0/7</b>	<3/7	61	15	0	0	76	9	6	15	
	>4/7	71	16	0	0	87	7	9	16	
<b>INGESTA DE VITAM./AÑO</b>	Si	0	0	0	0	0	0	0	0	
	No	132	31	0	0	163	16	15	31	
<b>NO. DE HERMANOS</b>	<2	67	18	0	0	85	10	8	18	
	3 – 4	43	10	0	0	53	5	5	10	
	5 – 7	19	3	0	0	22	1	2	3	
	>8	3	0	0	0	3	0	0	0	
<b>ENFERMEDAD RESPIRATORIA AGUDA/ AÑO</b>	Si	77	20	0	0	97	12	8	20	
	No	55	11	0	0	66	4	7	11	
<b>ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA/AÑO</b>	Si	40	9	0	0	49	7	2	9	
	No	92	22	0	0	114	9	13	22	
<b>NIVEL EDUCATIVO DE LOS PADRES</b>	Nivel Básico	177	47	0	0	224	23	24	47	
	Nivel Medio Superior	29	7	0	0	36	5	2	7	
	Nivel Superior	28	7	0	0	35	2	5	7	
	Nivel Superior									

<b>OCUPACIÓN DE LOS PADRES</b>	Jornalero	54	14	0	0	68	8	6	13
	Obrero	18	0	0	0	18	0	0	0
	Empleado	31	9	0	0	40	5	4	9
	Comerciante	6	4	0	0	10	1	3	4
	Tecnico	28	4	0	0	32	2	2	4
	Profesionista	2	0	0	0	2	0	0	0
<b>ZONA HABITACIONAL</b>	Urbana	69	12	0	0	81	7	5	12
	Semi-urbana	56	18	0	0	74	8	10	18
	Rural	7	1	0	0	8	1	0	0

FUENTE: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN 2012

**Grafica 1.-** Alumnos de la escuela primaria Josefa Ortiz de Domínguez del municipio de Tolimán Querétaro por sexo y edad (de 6 a 11 años)

**N = 352 alumnos**



Fuente: Lista de alumnos de 1<sup>ro</sup> a 6<sup>to</sup> grado turno matutino y vespertino – 2012

Grafica 2.

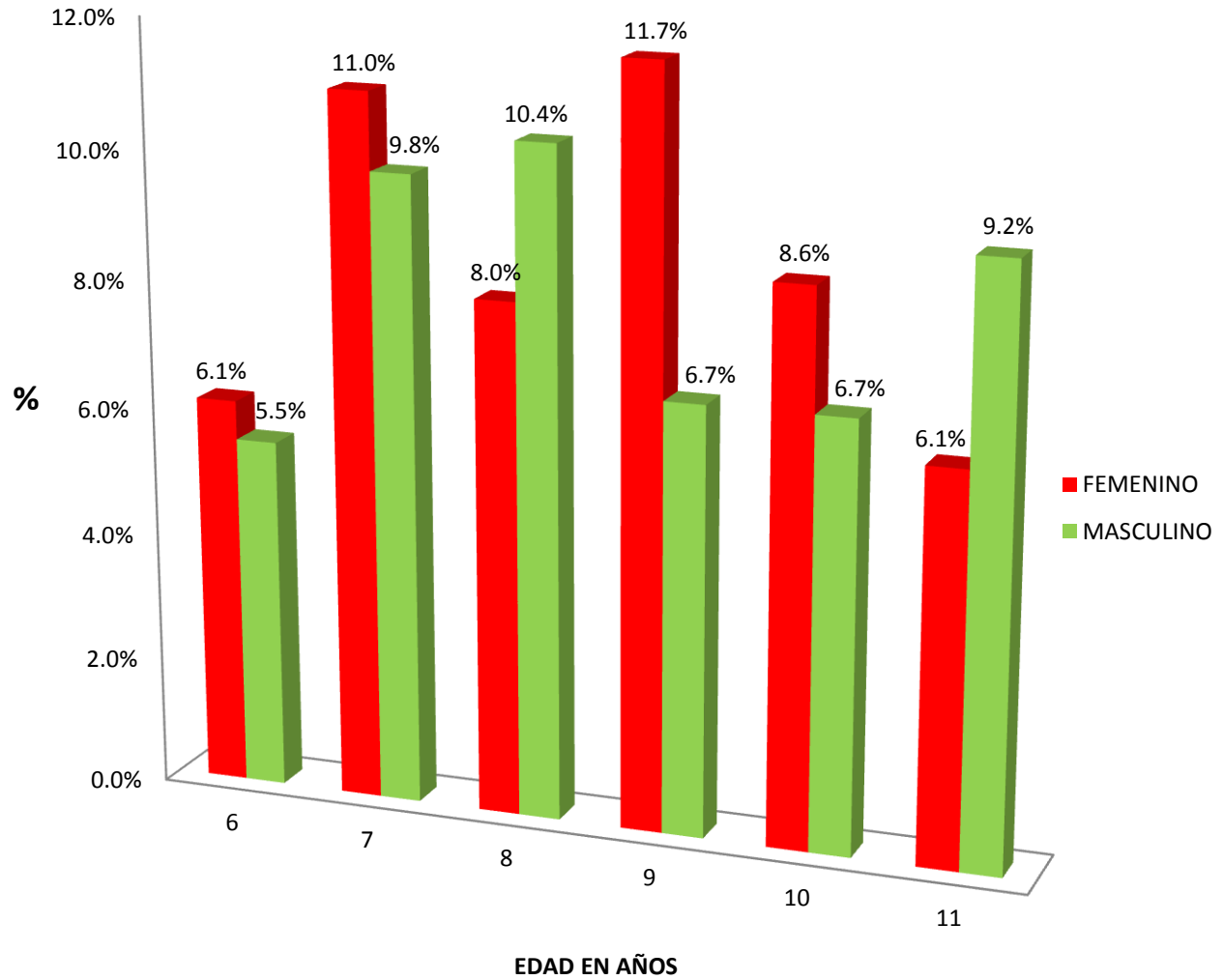
### Distribución por sexo n= 163



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

Grafica 3

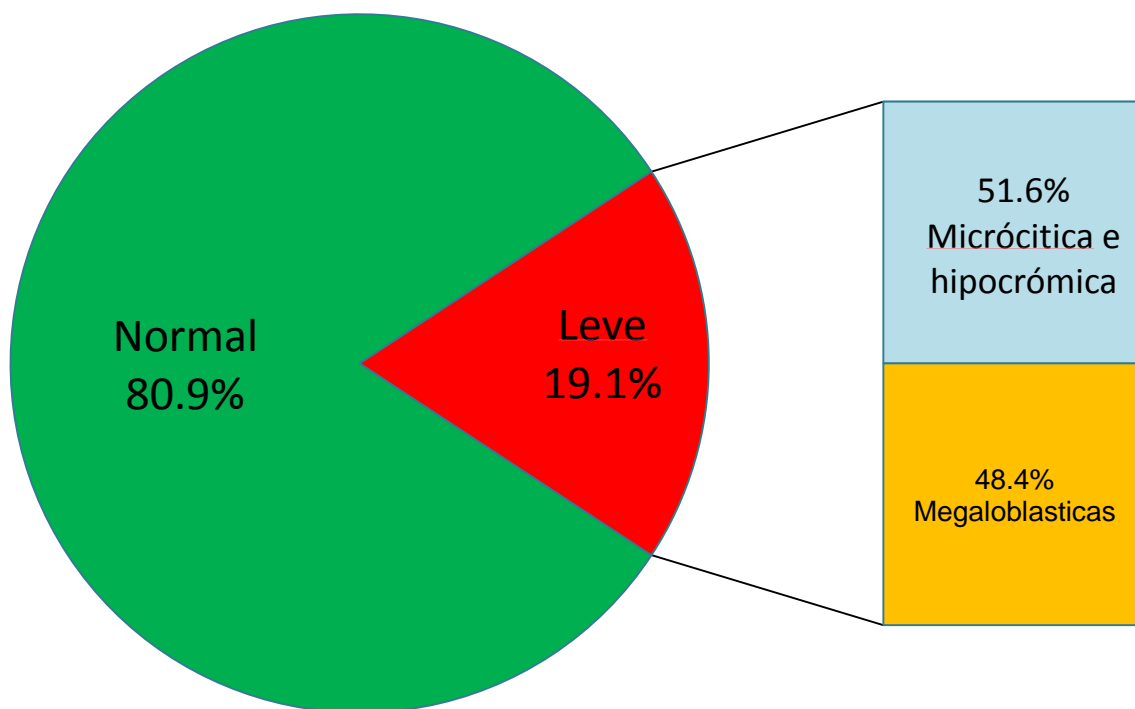
### Distribución por edad en escolares n=163



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

Grafica 4

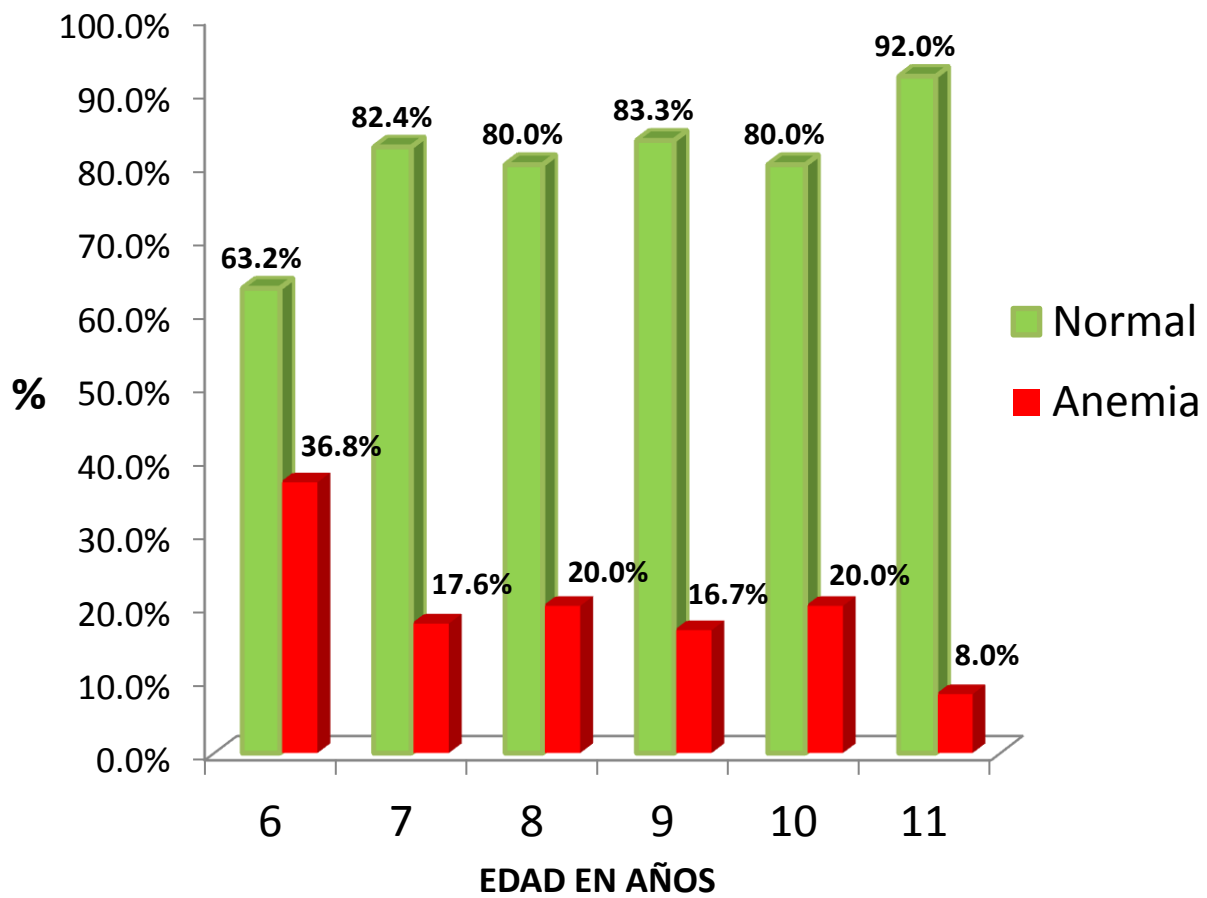
### Diagnostico por grado y tipo de anemia n =163



