

**Frecuencia de anemia ferropénica en embarazadas que acuden al centro de salud “san roque” en los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011**

Mauricio Pérez

M. Pérez

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ciencias Químico Farmacéuticas y Bioquímicas, Calle Dalence Nº 51, Sucre- Bolivia.

M. Ramos, J. Pizarro, M. Mojica, N. Pereira, M Solis (eds). Tópicos Selectos de Química -©ECORFAN-Bolivia. Sucre, Bolivia, 2014.

## Abstract

During pregnancy, iron requirements increase the mother of 1 to 2.5 mg / day at the beginning and up to 6.5 mg / day at the end. Therefore, anemia during pregnancy is of interest because it is associated with premature delivery, increased morbidity and increased mortality, both maternal and fetal . This scenario allowed us to raise the following main objective: To establish the frequency of iron deficiency anemia in pregnant women attending the health center " San Roque " during the months of September and October. Sucre 2011 , using hematological, biochemical techniques. Referring to the general objective it was established that the frequency of iron deficiency anemia in pregnant women attending the San Roque Health Center during the months of September and October , 2011 Sucre was 39.4 %. Hemoglobin , Hematocrit , serum iron , transferrin , transferrin saturation according to gestational age was associated ; where it was observed that those pregnant women who had iron deficiency anemia, a high percentage were in their third trimester. Hemoglobin , Hematocrit , serum iron , transferrin , transferrin saturation according to the age of the patients was related ; where it was observed that those pregnant women suffer from iron deficiency anemia, a high percentage were among the ages of 25-29 years. Hemoglobin , Hematocrit , serum iron , transferrin , transferrin saturation according pregnancies , observed in those pregnant women who had two or more previous pregnancies , a higher frequency of iron deficiency anemia, compared to pregnant women who were enrolled with was related prior to the time of the study conducted pregnancy. Hemoglobin, Hematocrit , serum iron , transferrin , transferrin saturation according to the number of abortions was related , showing the presence of iron deficiency anemia in those pregnant women had a higher number of abortions .

## 3 Introducción

La carencia de hierro es la deficiencia nutricional más común en el mundo y la principal causa de anemia. En los países en vías de desarrollo los grupos más afectados son los niños, adolescentes y principalmente mujeres gestantes, debido a sus mayores requerimientos, esto determinado por el crecimiento. En la mujer en edad fértil, la pérdida de hierro debido al sangrado menstrual se calcula de alrededor de 28mg de hierro, además se debe mencionar que las mayores necesidades de este mineral son en embarazo siendo que este aumento en las necesidades no son cubiertas por la dieta habitual ya que presentan cantidades insuficientes de hierro y/o presenta una baja biodisponibilidad de este nutriente.<sup>1</sup>

La falta de hierro en el organismo puede producir una mayor síntesis protéica, deficiencia inmunitaria, aumento del ácido láctico, aumento de noradrenalina, menor compensación de enfermedades cardiopulmonares, etc.Siendo que la deficiencia de hierro es común en las embarazadas, especialmente a partir del quinto mes, aceptándose como causa prevalente en la patogénesis de la anemia del embarazo, esto debido a que un solo feto acumula cerca de 300mg de hierro, y la placenta 90mg; además del aumento de la masa corpuscular eritrocítica de la madre requiere un promedio de 980mg/kg y la pérdida de sangre al momento del parto represente un promedio de 100 a 250mg.

Durante el embarazo las necesidades de hierro aumentan en la madre de 1 a 2,5mg/día al comienzo y hasta 6.5 mg/día al final del mismo.

Por lo tanto, la anemia durante el embarazo, es de interés, ya que se asocia a partos prematuros, mayor morbilidad y mayor mortalidad, tanto materna como fetal, además de ser la más frecuente en nuestro país. Este panorama nos permitió plantear el siguiente problema.

### 3.1 Planteamiento del problema

¿Cuál será frecuencia de anemia ferropénica en embarazadas que acuden al centro de salud San Roque durante los meses de Septiembre a Octubre, Sucre-2011?

### 3.2 Objetivos

#### Objetivo general

Establecer la frecuencia de anemia ferropénica en embarazadas que acuden al centro de salud “San Roque” durante los meses de Septiembre y Octubre. Sucre 2011, mediante el uso de técnicas hematológicas, bioquímicas.

#### Objetivos específicos

Determinar hemoglobina, microhematocrito, hierro sérico, transferrina, saturación de transferrina.

Relacionar los valores de: hemoglobina, microhematocrito, hierro sérico, transferrina, saturación de transferrina con el tiempo de gestación y la edad de las pacientes.

Relacionar los valores de: hemoglobina, microhematocrito, hierro sérico, transferrina, saturación de transferrina con el número de embarazos previos.

Relacionar los valores de: hemoglobina, microhematocrito, hierro sérico, transferrina, saturación de transferrina con el número de abortos que tuvo la paciente.

#### Objeto de estudio

La anemia en embarazadas.

#### Campo de acción

La frecuencia de anemia ferropénica en embarazadas del centro de salud San Roque.

#### Hipótesis

Existe una mayor frecuencia de anemia ferropénica en embarazadas que se encuentran en el tercer trimestre de gestación, con respecto al primer y segundo trimestre de gestación

### 3.3 Justificación

La anemia representa un problema común en las clínicas médicas de todo el mundo y de gran importancia para la salud pública, en especial en los países en vías de desarrollo. Sabemos, que la anemia existe cuando el nivel de hemoglobina circulante es inferior al nivel de los sujetos sanos del mismo sexo y edad que viven en el mismo ambiente. Siendo que los tipos más comunes de anemia se deben a deficiencias nutricionales de hierro.

Estudios realizados en Cuba, reflejan que el 27% de las embarazadas de un total de 150 llegaron a presentar anemia ferropénica, siendo más frecuente en la población mayor de los 30 años, en evaluadas con bajo peso y en quienes tenían un periodo inter genésico menor de 2 años.<sup>14</sup>

En Bolivia a inicios del año 2006, la Sra. Ministra de Salud y Deportes Dra. Nila Heredia, propuso al país la meta “Desnutrición Cero” reconociendo la grave problemática nutricional de los niños, niñas y embarazadas y la necesidad de implementar acciones urgentes, eficaces y coordinadas. Datos obtenidos en estudios realizados en Bolivia reflejan que la magnitud de la desnutrición y la presencia consiguiente de anemia por deficiencia de hierro reportan una prevalencia del 37.1% en mujeres en edad fértil y de 39% en mujeres embarazadas,<sup>4</sup> datos que reflejan un grado de concordancia en estudios realizados por alumnas de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca titulado “Valoración de hierro, capacidad de fijación de hierro y transferrina en embarazadas que acudieron al Hospital gineco-obstetrico y San Pedro Claver en el departamento de Chuquisaca, donde de un total de 171, embarazadas el 31.6% reflejaron la presencia de anemia ferropénica.

La anemia, propiamente en el embarazo, tiene serias consecuencias tanto para el feto como para la madre, esto debido a que el feto depende de la sangre materna y en depleción de precursores como el hierro para la síntesis de ésta, puede ocasionar un crecimiento fetal deficiente, nacimiento prematuro o con bajo peso al nacer, pudiendo desencadenar en muerte neonatal. El embarazo le impone al metabolismo del hierro grande exigencia y presentando una pérdida de hierro en cada periodo de gestación de alrededor de 400 a 600 mg de éste elemento. Si a esta cifra se suma la pérdida de hierro al cubrir las necesidades que presenta el feto durante la etapa de gestación y además la sangre que se llega a perder durante el parto, los requerimientos mínimos para el primer trimestre llegan a ser de 1 mg diario, en el segundo trimestre es de 2 a 3 mg y en el tercer trimestre es de 3 a 4 mg al día, cantidad que generalmente no se llega a cubrir por la madre gestante.<sup>28</sup>

La importancia de ésta determinación se justifica por las consecuencias que puede traer la falta de hierro sobre el crecimiento y desarrollo del feto, además de que en esta patología, en el estadio 1, no presenta evidencia alguna de deficiencia de hierro en el extendido de sangre periférica y los pacientes no presentan síntomas de anemia, por tanto al no haber evidencias de anemia, no hay indicaciones para realizar estas pruebas.<sup>24</sup> Ya en el estadio 2, pueden empezar a afectarse otros tejidos dependientes del hierro, como los músculos, aunque los síntomas pueden ser inespecíficos.

El nivel de hierro es bajo en suero pero la transferrina aumenta. La tinción con azul de Prusia de la médula en este estadio muestra ausencia de depósitos de hierro y la eritropoyesis deficiente de hierro es evidente.<sup>24</sup>

El estadio 3 de ferropenia, es la anemia franca. Ante la depleción completa del hierro de los depósitos y la disminución del hierro de transporte, los eritrocitos no pueden desarrollarse con normalidad. En ésta fase los pacientes experimentan los síntomas inespecíficos de la anemia, en los casos típicos fatiga y debilidad, sobre todo con el ejercicio.

De esa descripción surge con claridad que muchos individuos pueden tener deficiencia de hierro y parecer sanos. Hasta muy avanzado el estadio 2, pueden no presentar síntoma alguno y por lo tanto es improbable que soliciten atención médica. Incluso en el estadio 3 los pacientes francamente anémicos pueden no solicitar atención médica porque el organismo puede compensar de manera notable la anemia de desarrollo lento. Además, debido a que las pruebas de detección sistemática incluidas en el hemograma completo no se alteran hasta muy avanzado el estadio 2 o hasta el comienzo del estadio 3, en la mayoría de los pacientes el diagnóstico se establece relativamente tarde en la evolución de la depleción de hierro. Demostrando la relevancia del diagnóstico de esta patología de manera rutinaria en los análisis a embarazadas siendo además métodos y técnicas sensibles, accesibles a la economía actual: además de ser confiables por la sensibilidad y especificidad de los mismos.

Los estudios obtenidos en este trabajo de investigación, permitirán establecer un panorama de la situación actual de la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro en las embarazadas, intensificando e implementando en los programas de salud de manera rutinaria las pruebas de diagnóstico para poder encarar la atención adecuada a éste problema de salud pública, realizando la determinación del perfil férrico de manera rutinaria, además de la administración de suplementos minerales, así como contribuir al mismo tiempo con datos estadísticos que servirán de base a otros estudios.

### 3.4 Marco contextual

#### Bolivia. Aspectos Generales-geográficos

Figura 3 Mapa general del Estado Plurinacional de Bolivia.



#### Modelo de Estado

Bolivia se constituye en un Estado Unitario, Social de Derecho Plurinacional Comunitario, libre, independiente, soberano, democrático, intercultural, descentralizado y con autonomías.

Bolivia se funda en la pluralidad y el pluralismo político, económico, jurídico, cultural y lingüístico, dentro del proceso integrador del país.<sup>4</sup>

#### Datos Geográficos

Bolivia está situada en el centro de América del Sur, entre los 57° 26' y 69° 38' de longitud occidental del Meridiano de Greenwich y los paralelos 9° 38' y 22° 53' de latitud sur.

Tiene un área de 1.098.581 Km<sup>2</sup>. Limita al norte y al este con Brasil, al sur con Paraguay y Argentina, y al oeste con Chile y el Perú. Es, junto con Paraguay, uno de los dos países de Sudamérica sin litoral marítimo. El perímetro total de las fronteras alcanza a los 6.834 kilómetros aproximadamente.<sup>4</sup>

### Principales Zonas Geográficas

Bolivia por sus características climáticas, altitudinales y fisiográficas presenta una amplia diversidad biológica resultante de una gran riqueza de eco regiones y subunidades ecológicas que van desde la zona alto andina hasta la llanura amazónica pasando por los valles secos comprendiendo sus tres macro regiones ecológicas naturales, Andina, Subandina y Llanos.

- a) **Región Andina:** Abarca el 28% del territorio nacional con una extensión estimada de 307.000 km<sup>2</sup>. Esta zona se halla a más de 3.000 msnm, ubicada entre los dos grandes ramales andinos: las cordilleras Occidental y Oriental o Real, las que presentan algunas de las cumbres más elevadas de América como el Nevado Sajama con 6.542 msnm y el Illimani con 6.462 msnm.
- b) **Región Subandina:** Intermedia entre el altiplano y los llanos orientales abarca el 13% del territorio (a 2.500 msnm de altitud promedio). Se caracteriza por su actividad agrícola y su clima templado a cálido de 15 a 25 °C. Esta región comprende los valles y Los Yungas que se encuentran humectados por intensas lluvias o por una bruma constante que propicia la existencia de un complejo bioma caracterizado por una densa vegetación (pluvilsilva y nimbosilva) diferenciada en pisos o estratos altitudinales (en los yungas, frecuentemente, a mayor altitud disminuye el número de especies, es la zona con mayores precipitaciones pluviales de la tierra con más de 5.000 mm).<sup>4</sup>
- c) **Región de los Llanos:** La más grande, abarca el 59% de la superficie nacional, se ubica al norte y este de la cordillera Oriental o Real extendiéndose desde el pie de los Andes hacia el río Paraguay, se caracteriza por ser una tierra de llanuras y bajas mesetas, cubierta por extensas selvas, grandes lagos y ríos caudalosos que bajan de la región andina como el río Mamoré, el Beni entre otros. Registra una temperatura media anual de 22 a 25 °C. Aquí se encuentra la mayor parte de la biodiversidad del país así como las tierras cultivables más provechosas. En esta región convergen los ríos de las cuencas Amazónica y la del Río de la Plata provenientes del país así como de países vecinos. Los departamentos que comprenden la Zona Andina o Altiplano son La Paz, Oruro, Potosí; la Zona Subandina o Valles comprenden Cochabamba, Chuquisaca, Tarija, y la Zona de los Llanos Tropicales comprenden Pando, Beni y Santa Cruz.

### Clima

En Bolivia se pueden encontrar todos los climas, desde el tropical en los Llanos, hasta el polar en las altas cordilleras de los Andes. Además de la variabilidad de las condiciones climatológicas, muchos lugares del país presentan climas irregulares a lo largo del año con variaciones grandes e imprevisibles.

Aunque el total del territorio boliviano está situado dentro de la zona del Trópico de Capricornio, el país presenta una gran variedad de climas existentes en el planeta. La temperatura ambiente no solo se regula por la ubicación geográfica sino también por la altitud sobre el nivel del mar.