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

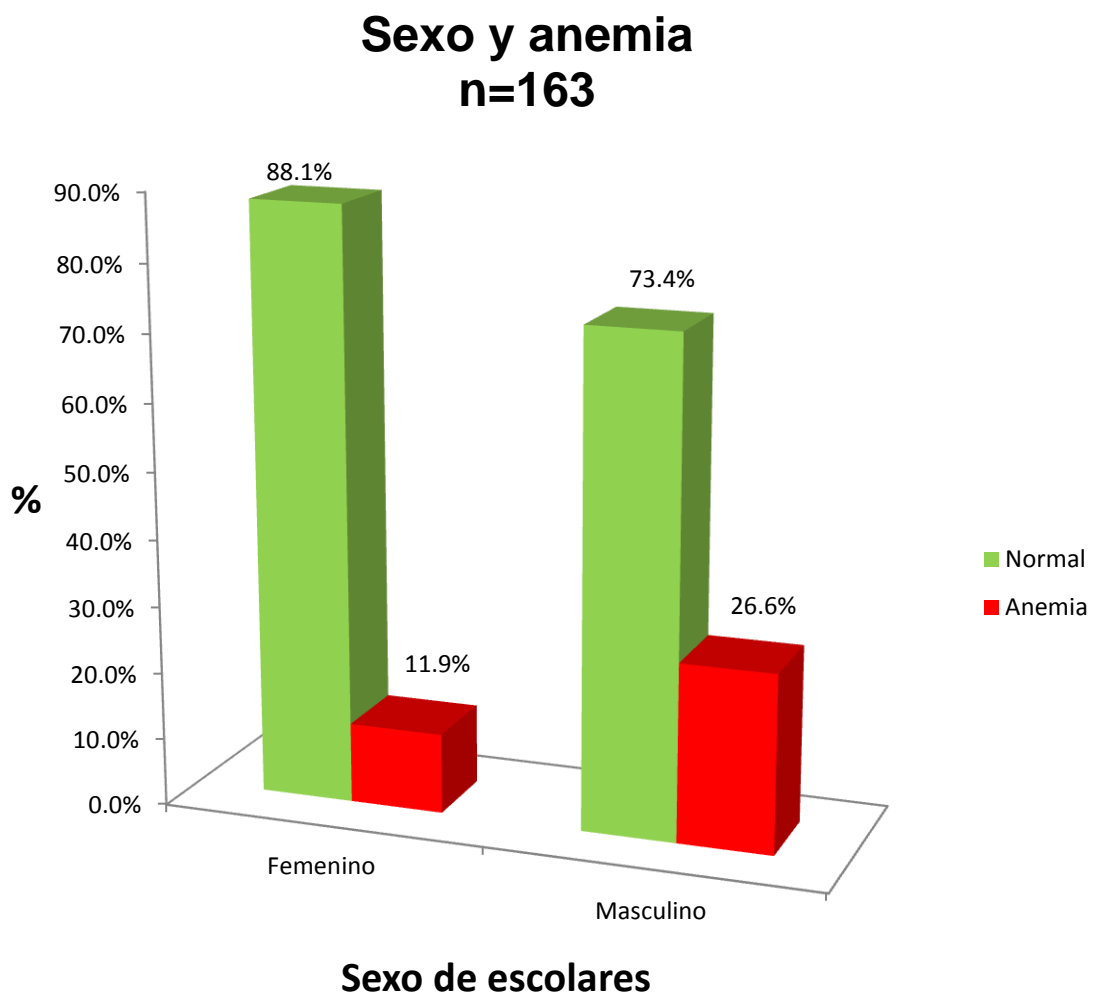
Grafica 5

### Edad de alumnos y frecuencia de anemia n= 163



Fuente: Cuestionario de Evaluación – 2012

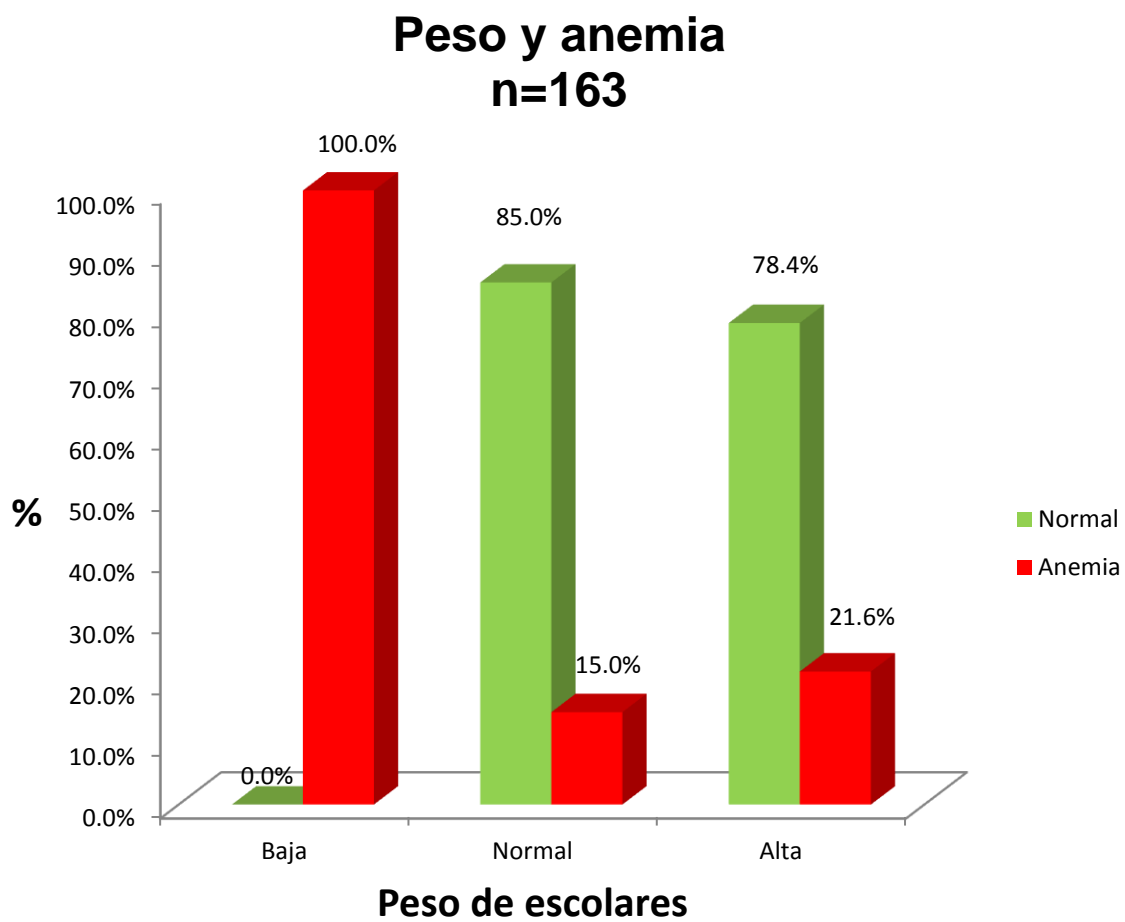
Grafica 6



Fuente: Cuestionario de Evaluación – 2012

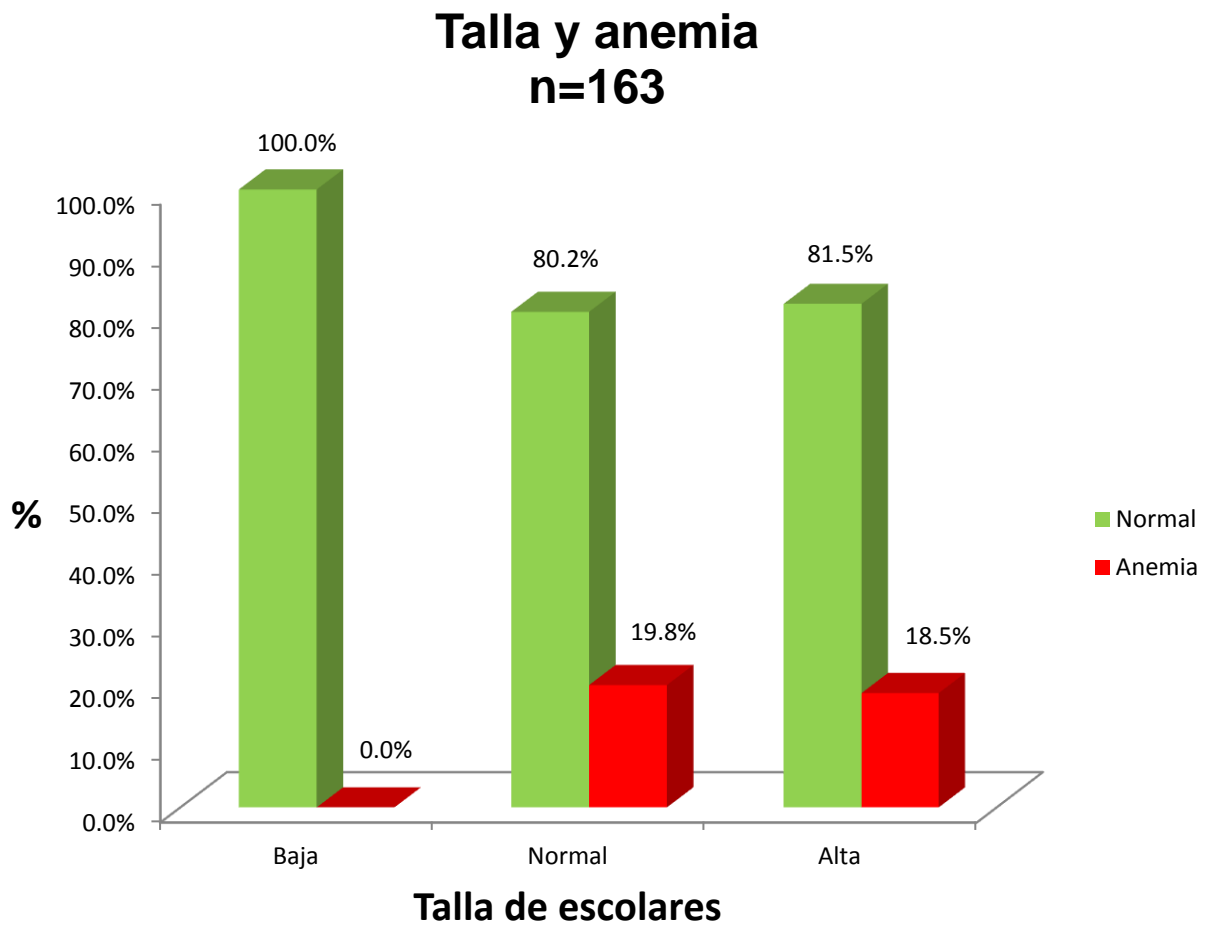


Grafica 7



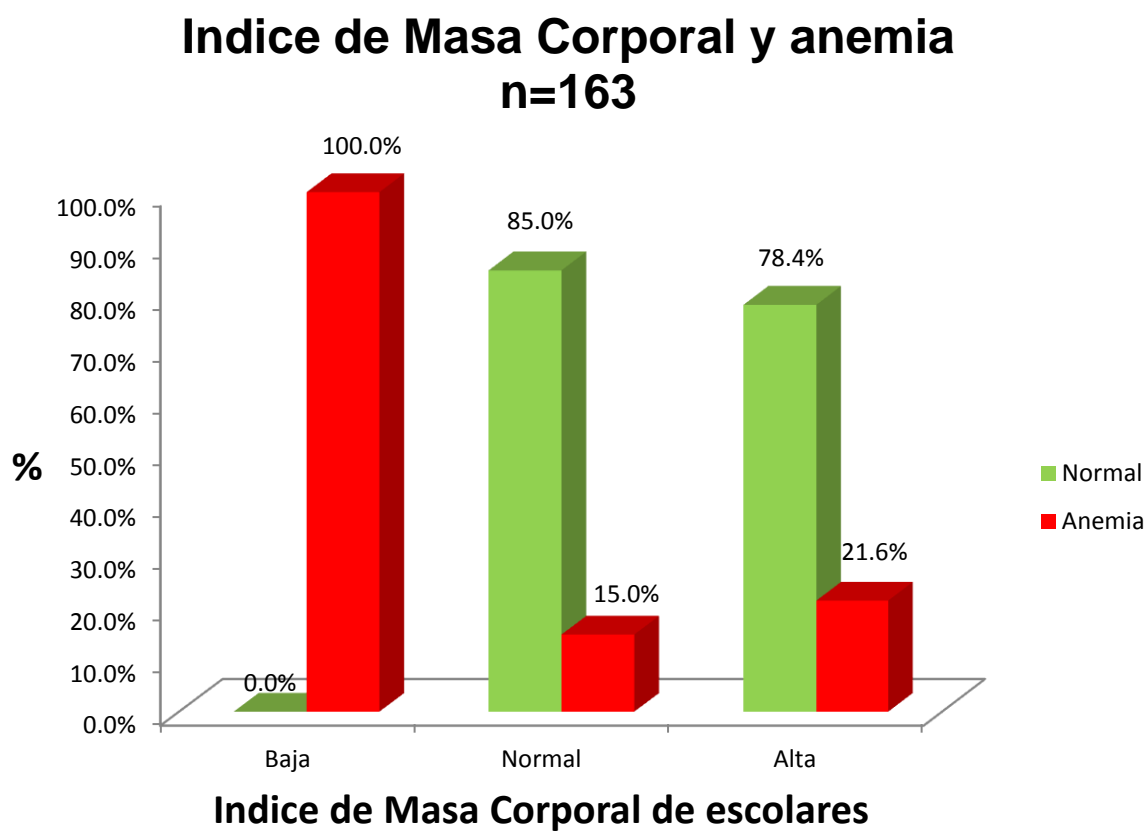
Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