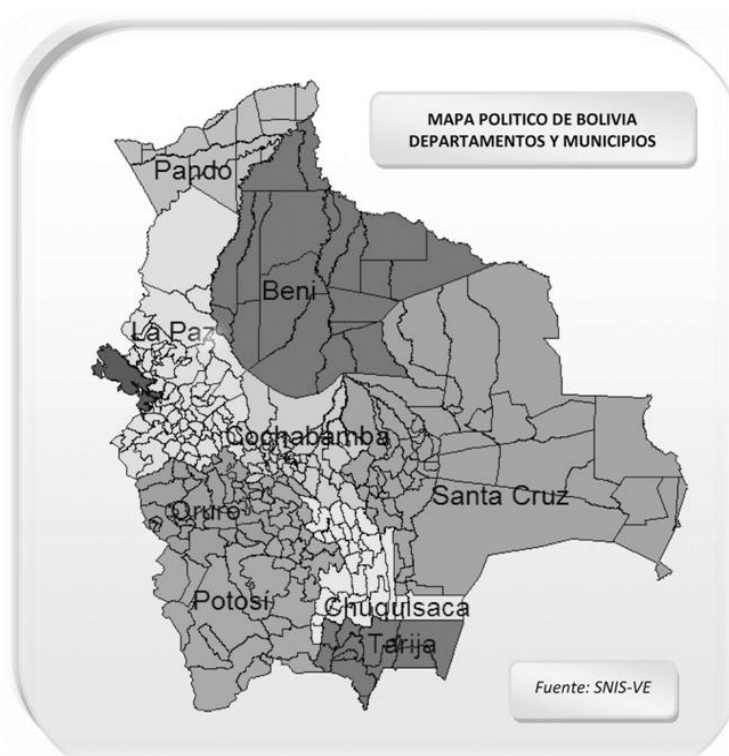
En la región influenciada por la Cordillera Real u Oriental y la Occidental o Volcánica, hacia el occidente de Bolivia, el clima se regula por esta situación geográfica, lo cual explica que existan cumbres con nieves eternas y fríos polares en la misma latitud donde se extienden llanuras con clima cálido tropical.<sup>4</sup>

Por nuestra proximidad con el Ecuador terrestre, las cuatro estaciones del año no son marcadamente diferentes. La oscilación de la temperatura entre el invierno y el verano es menor de 10 grados centígrados. Las lluvias se producen entre los meses de noviembre y marzo. Sin embargo, en las zonas de los llanos amazónicos y del río de la Plata se registran precipitaciones durante todo el año.

## Hidrografía

En Bolivia se diferencian claramente tres cuencas principales, denominadas del Amazonas, del Plata y Cerrada o del Altiplano además de la vertiente del Pacífico mucho menor y de poca importancia. Estas cuencas a su vez están constituidas por 10 subcuencas, 270 ríos principales, 184 lagos y lagunas, unos 260 humedales, pequeños y medianos, y seis salares.<sup>4</sup>

**Figura 3.1** Mapa Político del Estado Plurinacional de Bolivia



Bolivia se subdivide en 9 departamentos, 112 provincias, 327 municipios y 1.384 cantones.<sup>4</sup>

## Departamentos

Cada departamento boliviano es encabezado por un Consejo Departamental elegido por las municipalidades del departamento y un Gobernador desde el año 2009 elegido en votación popular, directa y secreta por el pueblo de cada departamento.

## Población

El Estado Plurinacional de Bolivia tiene 10.227.302 habitantes, el 65,98% habita en el área urbana y 34,02% en el área rural; 49,88% son hombres y 50,12% mujeres. En números absolutos, el área urbana concentra la mayor parte de la población con 6.748.075 habitantes y el área rural 3.479.226 habitantes. El país tiene una extensión territorial de 1.098.581 Km<sup>2</sup> y la densidad poblacional es de 9,53 habitantes por Km<sup>2</sup>.

De acuerdo con las estimaciones de población del INE, se estima para el quinquenio 2010-2015, un promedio anual de 374.727 nacimientos y 84.940 defunciones, la Esperanza de Vida al Nacer es de 65,68 años; 63,59 años para los hombres y 67,87 años para las mujeres. En Bolivia, según datos obtenidos de las proyecciones de población realizadas por el INE, para el año 2011, aproximadamente, la mitad de la población tiene menos de 22 años representando el 56.16%, por lo que la pirámide poblacional se muestra ancha en la base. La población menor de 15 años constituye 36,26% de la población total, mientras que la población adulta mayor de 65 años o más representa 4,52%, en tanto que el restante 59,22% de la población está entre los 15 y 64 años.<sup>4</sup>

### **Población general según rangos**

La mayor concentración de población se presenta en el llamado “eje central” del país son 3 departamentos (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz) con 7.329.203 habitantes, representando cerca de  $\frac{3}{4}$  de la población general con el 71,66% comprendidos en el rango de mayor al millón de habitantes con respecto a los demás departamentos; en el rango de medio millón al millón comprenden 2 departamentos (Chuquisaca y Potosí) con el 13,93%, y en el rango de menor al medio millón comprende 4 departamentos (Tarija, Oruro, Beni y Pando) con el 14,40%. Bolivia se caracteriza por tener una población joven.<sup>4</sup>

### **La salud en Bolivia**

#### **Capacidad física instalada en el sistema de salud**

##### **Recursos físicos (establecimientos de salud y camas instaladas)**

Información reportada por los Servicios Departamentales de Salud (SEDES) corresponde a: 3.320 Establecimientos de Salud existentes y 14.950 Camas instaladas a nivel nacional en los niveles correspondientes de atención.

##### **Subsector Público**

Existen 2.711 establecimientos de salud correspondiendo, al Primer Nivel 78,25%, al Segundo Nivel 2,53% y al tercer nivel de atención 0,87%. Existen 9.054 camas instaladas que corresponden, al Primer Nivel 22,32%, al segundo nivel 15,53% y al tercer nivel de atención 22,71%.

##### **Subsector de la seguridad social (Cajas)**

Existen 187 establecimientos de salud correspondiendo, al Primer Nivel 4,10%, al Segundo Nivel 0,96% y al tercer nivel de atención 0,57%.

Existen 2.823 camas instaladas correspondiendo, al Primer Nivel 1,73%, al segundo nivel 3,61% y al tercer nivel de atención el 13,55%.

##### **Subsector organizaciones no gubernamentales (ONGs)**

Existen 151 establecimientos de salud correspondiendo, al Primer Nivel tiene 4,31%, y al Segundo Nivel de atención 0,24%. Existen 455 camas instaladas que corresponden, al Primer Nivel 1,53%, y al segundo nivel de atención 1,52%.<sup>4</sup>



### **Subsector Iglesia**

Existen 106 establecimientos de salud correspondiendo, al Primer Nivel 2,68%, al Segundo Nivel 0,42% y al tercer nivel de atención 0,09%.