Grafica 8



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

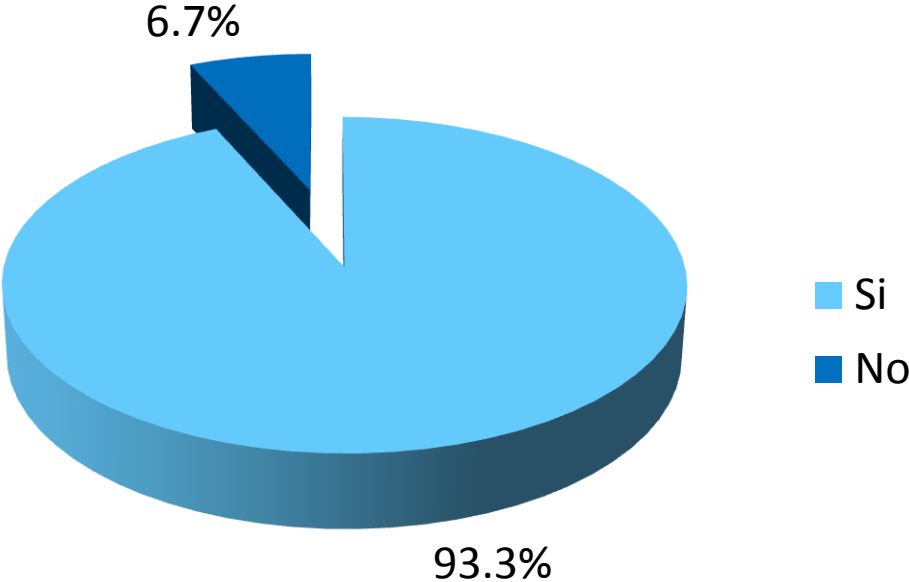
Grafica 9



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

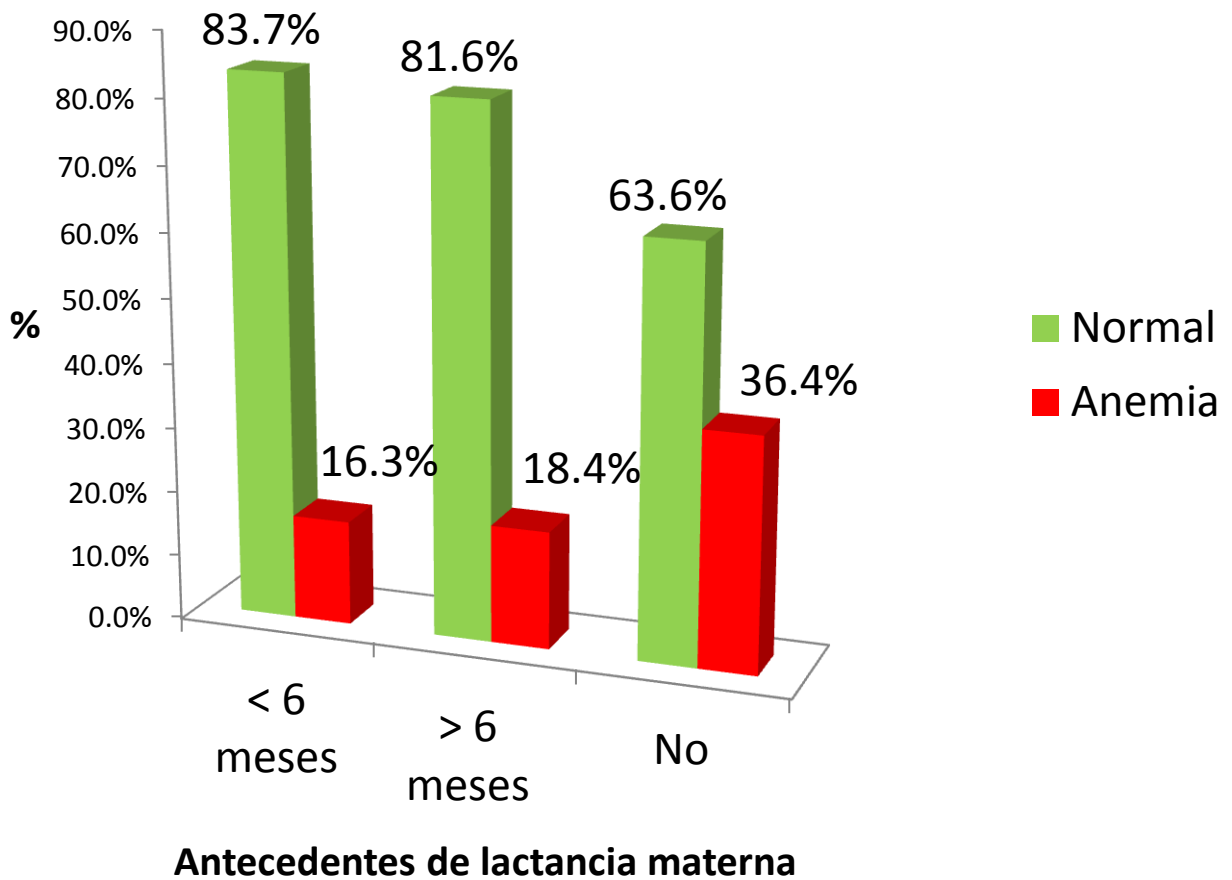
Grafica 10

**Antecedentes de lactancia materna  
n= 163**



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

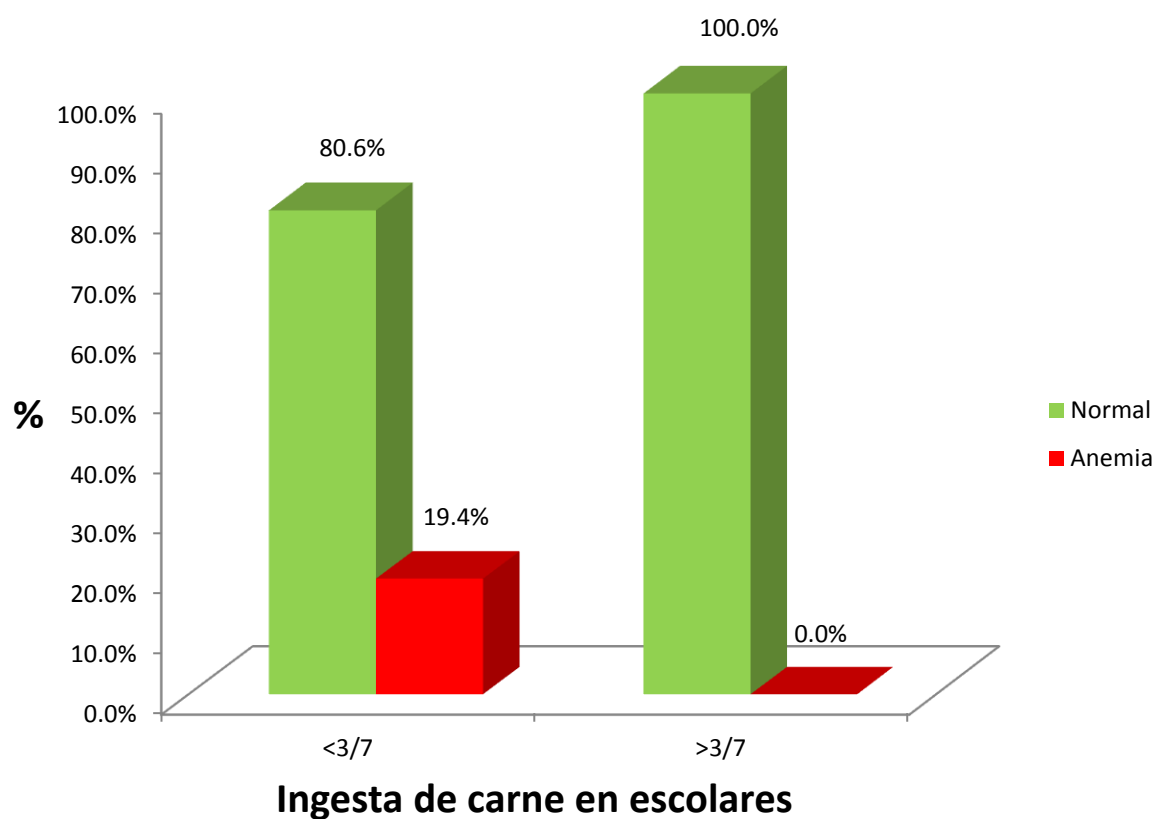
### Antecedentes lactancia materna y anemia n=163



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

Grafica 12

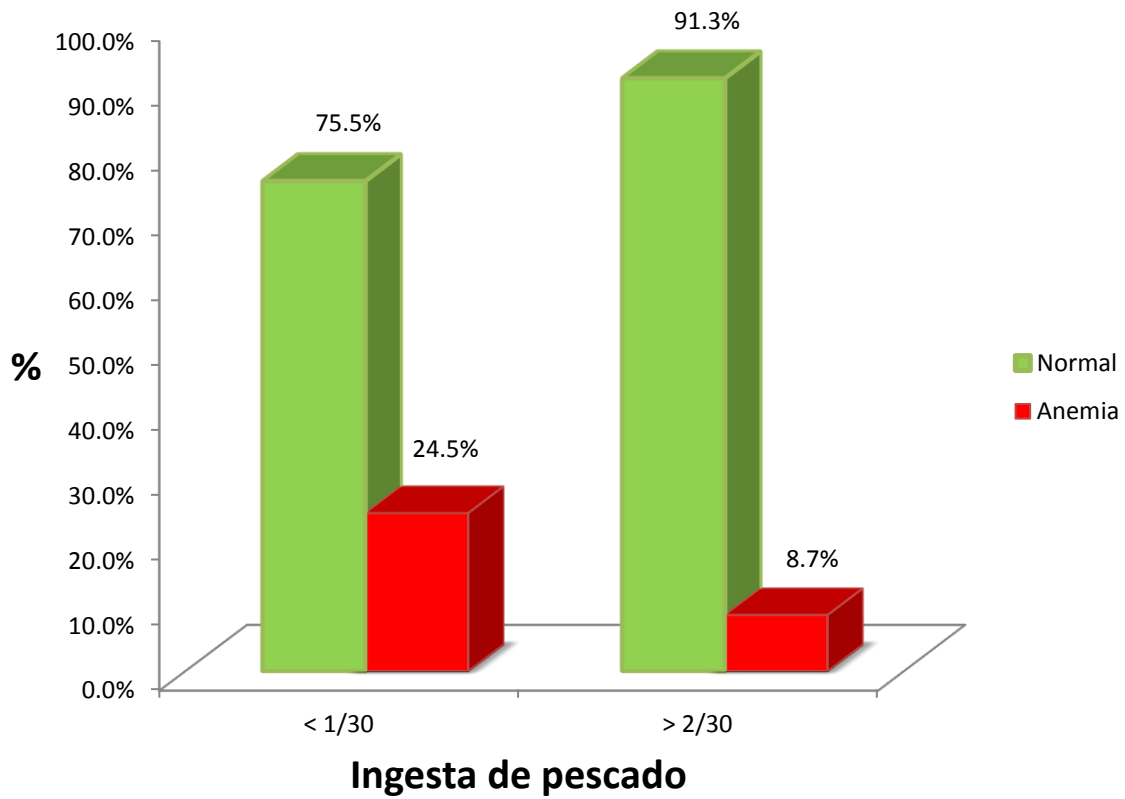
### Hábitos de ingesta de Carne y anemia n=163