Existen 913 camas instaladas correspondiendo, al Primer Nivel 1,51%, al segundo nivel 2,95 % y al tercer nivel de atención 1,65%.<sup>4</sup>

### **Subsector Organismos Privados**

Existen 155 establecimientos de salud correspondiendo, al Primer Nivel 2,23%, al Segundo Nivel 2,20% y al tercer nivel de atención 0,24%. Existen 1.680 camas instaladas que corresponden, al Primer Nivel 2,34%, al segundo nivel 6,55% y al tercer nivel de atención 2,35%.<sup>4</sup>

### **Subsector Fuerzas Armadas de la Nación**

Existen 10 establecimientos de salud que corresponden, al Primer Nivel 0,27%, y al Segundo Nivel de atención 0,03%. Existen 25 camas instaladas que corresponden sólo al Primer Nivel de atención el 0,17%.<sup>4</sup>

### **Establecimientos de Salud y camas instaladas**

Los Servicios Departamentales de Salud (SEDES) en todo el país envían al Sistema Nacional de Información en Salud - Vigilancia Epidemiológica (SNIS-VE), la información de la capacidad física existente instalada de establecimientos de salud por niveles de atención; siendo responsabilidad los SEDES, de la clasificación de establecimientos de salud de acuerdo al nivel de atención correspondiente.<sup>4</sup>

Número de Establecimientos de Salud por Departamento y Nivel de Atención: En la gestión 2008 fueron reportados 3.145 establecimientos de salud con respecto al año anterior de 2.983 con un incremento de 5,43%; para la gestión 2009 se reportaron 3.233 establecimientos, representando el 2,80% de incremento con respecto al año anterior; para la gestión 2010 se reportaron 3.320 establecimientos, representando el 2,69% de incremento con respecto al año anterior; entre los años 2007 al 2010 el incremento acumulativo de establecimientos es de 11,30%.<sup>4</sup>

En relación al total de establecimientos de salud a nivel nacional; el 1er. Nivel ocupa el mayor porcentaje con el 72,86% en 5 departamentos (Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Potosí y Santa Cruz); el 2do. Nivel con el 4,70% en 3 departamentos (Cochabamba, La Paz y Santa Cruz) y el 3er. Nivel con el 1,02% en 2 departamentos (La Paz y Cochabamba) sumando un total de 78,58% los 3 niveles con respecto al resto con el 21,42% representando a los departamentos con un porcentaje menor al 5%.<sup>4</sup>

El número de establecimientos de salud reportados por los Servicios Departamentales de Salud entre los años 2007–2010 por subsectores y nivel de atención son; el subsector público ha tenido un permanente incremento por gestiones; del total reportados el año 2007 el 79,79% corresponde al subsector público, del total reportados el año 2008 el 80,22% corresponde al subsector público, del total reportados el año 2009 el 81,13% corresponde al subsector público, y del total reportados el año 2010 el 81,77% corresponde al subsector público con respecto a los demás subsectores; entre los años 2007-2010 el subsector Público tuvo un incremento de 1,99%.<sup>4</sup>

En la gestión 2007 fueron reportados 14.924 camas instaladas en establecimientos de salud, con respecto al año 2008 de 14.437 reportados, representando un incremento 3,35%; para la gestión 2009 se reportaron 15.015 camas instaladas en establecimientos de salud, que representa un incremento de 0,61% con respecto al año anterior; para la gestión 2010 se reportaron 14.950 camas instaladas en establecimientos de salud con respecto al año anterior; entonces con respecto a la gestión 2007 el incremento representa de 3,53%; este incremento es significativo con respecto al año 2010.<sup>4</sup>

## **Producción de Servicios**

Es la información mensual de Producción de Servicios captada y procesada por el Sistema Nacional de Información en Salud y Vigilancia Epidemiológica SNIS-VE de las actividades preventivas que realizan los establecimientos de salud, a continuación se describe los datos estadísticos:

- Atención de Consulta Externa nueva y repetida por grupo etáreo y sexo gestión 2004-2010.
- Atención integral a la mujer en edad fértil: Control Prenatal, Atención del Parto, Planificación Familiar y Suministros de micronutrientes para grupos de riesgo.
- Atención al menor de 5 años que incluya inmunizaciones, control de crecimiento y desarrollo, suministro de micronutrientes.
- Atención Odontológica, actividades de Enfermería y algunos eventos relacionados con hospitalización.
- Información relacionada con actividades del Sector Salud en la comunidad/localidad.

Es importante aclarar, que la información consignada se obtiene del seguimiento de actos y/o procedimientos de datos (cualitativos y cuantitativos) consolidados, lo que tendrá que tomarse en cuenta en el momento del uso de esta información con fines didácticos, la presentación de la información mencionada, se divide en 3 grupos:

- Atención ambulatoria (consulta médica, consulta odontológica).
- Hospitalizaciones.
- Programas especiales (atención al menor de 5 años, atención a la mujer en edad fértil)<sup>4</sup>

## **Atención Ambulatoria**

Atención por Consulta Médica Externa en la Población en General: Las atenciones en salud por Consulta Médica Externa (nuevas y repetidas) entre las gestiones 2003-2007 han tenido un incremento significativo con un promedio por encima del 8% anual, de 11.584.449 a 15.897.972 atenciones en la población en general con un incremento acumulado del 32,99%; entre el año 2008-2009 el incremento es significativo de 15.953.168 a 17.148.318 que corresponde a 1.195.150 de atenciones más que el año anterior, representando el 7,49% de incremento; mucho mayor a la de la gestión 2007-2008 que tuvo un incremento del 0,35%.<sup>4</sup> Las atenciones en salud por Consulta Médica Externa (nuevas y repetidas), como situación comparativa desde al año 2003 al 2009, son las mujeres mayores a 5 años donde más han acudido a las consultas médicas que corresponde por encima del 30% anualmente; en relación a menores de 5 años, los niños son los que más atención tienen en la población en general.

Durante la gestión 2009 se registraron 17.148.318 Consultas Externas (nuevas y repetidas) con 1.106.213 atenciones más que el año anterior, que representa el 7,49% de incremento.

La Consulta Externa registrada por los Servicios Departamentales de Salud clasificados en tres grandes rangos corresponde: en el rango menor al 1.000.000 de atenciones están los departamentos Pando, Beni y Oruro, sumando un total de 1.827.613 que representa el 10,66%, en el rango mayor a 1.000.000 y menor a 2.000.000 están los departamentos de Tarija, Potosí y Chuquisaca, sumando un total de 4.239.942 que representa el 24,73%, y en el rango mayor a 2.000.000 están los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, sumando 11.080.763 que representa el 64,62%.<sup>4</sup>

Del total de atenciones por Consulta Externa, 9.866.545 han sido realizadas por mujeres y representa el 57,54%, de los cuales 7.521.670 son atenciones nuevas que representan el 43,86% y repetidas 2.344.875 que representa el 13,67%; de 7.281.773 consultas realizadas por hombres que representa el 42,46%, de los cuales 5.749.423 corresponden a consultas nuevas que representa 33,53% y repetidas 1.532.350 que representa el 8,94%. Del total de atenciones, 13.271.093 son nuevas que representa el 77,39% y las repetidas son 3.877.225 y representan el 22,61%.<sup>4</sup> En Bolivia el número de mujeres embarazadas reflejan los siguientes datos:

**Tabla 3** Mujer gestante, Año 2010

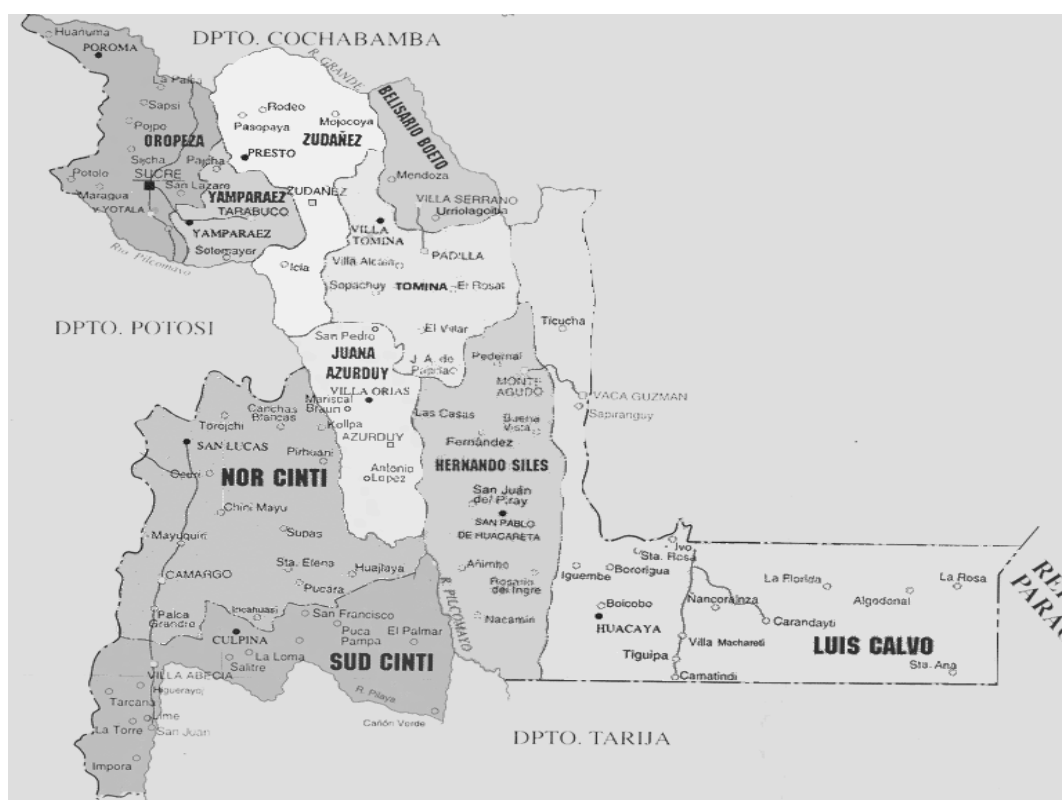
Ubicación Geográfica	Cobertura De Control Prenatal	Cobertura De Control Prenatal Cuarta Consulta	% De Captacion De Embarazadas	Cobertura De Partos Domiciliarios	Cobertura De Partos En Servicio	Cobertura De Partos Atendidos Por El SNMN
Bolivia	95,46	26,44	40,44	6,22	35,41	80,7
Chuquisaca	95,18	36,63	43,87	15,52	31,31	97,95
La Paz	92,22	28,53	39,01	4,78	28,76	74,07
Cochabamba	69,35	18,08	37,66	3,41	24,87	94,32
Oruro	95,98	22,94	44,18	9,45	31,62	70,45
Potosí	81,72	21,04	38,51	12,36	23,69	99,88
Tarija	88,89	31,53	43,86	4,95	46,86	89,6
Santa Cruz	136,03	29,33	41,35	3,63	57,81	68,42
Beni	79,77	28,03	41,46	6,8	41,54	99,52
Pando	75,33	22,28	38,77	6,17	25,24	99,81

En Bolivia el control de embarazo refleja las siguientes estadísticas:

**Tabla 3.1** Control de embarazo y puerperio, Año 2010

Ubicación geográfica	Nuevas (número)	Nuevas (antes del 5to.mes)	Repetidas (número)	Repetidas (con controles) 4	No embarazos de alto riesgo	de de	Consulta postparto 1ra. Consulta
Bolivia	280.880,00	113.587,00	314.253,00	77.808,00	44.150,00		71.012,00
Chuquisaca	22.496,00	9.870,00	28.694,00	8.658,00	3.803,00		8.189,00
La paz	73.403,00	28.635,00	91.329,00	22.706,00	12.190,00		17.448,00
Cochabamba	38.864,00	14.638,00	40.254,00	10.134,00	6.960,00		9.008,00
Oruro	13.723,00	6.063,00	11.766,00	3.280,00	1.829,00		3.283,00
Potosi	23.146,00	8.913,00	25.345,00	5.958,00	4.920,00		8.232,00
Tarija	12.949,00	5.680,00	16.134,00	4.593,00	2.536,00		3.963,00
Santa cruz	83.045,00	34.335,00	83.201,00	17.909,00	9.160,00		15.926,00
Beni	11.678,00	4.842,00	16.028,00	4.104,00	2.352,00		4.726,00
Pando	1.576,00	611	1.502,00	466	400		237

## Chuquisaca

**Figura 3.2** Mapa Político del Departamento de Chuquisaca

Nombre Oficial	Chuquisaca
Capital	Sucre
División Administrativa	10 provincias
Superficie Actual	51.524 Km <sup>2</sup>
Población	754.955 habitantes
Fecha Cívica Chuquisaqueña)	25 de Mayo (Revolución)
Ubicación	Sureste del país
Límites	Cochabamba y Santa Cruz (Norte), Santa Cruz (Este), Tarija (Sur) y Potosí (Oeste)
Clima	Variado de acuerdo a la zona.

### La Salud en Chuquisaca

De los 754.955 habitantes que tiene el Departamento, más del 60 % corresponde a los niveles 1 y 2 identificados como población pobre, vulnerable para cualquier evento en salud; el mayor porcentaje en el componente de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) tiene la vivienda inadecuada, seguido por el hacinamiento crítico.<sup>4</sup>

La situación de la salud en el departamento de Chuquisaca, describe y analiza la Tasa Anual de Crecimiento en Porcentaje del 1,56 en el periodo 2005-2010, la Tasa Bruta de Natalidad por mil del 29,10, la Tasa Global de Fecundidad: Hijos por mujer de 4.00, la Tasa Bruta de Mortalidad: por mil del 48.30, una Esperanza de Vida al Nacer en años de 64.63.<sup>4</sup>

En la gestión 2010 se hizo una cobertura a control prenatal del 95,18%, con una cobertura de control prenatal cuarta consulta del 36.63% mostrando un porcentaje de captación de embarazadas del 43.87% con una cobertura de partos domiciliarios del 15.25% y una cobertura de partos en servicio del 31.31%. Además de una cobertura de partos atendidos por el sistema nacional materno-neonatal del 97.95%.

Dentro de lo referido al control de embarazo y puerperio en el año 2010 se atendieron un total de 22.496, un total de 9.870 fueron madres primerizas, 10.105 fueron partos institucionales, de los cuales 1.663 fueron el total de partos domiciliarios, el total de cesáreas fue de 2.439, el número de embarazos con alto riesgo llegó a ser un total de 3.803 casos, y que 8.189 mujeres acudieron a la 1ra consulta postparto. Actualmente en el Departamento de Chuquisaca las prestaciones del SUMI se desarrollan en las diferentes provincias, como en distintos servicios de salud, siendo uno de ellos el Centro de salud “San Roque” dependiente del Servicio Departamental de Salud (SEDES), así también de la Gerencia de Red I (Sucre) ofreciendo atención en el área Médica, de Enfermería, Odontología y Farmacia. No contando éste centro de salud con un laboratorio de análisis clínico.<sup>4</sup>

### Centro de Salud San Roque

El Centro de Salud San Roque se fundó el año 1976, producto de la iniciativa y participación de estudiantes voluntarios de los últimos cursos de las áreas de la salud de la U.M.R.P.F.X.CH. y de personas voluntarias vecinas de la parroquia y del barrio de San Roque.<sup>21</sup>

El dispensario San Roque inició sus actividades con recursos limitados proporcionando sólo atención médica básica, principalmente en lo referido a controles de presión arterial, colocación de inyectables y curaciones, disponiendo para sus propósitos con un solo ambiente de atención.