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

Grafica 13

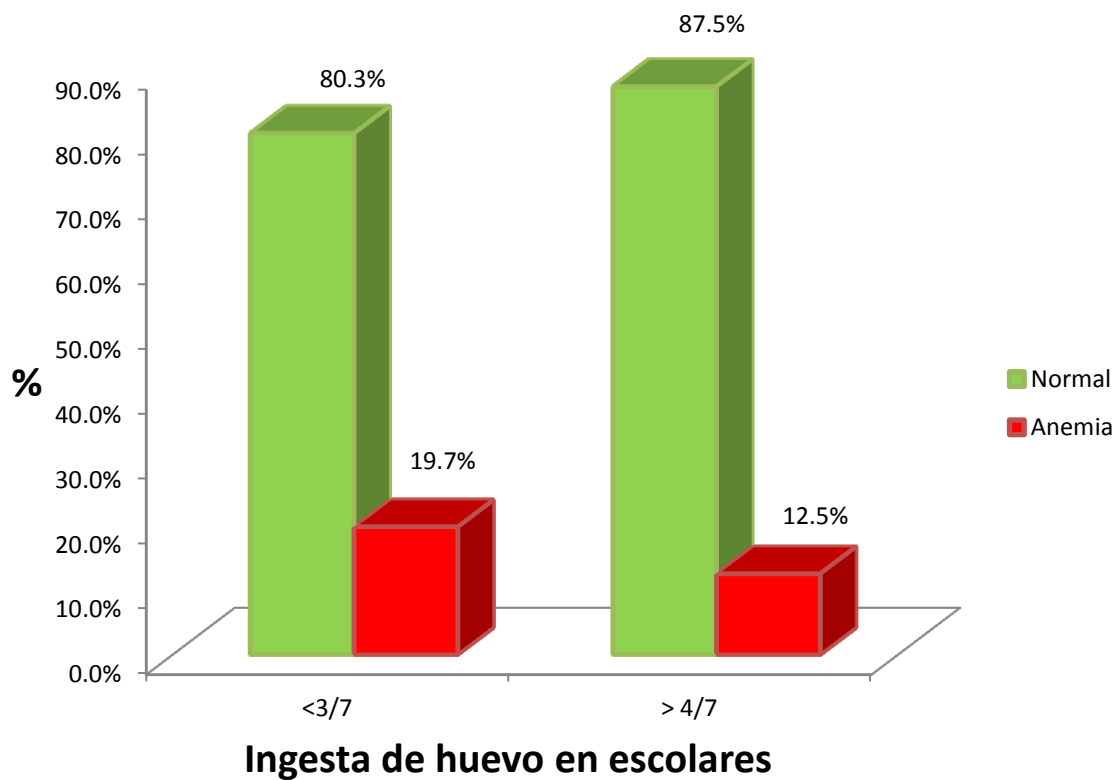
### Hábitos de ingesta de pescado y anemia n=163



Fuente: Cuestionario de Evaluación – 2012

Grafica 14

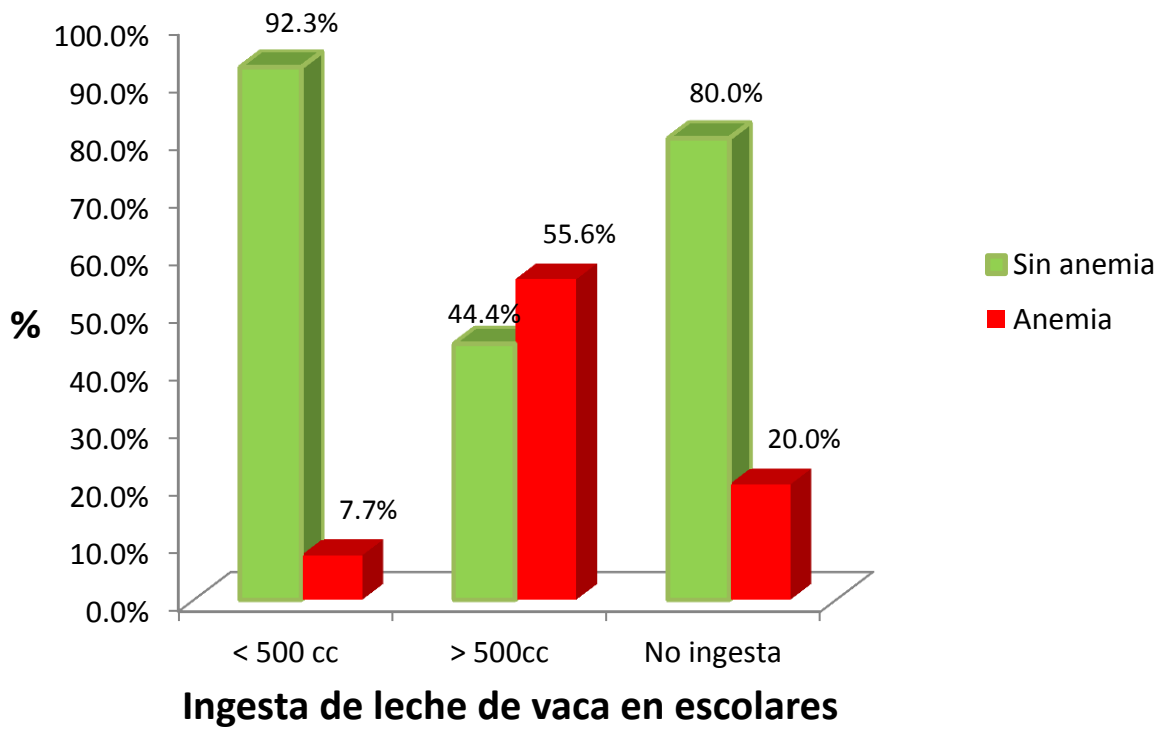
### Habitos de ingesta de huevo y anemia n=163



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012



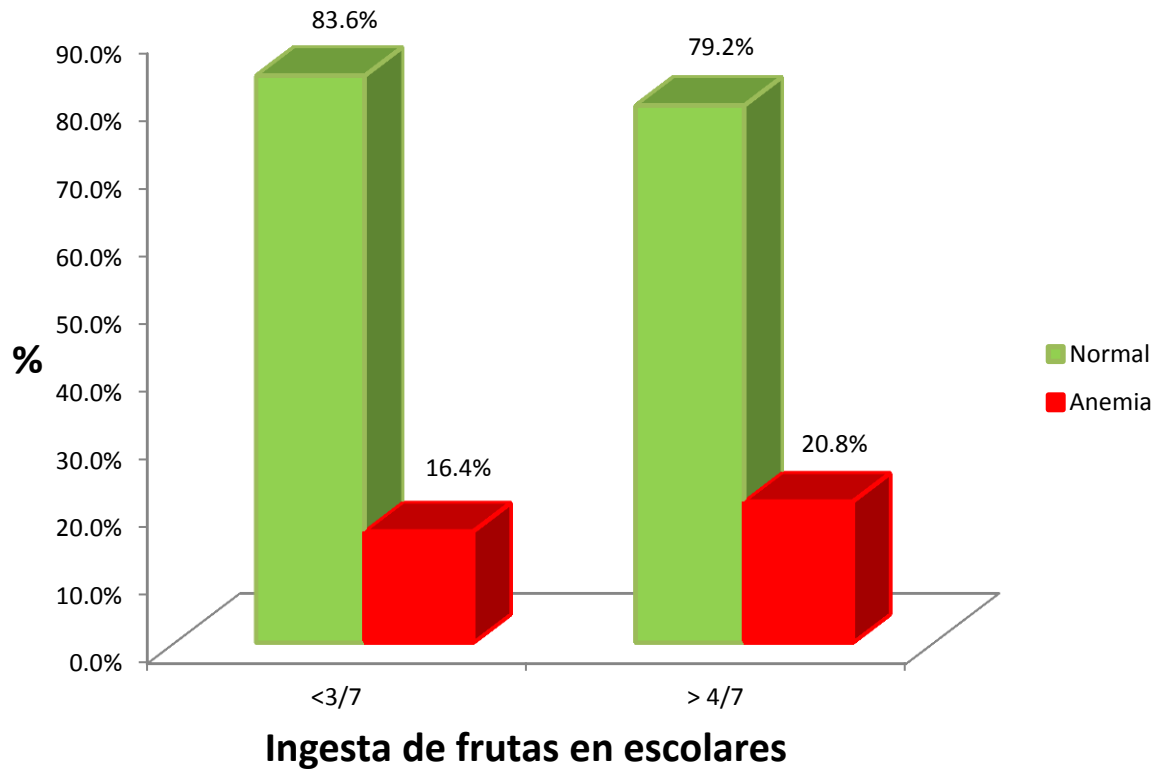
### Hábitos de ingesta de leche de vaca y anemia n= 163