La dotación de medicamentos para el centro de salud a comienzos de su actividad procedía en parte de donaciones entregadas por los vecinos y médicos que colaboraban con la gente de escasos recursos.

Aproximadamente el año 1980 Sacerdotes Diocesanos, estaban encargados de la parroquia y alojados en las instalaciones de la actual casa parroquial. Ya en el año de 1981 llega la orden trinitaria a Sucre y se hace cargo de la atención de la zona del Tejar, Cementerio y San Roque. Posteriormente en el año 1983 el Gobierno busca espacio para la atención primaria de salud, y uno de los primeros centros en Sucre fue justamente el centro de salud San Roque, que durante los años siguientes recibió apoyo de diferentes instituciones entre ellas: Rotary Club que proporcionó médicos voluntarios en varias especialidades; el Club de Leones que donó equipos de rayos X en el área de odontología, ya que la situación del centro fue siempre precaria, pues no se disponía de recursos para reposición de material ni incentivos para el voluntariado médico.<sup>21</sup>

En el año 1997 el centro se independizó del distrito de manera que los recursos marcados por las atenciones se empiezan a utilizar en beneficio del propio centro, para la adquisición y reposición de insumos y materiales, época en la cual se abre una farmacia y se crea un fondo rotatorio de medicamentos.

Actualmente se llama Centro de Salud San Roque, funciona bajo el convenio de cooperación interinstitucional entre la Dirección Episcopal Pastoral de Salud (DEPAS) y el Servicio Departamental de Salud (SEDES Ch.), por lo cual el personal del centro, debe coordinar su trabajo con la Pastoral de salud y la comunidad parroquial de la Santísima Trinidad, que incluye el centro integral del menor trabajador (CIMET) y una participación activa con el jardín de niños San Roque.

En cuanto al personal se implementa con un médico en calidad de servicio social obligatorio, además por parte de la parroquia con una enfermera, una odontóloga tiempo completo. Ofreciendo servicios médicos, orientados en su mayor parte al control de pacientes en gestación y a niños menores de 5 años, al contar con el servicio del Seguro Universal Materno Infantil SUMI, además de atender a las personas vecinas a la zona de San Roque, priorizando siempre la atención de la gente con escasos recursos.<sup>21</sup>

### **Organización de atención centro de salud “San Roque”**

- a) **Admisión y venta de fichas.** Adquisición de fichas para atención SUMI o venta de servicios.
- b) **Servicio de enfermería.** Apertura de historia, registro carnet de salud infantil y gestante, educación en la totalidad de programas, inmunizaciones, control presión arterial, tratamiento T.B., inyectables, sueros, orientación y consejería.
- c) **Consultorio 1 y 2.** Atención medica general, atención primaria en salud, ginecología, obstetricia pediatria, orientaciones en la totalidad de los programas, curaciones.
- d) **Odontología.** Consulta odontológica, educación, orientación en salud oral, actividades de prevención, tratamiento y rehabilitación del daño.
- e) **Farmacia.** Entrega de medicamentos SUMI, venta de medicamentos y consejería.

### 3.5 Marco teórico

#### Anemia

Del griego antiguo a-haima-ia. La anemia es la disminución de la cantidad de hemoglobina, la reducción de la masa circulante de glóbulos rojos con la consecuente reducción del aporte de oxígeno.

Al margen del descenso del hematocrito y de la hemoglobina; se observan eritrocitos patológicos muy característicos de acuerdo a las anemias, además de presentar una serie de alteraciones en cuanto a la concentración adecuada a nivel de ciertos compuestos orgánicos e inorgánicos que participan en el transporte de elementos necesarios para una adecuada producción eritrocitaria.<sup>25</sup>

#### Clasificación de la Anemia

##### De acuerdo al compartimiento del Eritrón

Anemias del primer compartimiento:

El primer compartimiento está constituido por la célula madre. Su destrucción puede deberse a la acción de agentes físicos como la radiación ionizantes, agentes químicos como el Cloranfenicol, o bien alteraciones a nivel genético, produciendo una anemia de tipoaplástica.

Anemias del segundo compartimiento: Este es el compartimiento de proliferación y maduración, se presenta cuando existe un trastorno en las deficiencias de factores eritropoyéticos (hierro, folatos, aminoácidos esenciales).

Anemias del tercer compartimiento: Se da a nivel del compartimiento intravascular, siendo que los eritrocitos circulantes en él, pueden ser destruidos prematuramente por un defecto extrínseco, tal el caso de la anemia hemolítica.<sup>3</sup>

##### De acuerdo a los Índices Hemáticos

Anemia normocíticas – normocrómicas: Cuando los valores de Volumen Corpuscular Medio y Hemoglobina Corpuscular Media, son normales (VCM =  $87 \pm 5$  fL), (HCM =  $29 \pm 2$  pg).

Anemias microcíticas e hipocrómica: cuando los valores de Volumen Corpuscular Medio y Hemoglobina Corpuscular Media son menores al rango de normalidad (VCM =  $87 \pm 5$  fL), (HCM =  $29 \pm 2$  pg).

Anemia macrocítica: cuando el valor de Volumen Corpuscular Medio es mayor al rango de normalidad normal.<sup>5</sup>

##### De acuerdo a la capacidad regenerativa

Regenerativa: Cuando se observa una hiper regeneración medular, estas anemias son debidas a hemorragias, hemolisis: las cifras de reticulocitos están aumentadas y se observa hiperregeneracion medular, para compensar el descenso de hemoglobina.

Arregenerativa: Cuando no se observa una regeneración medular, en este tipo de anemias se observan trastornos cuantitativos y cualitativos, en la formación de hematíes por alteración de las células madre y los factores eritropoyéticos.<sup>5</sup>

## De acuerdo a la patogenia

1. **Anemia Ferropénica.-** Híbrido Griego/latín, neologismo. ferrum (lat.) penía-ia. Se da por consecuencia del fracaso de la función hematopoyética medular al no disponer de la cantidad necesaria de hierro para la síntesis de hemoglobina. Se presenta por una dieta inadecuada, pérdidas crónicas de sangre tanto gastrointestinales como genitourinarias, presentando un cuadro clínico caracterizado por la presencia de síntomas derivados de la hipoxia, observándose palidez, debilidad y fatiga, bajo coeficiente intelectual.<sup>9</sup>
2. **Anemia Sideroblástica.-** Constituye un grupo de trastornos cuya característica común es la acumulación de hierro intracelular en forma de hemosiderina y de ferritina tanto en los eritroblastos como en los eritrocitos terminales, debido a un bloqueo del grupo hemo por falta de las enzimas catalizadoras en la incorporación del hierro a la protoporfirina. Las causas más frecuentes de ésta anemia pueden ser producto de la acción de ciertas sustancias sobre la Medula Ósea que alteran la eritropoyesis normal, como la acción del etanol (alcoholismo), de ciertos fármacos (isoniazida, cloranfenicol, etc.) y de sustancias tóxicas (cobre, zinc, etc.).  
La anemia sideroblástica ocurre en personas adultas, y en algunas ocasiones se comporta como un rasgo mielodisplásico o preleucémico.<sup>28</sup>
3. **Talasemia.-** Del griego neologismo thálassa hâma-ia. La característica habitual es un defecto en la síntesis de una o varias cadenas de globina debido a que la persona presenta alteraciones en el código genético que las determina. La disminución en la síntesis de un tipo de globina rompe el equilibrio normal entre las cadenas  $\alpha$  y  $\beta$ , que conduce a la acumulación intracelular de una de ellas; formando precipitados intracelulares que son la causa de la destrucción precoz de los eritroblastos y los eritrocitos (hemólisis). La talasemia pertenece al grupo de anemias hemolíticas hereditarias, la más importante es la betatalasemia menor heterocigota, que es de mayor gravedad y la más importante en nuestra población, la betatalasemia mayor homocigota y la alfatalasemia, que también son importantes pero de menor gravedad.<sup>28</sup>
4. **Anemia Megaloblástica.-** Se caracteriza por la aparición en medula ósea de megaloblastos, y macrocitosis en sangre periférica. Esto obedece a que existe déficit en alguno de los factores vitamínicos esenciales en la síntesis del ácido desoxirribonucleico (ADN) (ácido fólico y vitamina B<sub>12</sub>). Como consecuencia se produce una eritropoyesis ineficaz y una hemólisis periférica por las alteraciones morfológicas y metabólicas que presentan los macrocitos. Sucede en situaciones de déficit en la ingesta de dichas vitaminas y procesos de mala absorción intestinal principalmente, pero también por trastornos congénitos de la síntesis del ADN y en la eritroleucemia.<sup>28</sup>
5. **Anemia Hemolítica.-** Del griego hâmalý-sis. Se producen cuando existe una alteración en la estructura del hematíe que permite su eliminación antes de lo normal. El acortamiento de la vida media de los hematíes o masa eritrocitaria periférica, junto con una eritropoyesis central, es insuficiente para compensar la disminución eritrocitaria periférica, y dará lugar a la anemia. Las causas de las anemias hemolíticas pueden ser por cuestiones hereditarias que producen alteraciones en la membrana de los hematíes (Hemoglobina Paroxística Nocturna, esferocitosis, eliptocitosis, etc.), en las enzimas (déficit del G6PD, piruvatocinasa, etc.) o en la hemoglobina (talasemia, metahemoglobinopatías, etc.). También pueden ser por causas autoinmunes, como sucede en algunos trastornos de la autorregulación inmunológica, ya sea idiopática o secundarios a otras enfermedades, que dan como resultado la anemia hemolítica autoinmune.



Asimismo, pueden haber un origen exógeno por agentes físicos (prótesis valvulares, cirugía cardíaca, coagulopatías, hipertensión arterial, vasculopatías, etc.), agentes químicos (ácidos, cobre, venenos, algunos medicamentos, etc.) y por agentes microbianos (*Plasmodium*, *Babesia*, *Toxoplasma*, *Leishmania*, *Mycoplasma*, algunos virus, etc.).<sup>19</sup>

- 6. Anemia Aplásica.**-Del griego a-plas-ia. Es un cuadro de insuficiencia del tejido hematopoyético que da lugar a una disminución de todas las células sanguíneas periféricas y por tanto a una eritroblastopenia. Las causas de la anemia arregenerativa por aplasia medular pueden ser congénitas, por mecanismos autoinmunes, por la acción de ciertos fármacos, etc.<sup>28</sup>

### Tipos de anemia durante el embarazo

En la etapa de gestación, la embarazada llega a manifestar principalmente 4 tipos de anemia; la anemia fisiológica o gravídica, la anemia megaloblásticas; la anemia hemolítica y la principal de todas la anemia ferropénica.

La anemia fisiológica o gravídica se presenta cuando el volumen sanguíneo de la mujer aumenta hasta un 50%. Esto hace que la concentración de glóbulos rojos en su cuerpo se diluya. A veces, el trastorno recibe el nombre de anemia del embarazo, considerándose normal, salvo en los casos en los que los niveles eritrocitarios disminuyan demasiado.

Otro tipo de anemia que puede referirse en la etapa gestacional es por la inadecuada ingesta de vitaminas como la B<sub>12</sub>, causando anemia megaloblástica, siendo muy importante para la formación de glóbulos rojos y para la síntesis de proteínas. Las mujeres vegetarianas tienen mayor probabilidad de desarrollar deficiencia de ésta vitamina. La inclusión de alimentos derivados de animales en la dieta tales como: leche, carnes, huevos, etc. puede prevenir la deficiencia de vitamina B12. Las mujeres con una dieta vegetariana estricta, generalmente necesitan la administración de ésta vitamina durante el periodo de embarazo.<sup>11</sup> O bien presentar una deficiencia de folato, llamado también ácido fólico, es una vitamina que trabaja conjuntamente al hierro en la formación de glóbulos rojos. La deficiencia de folato durante el embarazo generalmente se asocia a la deficiencia de hierro dado que tanto el ácido fólico como el hierro se encuentran en los mismos tipos de alimentos. Se ha comprobado que el ácido fólico ayuda a reducir el riesgo de dar a luz a hijos con ciertas alteraciones congénitas a nivel del cerebro y de médula espinal, si se ingiere ésta vitamina antes de la concepción y durante los primeros meses de gestación.<sup>9</sup>

El tercer tipo de anemia más frecuente en el embarazo, es la anemia hemolítica, que es un cuadro en el que aumenta la destrucción eritrocitaria y hay una producción acelerada de eritrocitos en medula ósea, es producida debido a la incapacidad de la medula ósea de aumentar la producción de eritrocitos lo suficiente como para compensar la menor supervivencia del eritrocito, en el embarazo se puede presentar la anemia hemolítica autoinmune que es un trastorno clínico complejo caracterizado por la destrucción de eritrocitos secundaria a la presencia de auto anticuerpos que se unen a los antígenos de superficie de los eritrocitos, un ejemplo típico en el embarazo es cuando se produce en el neonato, como resultado de la incompatibilidad de los grupos sanguíneos de la madre y el feto, afectando específicamente al factor Rh y a los grupos sanguíneos ABO. El trastorno se produce por una reacción antígeno-anticuerpo en el torrente circulatorio del lactante ocasionada por la transmisión transplacentaria de los anticuerpos formados por la madre frente a los antígenos incompatibles de la sangre fetal.<sup>28</sup>

En la incompatibilidad del factor Rh, la reacción hemolítica se produce sólo cuando la madre es Rh negativa y el feto Rh positivo. Es raro que el proceso de isoimmunización se produzca en el primer embarazo, aunque cada vez que se produce un embarazo aumentan las posibilidades.<sup>28</sup>