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

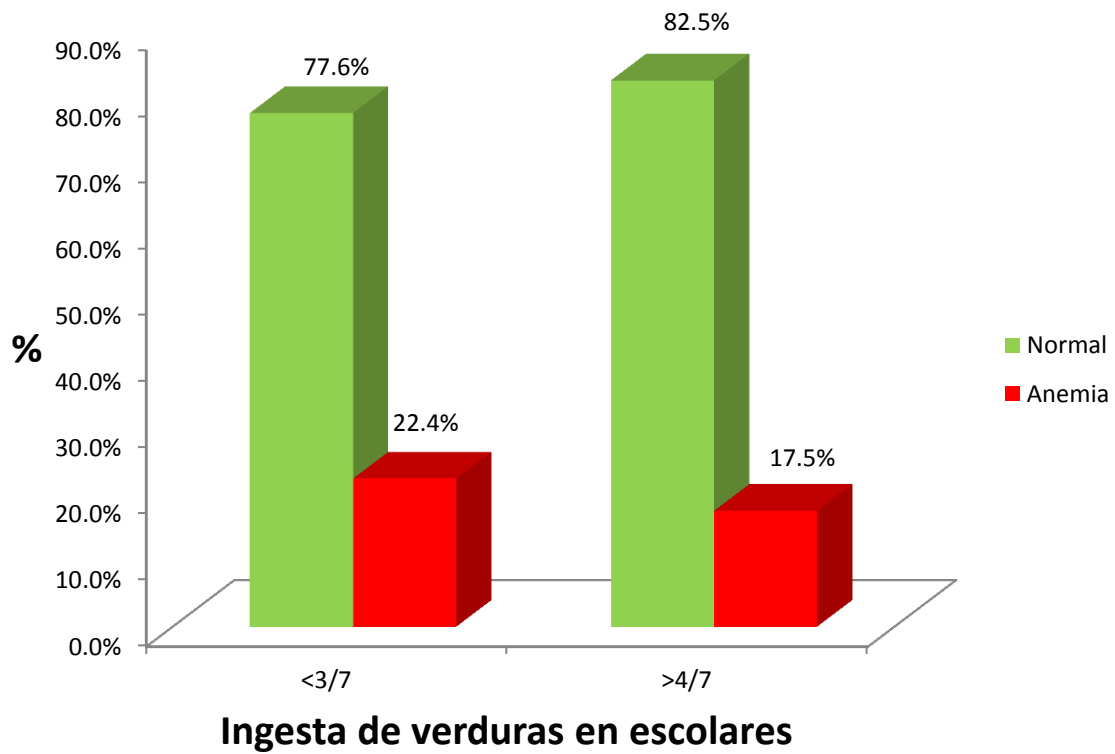
Grafica 16

### Hábitos de ingesta de frutas y anemia n=163



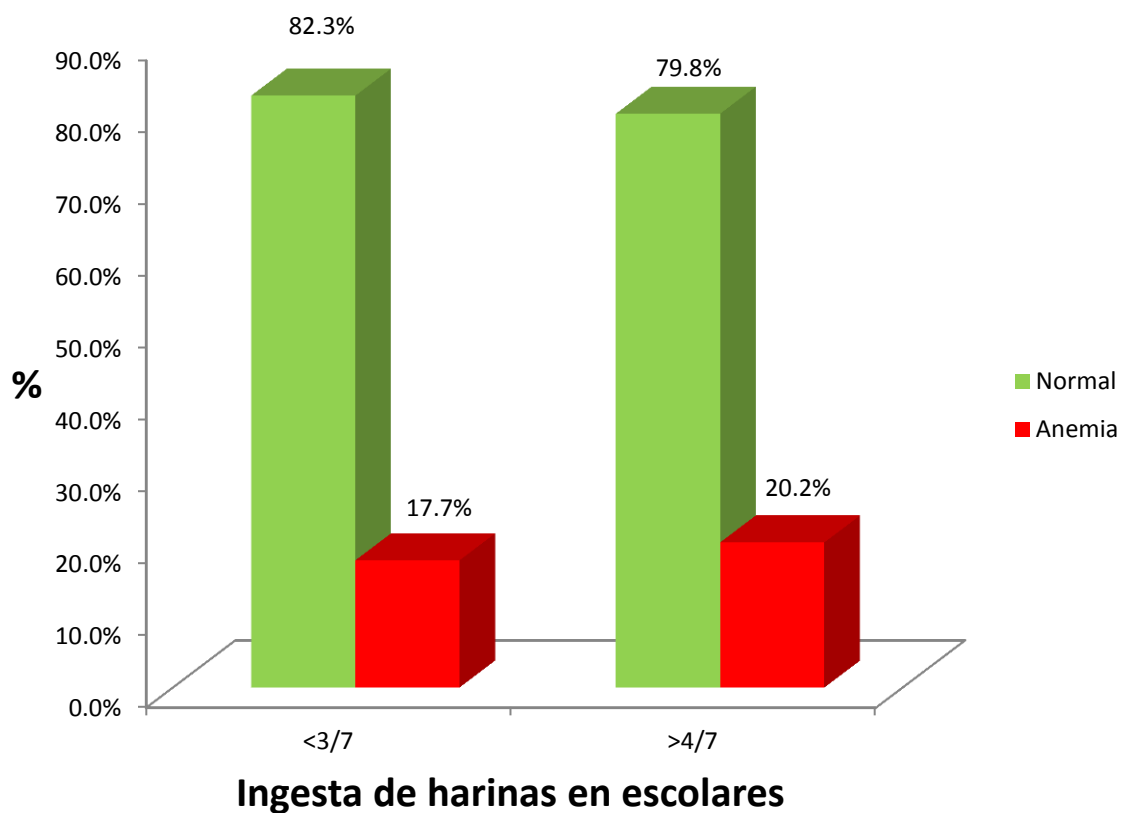
Fuente: Cuestionario de Evaluación – 2012

### Hábitos de ingesta de verduras y anemia n=163



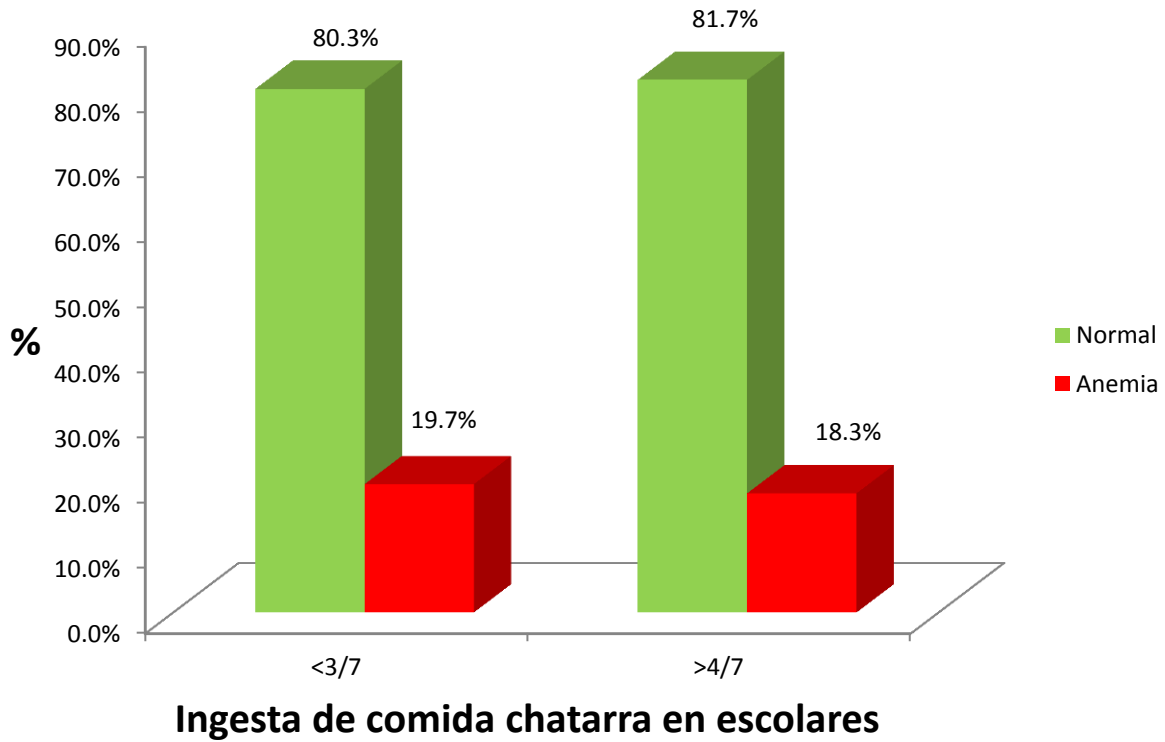
Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

### Hábitos de ingesta de harinas y anemia n=163



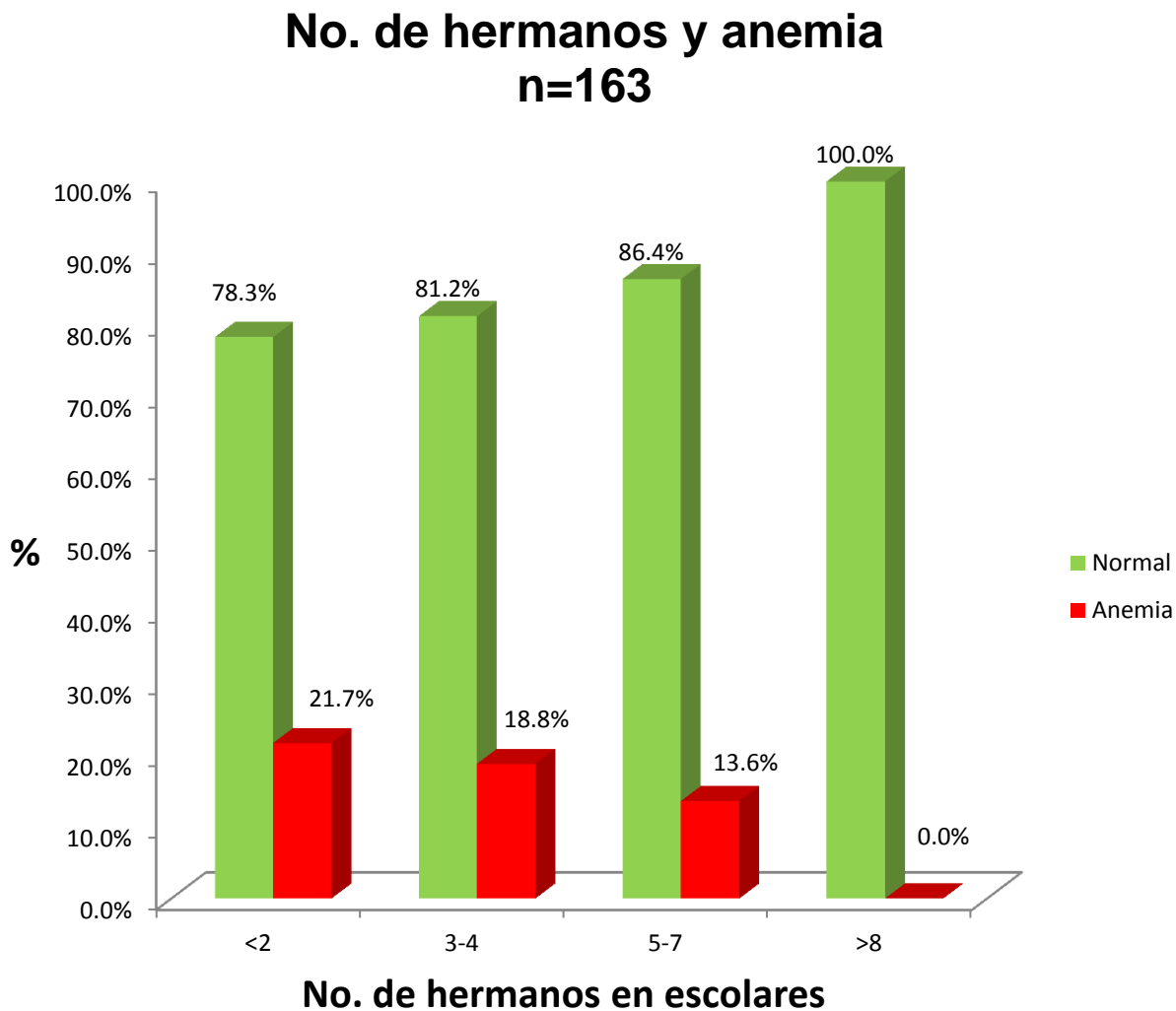
Fuente: Cuestionario de Evaluación – 2012

### Hábitos de ingesta de comida chatarra y anemia n=163



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

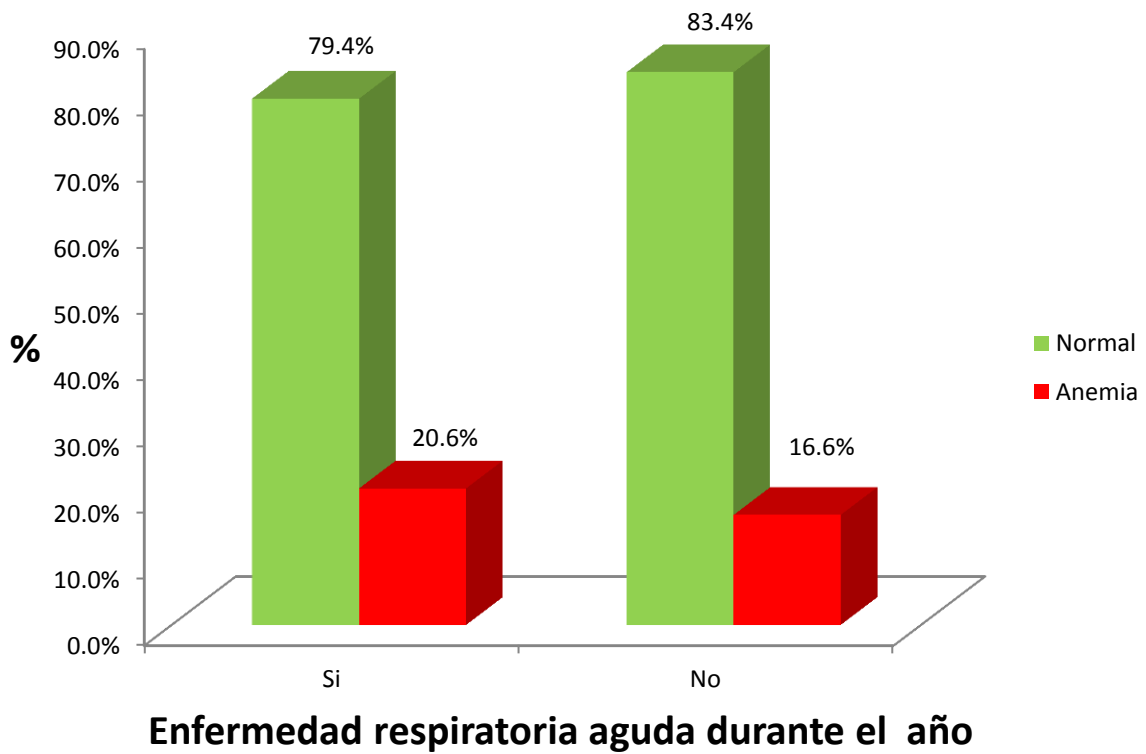
Grafica 20



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

Grafica 21

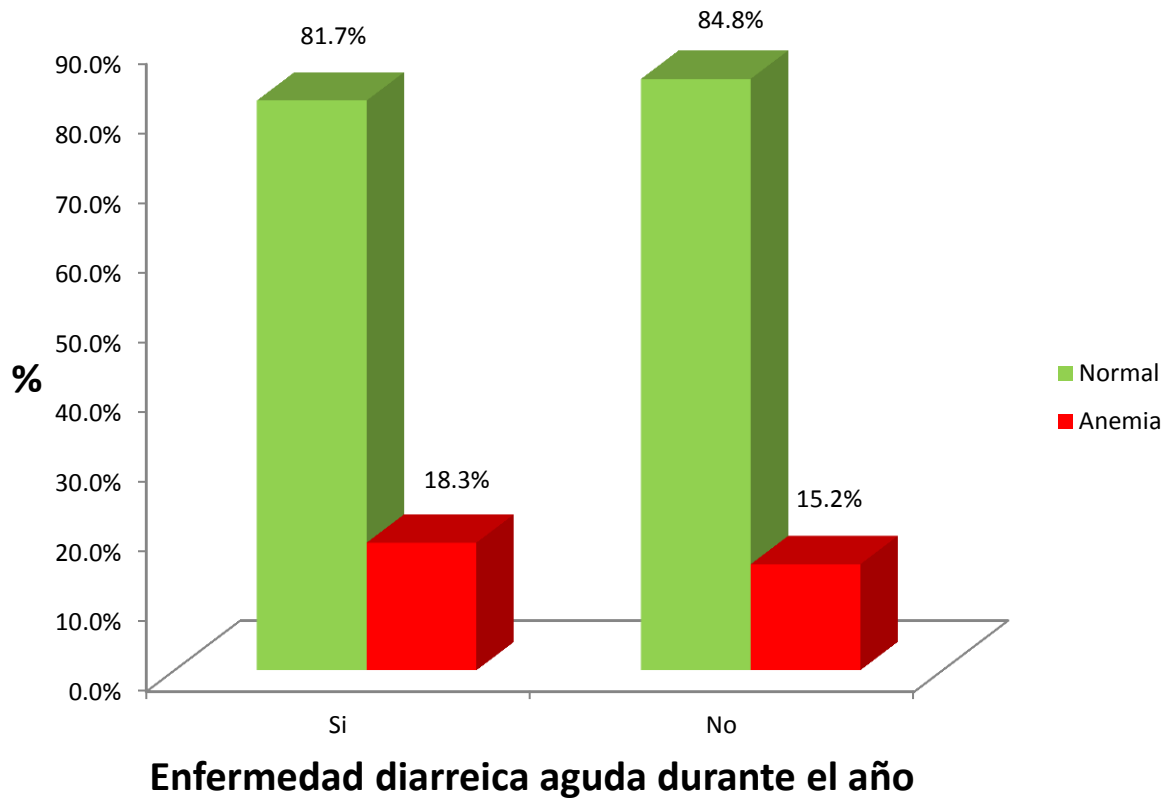
## Enfermedad Respiratoria Aguda y anemia n=163



Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012

Grafica 22

### Enfermedad Diarreica Aguda y anemia n=163

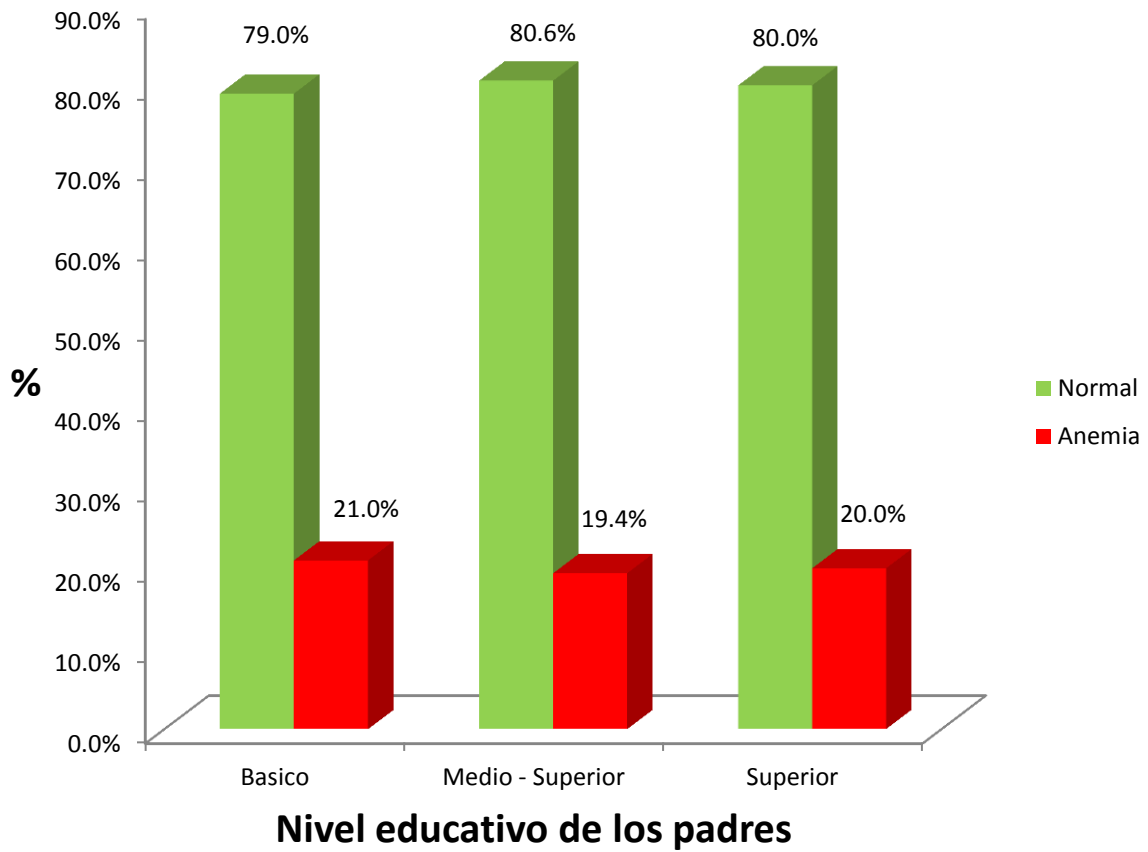


Fuente: Cuestionario de Evaluación - 2012



Grafica 23

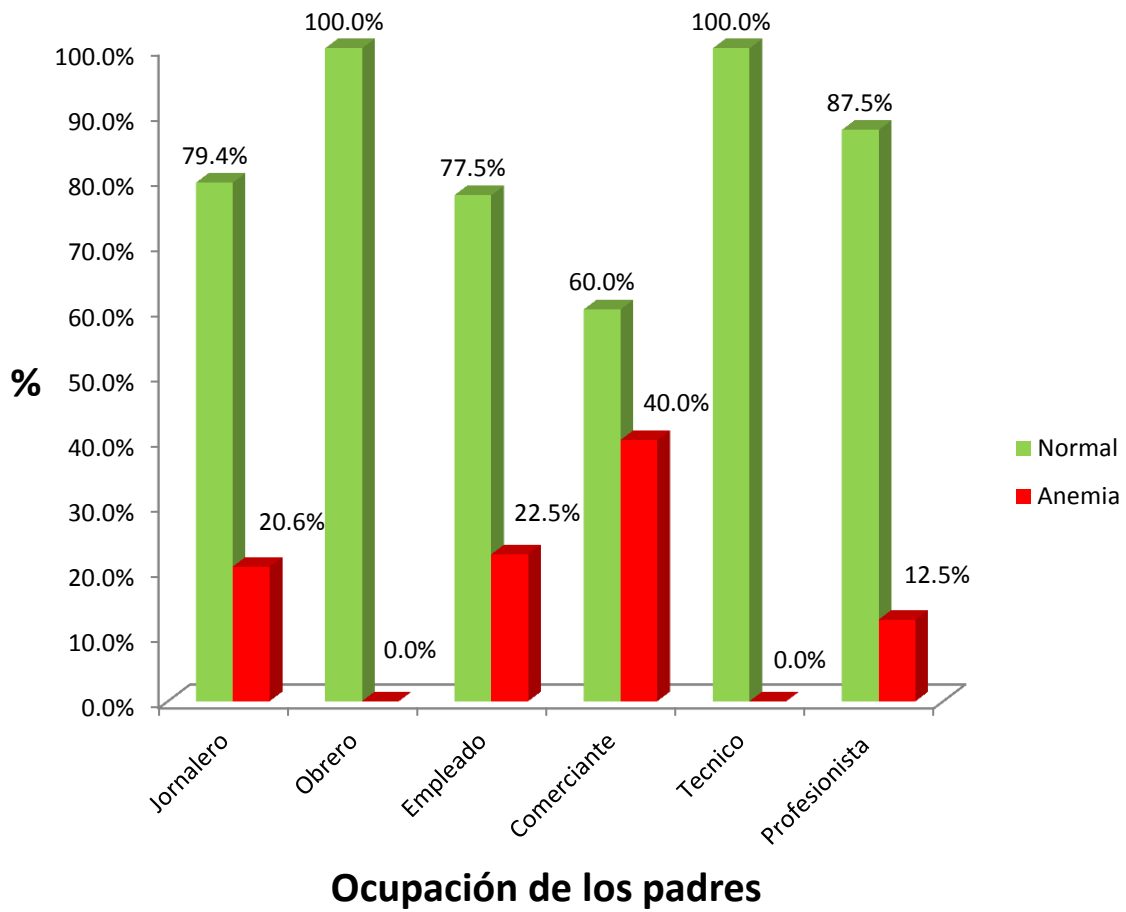
### Nivel educativo de los padres y anemia n=163



Fuente: Cuestionario de Evaluación – 2012

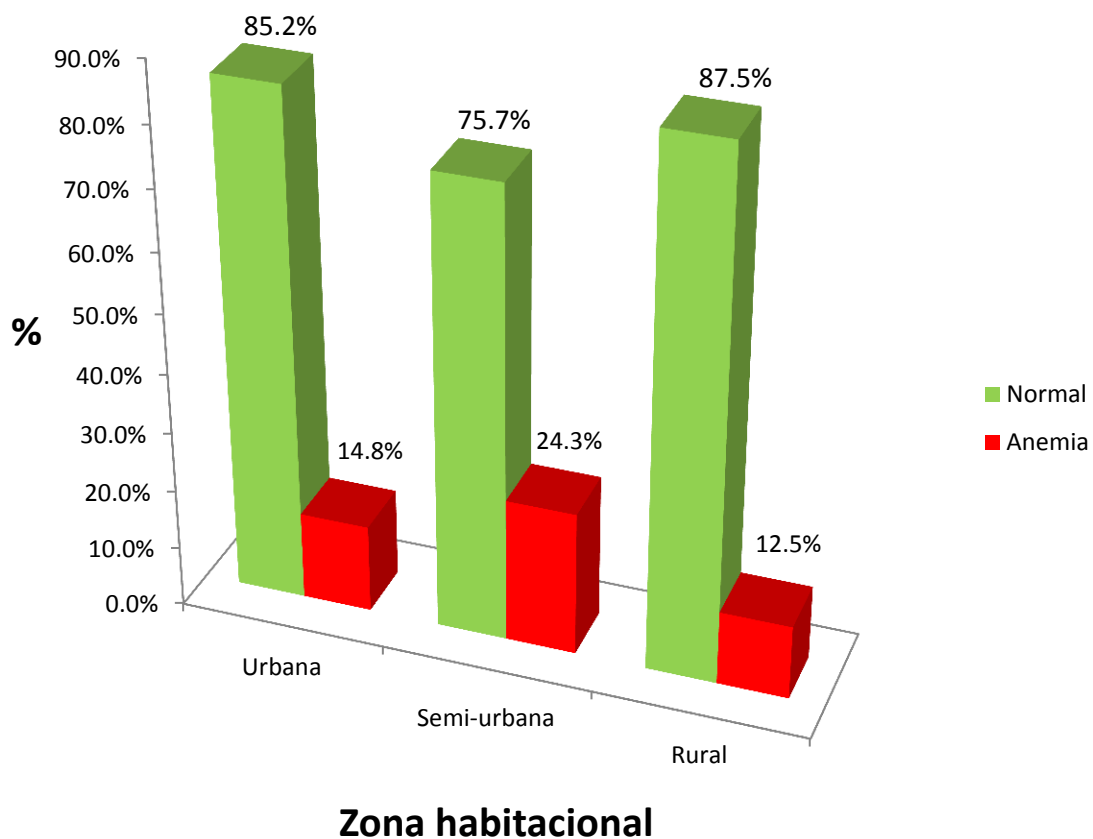
Grafica 24

## Ocupación de los padres de escolares y anemia



Fuente: Cuestionario de evaluación - 2012

### Zona habitacional de escolares y anemia n=163



Fuente: Cuestionario de Evaluación – 2012

Tabla 1. Grupo edad por grado y tipo de anemia

Edad	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocromica	Megaloblastica	
<b>6</b>	12	7	36.8%	6	1	19
<b>7</b>	28	6	17.6%	1	5	34
<b>8</b>	24	6	20%	3	3	30
<b>9</b>	25	5	16.7%	4	1	30
<b>10</b>	20	5	20%	2	3	25
<b>11</b>	23	2	8%	6	2	25
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 2. Sexo por grado y tipo de anemia

Sexo	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<b>Femenino</b>	74	10	11.9%	7	3	84
<b>Masculino</b>	58	21	26.6%	9	12	79
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 3. Peso por grado y tipo de anemia

Peso	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
Bajo	0	3	100%	1	2	3
Normal	85	15	15%	7	8	100
Alto	47	13	21.7%	8	5	60
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>31</b>	<b>19.1%</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>163</b>

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 4. Talla por grado y tipo de anemia

Talla	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
Baja	5	0	0%	0	0	5
Normal	105	26	19.8%	14	12	131
Alta	22	5	18.5%	2	3	27
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>31</b>	<b>19.1%</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>163</b>

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 5 Índice de Masa Corporal por grado y tipo de anemia

Índice de Masa Corporal	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
Baja	0	3	100%	1	2	3
Normal	85	15	15%	7	8	100
Alta	47	13	21.7%	8	5	60
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>31</b>	<b>19.1%</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>163</b>

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 6. Antecedentes de lactancia materna por grado y tipo de anemia

Antecedentes de lactancia materna	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
Lactancia materna <6 meses	41	8	16.3%	4	4	49
Lactancia materna >6 meses	84	19	18.4%	9	10	103
No	7	4	36.3%	3	1	11
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>31</b>	<b>19.1%</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>163</b>

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 7. Hábitos de ingesta de carne por grado y tipo de anemia

Ingesta de carne (0/7)	Normal	Anemia	%	Tipo e anemia		Total
				Microcítica e hipocrómica	Megaloblástica	
<3/7	129	31	19.4%	16	15	160
>3/7	3	0	0%	0	0	3
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 8. Hábitos de ingesta de pescado/ atún por grado y tipo de anemia

Ingesta de pescado/ atún (0/7)	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e hipocrómica	Megaloblástica	
<1/30	80	26	24.5%	15	11	106
>2/30	52	5	8.7%	1	4	57
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 9. Hábitos de ingesta de huevo por grado y tipo de anemia

Huevo (0/7)	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<3/7	118	29	19.7%	16	13	147
>3/7	14	2	12.5%	0	2	16
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 10. Hábitos de ingesta de leche por grado y tipo de anemia

Leche (0/7)	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<b>Si</b> <500 cc	108	9	7.7%	3	6	117
<b>No</b> >500 cc	16	20	55.6%	12	8	36
<b>No</b>	8	2	20%	1	1	10
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012



Tabla 11. Hábitos de ingesta de frutas por grado y tipo de anemia

Frutas (0/7)	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<3/7	56	11	16.1%	3	8	67
>3/7	76	20	64.5%	13	7	96
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 12. Hábitos de ingesta de verduras por grado y tipo de anemia

Verduras (0/7)	Normales	Anemias	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<3/7	38	11	22.4%	5	6	49
>3/7	94	20	17.5%	11	9	114
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 13. Hábitos de ingesta de cereales/pan por grado y tipo de anemia

Harinas (0/7)	Normales	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<3/7	65	14	17.7%	5	9	79
>3/7	67	17	20.2%	11	6	84
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 14. Hábitos de ingesta de comida chatarra por grado y tipo de anemia

Comida chatarra (0/7)	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<3/7	61	15	19.7%	9	6	76
>3/7	71	16	18.3%	7	9	87
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 15. N° de hermanos por grado y tipo de anemia

No. De Hermanos	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<2	67	18	21.7%	10	8	85
3-4	43	10	18.8%	5	5	53
5-7	19	3	13.6%	1	2	22
>8	3	0	0%	0	0	3
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 16. Enfermedad respiratoria aguda durante el año por grado y tipo de anemia

Enfermedad Respiratoria Aguda	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
Si	77	20	20.6%	12	8	97
No	55	11	16.6%	4	7	66
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma – 2012

Tabla 17. Enfermedad diarreica aguda durante el año por grado y tipo de anemia

Enfermedad Diarreica Aguda	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
Si	40	9	18.3%	7	2	49
No	92	22	15.2%	9	13	144
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 18. Nivel educativo de los padres por grado y tipo de anemia

Nivel educativo	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
Básico	177	47	21%	23	24	224
Medio – Superior	29	7	19.4%	5	2	36
Superior	28	7	20%	2	5	35
<b>Total</b>	234	61	20.7%	30	31	295

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 19. Ocupación de los padres por grado y tipo de anemia

Ocupación	Normal	Anemia Leve	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<b>Jornalero</b>	54	14	20.6%	8	6	68
<b>Obrero</b>	18	0	0%	0	0	18
<b>Empleado</b>	31	9	22.5%	5	4	40
<b>Comerciante</b>	6	4	40%	1	8	10
<b>Técnico</b>	2	0	0%	0	0	2
<b>Profesionista</b>	28	4	12.5%	2	2	32
<b>Total</b>	139	31	18.2%	16	15	170

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma - 2012

Tabla 20. Zona donde habitan por grado y tipo de anemia

Zona	Normal	Anemia	%	Tipo de anemia		Total
				Microcítica e Hipocrómica	Megaloblástica	
<b>Urbana</b>	69	12	14.8%	7	5	81
<b>Semi-Urbana</b>	56	18	24.3%	8	10	74
<b>Rural</b>	7	1	12.5%	1	0	8
<b>Total</b>	132	31	19.1%	16	15	163

Fuente: cuestionario de evaluación y resultado de hemograma – 2012

## 8. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

La frecuencia de anemias según los resultados de nutrición de la ENSANUT, encuesta nacional de salud y nutrición 2006, donde se indica la prevalencia nacional de 16.1% en zona urbana y 17.9% en zona rural, es coincidente con los hallazgos de nuestra investigación con 19.1% de anemias en zona urbana y semiurbana.

Las muestras que se obtuvieron, presentaron una compatibilidad con anemia leve, del tipo microcítica e hipocrómica (51.6%) y megaloblástica (48.4%) y el grupo de edad más afectado predominando en el de 6 años con 36.8%. Casi el triple que reporta la literatura en México en el 2012 (ENSANUT 2012) con 13,3% en esta edad.

Distribución por sexo, la anemia predominó en el sexo masculino con un 26.6% y con 11.9% en el femenino y en contraste con la bibliografía en donde hay una ligera tendencia a un mayor porcentaje en el sexo femenino.

Con respecto a su índice de masa corporal los que presentaron IMC bajo fue el 33.3% en anemias microcítica e hipocrómica y el 66.7% en megaloblástica seguida de un IMC alto con un 15% de anemias microcíticas e hipocrómicas y un 5.7% megaloblástica.

En cuanto antecedentes de lactancia materna, el 6.7% no se le ofreció seno materno y el 93.3% si fue amamantado, es así que el grupo que no tuvo lactancia materna el 36.4% presentó anemia y el grupo que tuvo más de 6 meses seno materno presentó anemia el 18.4%. a pesar que en la literatura se informa que en la leche materna los niveles de hierro son bajos aun así esto incide en los resultados de anemia.

Los escolares que comieron menos de 3 días de carne, huevo y verduras así como los que ingirieron más de 4 días de comida chatarra, harinas y frutas tuvieron de 9.8% a 19% anemias respectivamente comparado con la literatura quien indica que su deficiencia en la ingesta y su abuso de la ingesta de comida chatarra aumentan los niveles de anemias.

En cuanto hábitos de ingesta de leche de vaca el grupo que no la tomo el 20% presento anemia y el que sí tomo leche de vaca el 55.6% también presento anemia ya que en la literatura se ha demostrado que quien toma más de 500 ml de leche al día presenta una disminución de absorción de hierro por la alcalinización del estómago. Así de igual manera se describe en la literatura que en la leche de vaca se encuentran niveles bajos en hierro.

De acuerdo al nivel educativo de los padres el grupo de nivel básico presento 21% de anemias seguido del grupo de nivel superior con un 20% de anemias.

En cuanto a la ocupación de los padres, el grupo de comerciantes presento 40% de anemia, seguido del grupo de empleados con un 22.5%. Denotando que el abandono de los padres por trabajar en su mayoría ambos hay un descuido en su alimentación habitual. Pero también es cierto que el total de anemias, correspondió con un 43.3% al grupo de jornaleros seguido con un 20% al de los empleados, denotando que el poder adquisitivo es fundamental para resolver necesidades básicas como lo es la alimentación.

En cuanto al número de hermanos el dato no es compatible ya que presentaron más anemia quienes menos hermanos tuvieron en comparación con los que tenían siete se observó que estos hermanos trabajaban para el sustento de la familia la cual no está consignada en el resultado y puede ser un sesgo.

Si es bien cierto que la alimentación por vivir en una zona urbana donde se puede adquirir una gama de nutrientes y un mejor nivel educativo así como la alimentación al seno materno mínimo de 6 meses tendría mejor resultado que en zonas semiurbanas como lo es la provincia, la cuestión es que no fue del todo cierto, según la encuesta del ENSANUT 2006, continua siendo significativo la diferencia según lo reportado a nivel mundial.

Factor importante son los hábitos alimenticios como el antecedente de lactancia materna por más de 6 meses con un 63.2%, y el tomar más de medio litro de leche entera la cual no por ser fortificada en hierro, si no que presenta un aumento de calcio y en cantidades superiores a 500cc. con 22.1%, disminuye la absorción de hierro a nivel del intestino así como la ingesta de comida basura o chatarra más de 4 días a la semana con un 53.4%, con incremento de obesidad con IMC alto con un 36.8%, con riesgo a enfermedades crónico degenerativas ya sea obesidad en la etapa adulta con riesgo muy importante en enfermedades cardiovasculares, la no ingesta de carnes como res, pollo aun pescado, con menos de uno a dos días por semana con un 41.1%, aunado a la poca ingesta de verduras y frutas de menos de tres días 69.9% contribuyen a la prevalencia de las anemias, no desmeritando el problema socioeconómico en cuanto a nivel educativo de los padre con predominio del nivel de secundaria completa y empleo de jornalero con un 33.1% y empleado con un 18.4%. Aunado a enfermedades de ERA de 12.3% y EDA 5.5% del paciente, aunque se constató que los alumnos llegan casi en su totalidad en ayunas, recorren grandes distancias para llegar a la escuela en su mayoría datos que no fueron ingresados a las variables a sabiendas que el sudor elimina hierro y siendo una zona son clima extremo de acuerdo a la estación del año.

El tipo de anemias y su frecuencia son similares a las reportadas a nivel mundial pero casi al doble a nivel nacional, por lo que se cumple el objetivo de categorizar y conocer la prevalencia de su presentación.



Al no ser un estudio de casos – control, no permite hacer una correlación con factores de riesgo ya conocidos para anemias, pero si permite identificar características propias de los escolares de esta región en las que supondremos que con factores protectores como lo es: La lactancia materna por 6 meses, con ingesta de productos fortificados, aumentar la ingesta de carnes, frutas y verduras disminuyendo la ingesta de comida chatarra y a su vez abatir la obesidad para disminuir la inflamación crónica, educando a los padre para ofrecer una ingesta de alimentos de calidad y cantidad, educando a su vez a los hijo y cumpliendo con los lineamientos preestablecidos de los programas nacionales debería disminuir como ya se comentó, la prevalencia de anemias en esta región.

## 9. CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en el rango de edad son muy parecidos con la literatura médica internacional, en cuanto al porcentaje del grado de anemias, en México se registran avances muy importantes con un 10.1% en 2012, pero el trabajo para disminuir la prevalencia de anemia debe continuar y fortalecerse, es así que en el presente estudio resultó con una prevalencia de 19.1% y difiere un poco en cuanto al tipo de anemias ya que en este caso la megaloblástica aumentó su porcentaje casi a la par con la microcítica hipocrómica posiblemente a la poca accesibilidad existencial y económica de ciertos productos alimenticios en esta zona semidesértica y al incumplimiento de las indicaciones de consumo de alimentos fortificados como son Oportunidades, Liconsa, y otros.

A pesar que la muestra de estudio fue de un número menor de la mitad del universo, reflejando que pocos quisieron ser partícipes de ellos, dado el tipo tamizaje que despertó cierto recelo por los padres así como un examen previo realizado por el Seguro Popular. Si nos da cierto panorama en cuanto a la situación de factores muy particulares descritos para estar en riesgo de presentar anemia en este municipio.

Según el resultado de la encuesta, se puede decir que el grado de anemia que se presenta en la escuela primaria Josefa Ortiz de Domínguez en el municipio de Tolimán Qro. Es la leve de predominio microcítica e hipocrómica y por las características de la muestra nos confirma que se encuentra influenciada por patrones alimentarios bajos en cantidad y calidad así como factor socioeconómico y cultural susceptible de modificación a través de campañas de Educación para la Salud, que se refleje en el cambio de estas conductas alimentarias que inciden a su vez en la vulnerabilidad y prevalencia de la anemia.

Al corroborar la elevada prevalencia de anemia leve, microcítica e hipocrómica así como megaloblástica y considerar los factores de riesgo ya conocido presente en los escolares de 6 a 11 años en la primaria Josefa Ortiz De Domínguez, municipio de Tolimán Qro. Nos refleja que no estamos alejados de la prevalencia real en comparación con otros países, pero si muy por arriba de la prevalencia nacional.

Con el presente estudio nos indica que el porcentaje de presentar anemias con antecedentes de tener una edad de 6 años, sexo masculino, un IMC bajo, quien tiene antecedentes de no lactancia materna, que no ingieren leche de vaca o la toman más de 500 ml al día, así como comer menos proteínas y verduras y más comida chatarra o harinas, con una ocupación de los padres comerciantes o jornalero y con una escolaridad básica: Tienen un 19.1% de presentar anemia leve.

Como vemos, la anemia es una enfermedad crónica por su evolución, ésta no se presenta con sintomatología en la etapa leve, pero si se sospechará por el personal médico acorde con los factores ya descritos y se detectará oportunamente con hemograma para determinar su origen, el tratamiento dirigido a los factores de riesgo como a su vez el tratamiento farmacológicos, incidiría importantemente en la prevalencia así como en su morbi – mortalidad.

Y puntualizando las recomendaciones generadas del análisis de los resultados obtenidos, es y sería muy asertivo que:

- 1).- Se realice actividades de tamizaje por hemograma a escolares de primer ingreso a primaria.
- 2).- Llevar a cabo un programa específico a los padres de familia de nutrición, para que se sensibilicen y sean asertivos a la hora de comprar y ofrecer alimentos

a sus hijos para que estos sean de buena calidad y cantidad dentro y fuera de su hogar y escuela.

3).- Abatir la obesidad que se correlaciona como factor de riesgo aunados a malos hábitos de alimentación para desarrollar anemia y desnutrición.

4).- Fomentar la lactancia materna o en su caso la ingesta de fórmulas fortificadas en micronutrientes para evitar su carencia y el desarrollo de alteraciones cognitivas que inciden en su desarrollo.

5).-Integrar a todas las unidades de primer nivel, la atención del servicio de nutrición para el manejo y orientación adecuada.

6).- Verificar el cumplimiento del programa Oportunidades, la leche Liconsa y sus harinas fortificadas, incentivando a las madres para cumplir con las indicaciones de consumo.

7).- Ampliar la cobertura con hierro a los niños y principalmente a los que ingresen a la primaria para que a futuro disminuya importantemente las complicaciones secundaria a las anemias, promoviendo ante la comunidad médica y los padres de familia el uso de preparados farmacológicos de Hierro y otros micronutrientes.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Laura Kogan, Enrique Abeyá Gilardón, Ana Biglieri, et al. Anemia: La desnutrición oculta. Resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud –ENNyS– 2008.
2. OMS. La anemia como centro de atención. Declaración conjunta de la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. 2004
3. Prof. Zulma Hernández, Prof. Sandra Jiménez. Anemia Ferropénica En Niños. U.E Colegio Santa Rosa. 2010
4. Secretaría de Salud. Prevención de la mortalidad infantil. Programa de acción específico. 2008
5. Frecuencia de anemia megaloblástica en la práctica privada en Puebla. Med Univer. 2011
6. Instituto Nacional de Salud Pública. Resultados de nutrición de la ENSANUT 2006. Instituto Nacional de Salud Pública. 2007
7. Dr. Ruben Dario Franco. Neurodesarrollo y estado del hierro. Pediatría. 2011
8. M. Ramírez Orellana, A.M. Cornejo Gutiérrez. Fisiología de la Hematopoyesis. Pediatría Integral 2004; VIII (5):377-382.
9. Fisiología en hematíes, fisiología en anemia y policitemia.  
<http://med.javeriana.edu.co/fisiologia/autoestudio/ANEMFISPAT.PDF>
10. Situación de deficiencia de hierro y anemia. Ministro de Salud UNICEF. Organización Panamericana de Salud. Panamá 2006

11. Art. La verdad acerca del B12. Centros de investigación Ministerios PM  
<http://www.pmministries.com/ministeriosalud/articulos/B12.ht>
12. Sociedad chilena de pediatría. Pautas diagnóstico terapéuticas para la práctica clínica: Anemia Ferropriva. 2012
13. Hoffman R. et al, Hematología: Basic Principles and practice, Churchill Livingstone, Edition, 2do, 1995
14. Programa de acción: Programa de atención a la infancia. Mexico. Versión preliminar. (no publicado)2009
15. Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica, decima segunda edición, editorial elsevier saunders, año 2011, página: 413, 414.
16. Andrews N.C., Disorders of iron metabolism, NEJM, December 23, 2008, Vol. 341, No 26.
17. ADAM. Enciclopedia Multimedia. Anemia ferropénica en niños. . 2012
18. Patricia Carambula. Anemia infantil. Magazine. 2010
19. Miguel Velazquez, fisiopatología de la sangre. Anemias hemoglobinopatias, guía de estudios 2012
20. Instituto Nacional de Salud Pública. Resultados de nutrición de la ENSANUT 2012. Instituto Nacional de Salud Pública.
21. MsC. Gisela Pita-Rodríguez, DrC. Santa Jiménez-Acosta. La anemia por deficiencia de hierro en la población infantil de Cuba. Brechas por cerrar. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter* [online]. 2011, vol.27, n.2 ISSN 0864-0289.
22. Núñez Arbildo, Magally Ulloa García, Danita Isolina. Relación entre anemia y el desarrollo cognitivo. Universidad César Vallejo facultad ciencias médicas. 2011

23. Tuotromedico. Problemas de Salud. Anemias.  
<http://www.tuotromedico.com/temas/anemias.htm>
24. Maite Plazas. Nutrición del preescolar y escolar. 2011
25. Velez A., William Rojas M. Hematología fundamentos de medicina. sexta edición: editorial corporaciones para investigaciones biológicas; 2007
26. Pesquisa de anemia y su relación con el rendimiento escolar. Dr. María del pilar Navi Bueno. Rev., Boliviana vol. 52 No. 2 la paz 2007
27. Georgina Toussaint Martinez De Castro, José Alberto García-Aranda. Desnutrición energético-proteínica. 2000
28. María Ana Mariño. Enfoque del paciente con anemia. 2012
29. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2011
30. SHERSTEN KILLIP, M.D., M.P.H., JOHN M. BENNETT, M.D., M.P.H., and MARA D. CHAMBERS, M.D., Iron Deficiency Anemia University of Kentucky, Lexington, Kentucky  
Am Fam Physician. 2007 Mar 1;75(5):671-678
31. R. López Almaraz. Alteraciones del hemograma: actitud práctica. Hematología-Oncología en Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria. 2009
32. Dirección de Investigación y Desarrollo Social Coordinación de Seguridad Alimentaria y Acceso a Oportunidades Económicas. Experiencias en la Disminución de la Desnutrición Crónica Infantil a nivel de Países de América Latina Infantil a nivel de Países de América Latina en el Marco de la Seguridad Alimentaria. 2011
33. Dr. Edwin Alaya. Leche de vaca y anemia ferropénica. 2011.

- 34.. Anemia por deficiencia de hierro en niños de 6 a 24 meses y de 6 a 12 años de edad. Rev. Cubana Salud Pública v.31 n.4 Ciudad de La Habana sep.-dic. 2005.
35. Anemia Ferropénica. Guía de diagnóstico y tratamiento. Art. Argentino – pediatría. Comité nacional de hematología. 2009
36. Art. La verdad acerca de la B12. Centros de investigación Ministerios PM <http://www.pmministries.com/ministeriosalud/articulos/B12.ht>
37. Enciclopedia de la Salud. Actualización 16 de marzo 2012. [www.encyclopediasalud.com](http://www.encyclopediasalud.com)
38. Definiciones médicas. Actualización 2011 [www.definicionesdemedicinas.com](http://www.definicionesdemedicinas.com)



## **11. ANEXOS**

## CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nombre del niño (a) participante: \_\_\_\_\_

Padre o Tutor del participante: \_\_\_\_\_

Por medio de la presente hago saber que he sido informado (a), del proyecto de investigación por el Dr. Rivas González Marcelo.

### PREVALENCIA DE ANEMIAS MEDIANTE TAMIZAJE POR HEMOGRAMA EN ESCOLARES DE 6 A 11 AÑOS EN LA PRIMARIA “JOSEFA ORTIZ DE DOMÍNGUEZ” MUNICIPIO DE TOLIMÁN QUERÉTARO EN EL AÑO 2012.

La intención de este proyecto es evaluar la relación de los principales factores que predisponen la anemia en este grupo de edad, con el único fin de obtener información sobre la prevalencia de esta patología, detectando problemas oportunamente para mejorar su crecimiento y desarrollo

#### RESUMEN DE ESTUDIO

**Etapas 1.- Levantamiento del censo de niños de 6 a 11 años adscritos en la Escuela Primaria “Josefa Ortiz de Domínguez” en Tolimán, Qro.**

**Etapas 2.- A los niños que participan en este estudio se les tomará: su peso, estatura e IMC. (Índice de Masa Corporal).**

**Etapas 3.- Se les proporcionará un cuestionario para evaluar criterios socioeconómico y prácticas de alimentación que actualmente ha llevado su hijo(a).**

**Etapas 4.- La evaluación clínica y de laboratorio, se realizará bajo su consentimiento únicamente y los resultados de éstos estudios se entregarán oportunamente.**

**1.- Posible riesgo de estudio:** Por la naturaleza del proyecto **NO EXISTE** ningún riesgo para su hijo(a). Consiste en tomar una muestra de <5 ml. de sangre en la vena de un brazo, con mínimo dolor a la penetración de la aguja. La información recabada es estrictamente confidencial de acuerdo por los lineamientos estipulados por el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Artículos 13 y 16), Ley de Información Estadísticas y Geográfica (Artículos 38 y 42)

**2.- Posible beneficio de estudio:** La información que se reúna será compartida con usted. Así mismo, con la información de todos los niños participante (incluyendo el suyo) estaremos en la posibilidad de ofrecer un análisis sobre la condiciones de salud y en caso de así requerirse poder ofrecer alternativas de solución y de consejo nutricional. Agradecemos de antemano su autorización y consentimiento.

**Deseo que mi hijo(a) participe: En todas las etapas.**

**Firma de consentimiento del padre o tutor.**

**Investigador responsable**

**Dr. Rivas González Marcelo**

**CENTRO DE SALUD CON SERVICIOS AMPLIADOS TOLIMÁN, QUERÉTARO.**

**ENCUESTA DE LOS ESCOLARES DE LA ESCUELA PRIMARIA JOSEFA ORTIZ DE DOMÍNGUEZ**

Nombre.						
Edad	6	7	8	9	10	11
Sexo	Femenino	Masculino				
Peso						
Talla						
IMC						
Lactancia Materna	Si	No	Cuanto tiempo			

Alimentación habitual por días/ semana.									
Días	1	2	3	4	5	6	7	15	30
Carne: pollo, res y puerco									
Carne de Pescado/ Atún									
huevo									
Leche/ vaso	<500cc								
	>500cc								
	No								
Frutas/ración									
Verduras/ ración									
cereales/pan									
Comida chatarra									

Datos Socio económico								
Nivel educativo de los padres	Analfabeta	Primaria incompleta	Primaria completa	Secundaria incompleta	Secundaria completa	Preparatoria incompleta	Preparatoria completa	licenciatura
Ocupación del padre	Jornalero	Obrero	Empleado	Comerciante	Tecnico	Profesionista	Otros.	
N° de hermanos.	1	2	3	4	5	6	7	>8
Zona urbana.	Si	No						
Zona semiurbana.	Si	No						
Enfermedad respiratoria aguda/año.	Si	No						
Enfermedad diarreica aguda/año.	Si	No						

## Datos de la identificación de la investigación

### **Trabajo realizado dentro del área de adscripción de los:**

Servicios de Salud del Estado de Querétaro.

Jurisdicción sanitaria No. 3 del Estado de Querétaro.

### **Por personal del:**

Centro de Salud con Servicios Ampliados en Tolimán Querétaro.

### **Con apoyo especial del personal del Departamento de Laboratorio del:**

Centro de Salud con Servicios Ampliados en Tolimán, Querétaro.

Y del director de la escuela primaria “Josefa Ortiz de Domínguez” del municipio de Tolimán Querétaro.

### **En el periodo comprendido:**

Del año 2012.