Finalmente el tipo de anemia más frecuente en el embarazo es la anemia por deficiencia de hierro, no olvidemos que durante la etapa de gestación, el feto se vale de los glóbulos rojos de la madre para su crecimiento y desarrollo, especialmente durante los últimos tres meses del embarazo. Y si una mujer tiene una excesiva cantidad de glóbulos rojos en la médula ósea antes de quedar embarazada, puede utilizar ésta reserva durante la etapa gestacional para satisfacer las necesidades del bebé, pero no sucederá lo mismo con mujeres que no posean la cantidad adecuada de hierro almacenado, desarrollando anemia por deficiencia de hierro.<sup>28</sup>

Las concentraciones de ferritina sérica al inicio del embarazo proporcionan una indicación fiable del déficit de hierro. La hemodilución en el segundo y el tercer trimestre del embarazo reduce las concentraciones de todas las mediciones del estado de hierro y esto significa que los valores umbral para el déficit de hierro establecidos para las mujeres gestantes no son adecuados. En principio, la determinación de los valores como cocientes debería ser más fiable. Las concentraciones del receptor sérico de transferrina muestran un incremento sustancial durante el embarazo, lo que refleja el aumento de la eritropoyesis. Este tipo de anemia es la más común durante la etapa de gestación. Siendo este elemento mineral, el hierro, necesario para la síntesis de hemoglobina.<sup>28</sup>

## Historia del hierro

El hierro es uno de los oligoelementos que cuya deficiencia se considera como un problema de salud pública. Se calcula que más de 3500 millones de seres humanos padecen de deficiencia de hierro tanto en forma subclínica como en forma de anemia ferropénica. En países en vías de desarrollo el 43% de las embarazadas, 44% de los escolares y pre escolares son anémicos.<sup>6</sup>

El hierro se ha utilizado en el tratamiento de muchas enfermedades desde la edad media y el renacimiento. Sin embargo, no fue sino hasta el siglo XVI que la deficiencia de hierro se conoció como la causa de “enfermedad verde”, o clorosis en mujeres adolescentes.<sup>15</sup>

Sydenham propuso después al hierro como un tratamiento preferido en lugar de las sangrías y las purgas. En 1832 el médico francés Pierre Blaud reconoció la necesidad de utilizar dosis adecuadas de hierro para tratar la clorosis con resultados satisfactorio. El tratamiento de la anemia mediante la administración de hierro siguió los principios enunciados por Sydenham y Blaud.<sup>15</sup>

La comprensión moderna del metabolismo del hierro empezó en 1937 con el trabajo de McCance y Widdowson acerca de la absorción de hierro y la excreción del mismo y la medición del hierro en el plasma por Heilmeyer y Plotner. Después en 1947, Laurell describió una proteína de transporte de hierro en el plasma que denominó transferrina.

Hahn y colaboradores en 1943 fueron los primeros en utilizar isótopos radiactivos para cuantificar la absorción de hierro y definir la participación de la mucosa intestinal para regular esta función. Durante el decenio siguiente, Huff y colaboradores (1950) iniciaron estudios con isótopos del metabolismo interno del hierro. La creación subsiguiente de mediciones clínicas prácticas del hierro sérico, la saturación de transferrina, la ferritina plasmática y la protoporfirinaeritrocítica permitió la definición del estado del organismo en cuanto a reservas de hierro y la eritropoyesis con deficiencia de hierro, y la detección de los mismos. El hierro es uno de los metales más abundantes del planeta. Esta abundancia probablemente ha facilitado su incorporación a los seres vivos, en los que constituye uno de los elementos fundamentales. Lo encontramos como componente esencial en todas las formas de vida, desde los organismos unicelulares hasta las formas más complejas de vida.

En la naturaleza, el hierro se presenta en gran parte en la forma de óxido o hidróxido férrico, o el de polímeros en dicho estado, su biodisponibilidad biológica es limitada a menos que se haga soluble mediante ácidos quelantes.

En el organismo humano, el hierro circula como  $\text{Fe}^3$  unido a una proteína transportadora específica: la transferrina. Su función es captar el hierro de los sitios de absorción (mucosa intestinal) o depósito (sistema retículo endotelial) y llevarlo a los órganos hematopoyéticos donde es utilizado.<sup>2, 16</sup>

### **Generalidades sobre el hierro**

El hierro es un metal de transición que ingresa al organismo inicialmente con los alimentos e interviene no solo en el transporte de oxígeno y electrones sino que es componente fundamental en muchas proteínas y enzimas que nos mantienen en un buen estado de salud. Alrededor de dos tercios de hierro de nuestro organismo se encuentra formando parte de la hemoglobina, proteína de la sangre encargada del transporte de oxígeno a los tejidos y de la coloración característica. El resto se encuentra en pequeñas cantidades en la mioglobina, proteína que suministra oxígeno al músculo y en enzimas que participan de reacciones bioquímicas (oxidación intracelular). El hierro es fundamental sobre todo en niños menores de 10 años para la formación de hemoglobina, ya que participa como cofactor en numerosos procesos biológicos indispensables para la vida tales como el transporte de oxígeno, fosforilación oxidativa, metabolismo de neurotransmisores y la síntesis de ácido desoxirribonucleico.<sup>17</sup>

El organismo recicla el hierro cuando los glóbulos rojos mueren, éste hierro presente en ellos vuelve a la médula ósea para ser reutilizado en la formación de nuevos glóbulos rojos.<sup>12</sup>

En la actualidad se considera que el hierro existe en los alimentos bajo dos formas: Hierro heme (forma ferrosa: es más soluble y mejor absorbible) y hierro no heme (forma férrica: más abundante). Las cantidades de hierro heme y no heme disponibles para absorción en una sola comida pueden calcularse al tomar en cuenta la influencia que otros componentes dietéticos que ejercen sobre la absorción de ambos. El hierro no heme se absorbe por un proceso activo en las células epiteliales (enterocitos). El hierro heme se absorbe en enterocitos por un proceso diferente y posiblemente en un área extensa del intestino delgado. La proporción de hierro total en forma de hierro heme en tejido animal es en promedio del 40%, aunque varía. El resto se clasifica como no heme, al igual que todo el hierro de origen vegetal. El hierro heme se absorbe con una eficiencia mucho mayor que el hierro no heme, y su absorción al parecer se ve influida poco por factores intra-luminales. La absorción de hierro no heme se ve afectada mucho más por factores intra-luminales.<sup>17</sup>

En el caso de las mujeres en edad fértil, las principales causas que predisponen a éste grupo a sufrir deficiencia de hierro son las pérdidas excesivas de sangre durante la menstruación. La utilización de los diferentes métodos anticonceptivos es un factor coadyuvante que puede aumentar la frecuencia de la deficiencia de hierro en este grupo poblacional, ya que la utilización de dispositivos intrauterinos puede aumentar hasta en un 50% las pérdidas de sangre y consecuentemente las de hierro. Sin embargo, la utilización de anticonceptivos orales disminuye significativamente las pérdidas de sangre menstrual.<sup>20</sup>

## Absorción intestinal del hierro

Se produce a nivel del tracto digestivo, concretamente en el duodeno y el yeyuno proximal a partir del hierro ingerido en la dieta. En condiciones normales, la alimentación diaria contiene aproximadamente 15 mg de hierro. De ellos el 50% se encuentra en forma soluble, ingresando a la célula intestinal 3 mg y únicamente 1 mg pasa al torrente sanguíneo.<sup>20</sup>

Las etapas del proceso de absorción del hierro podemos resumir en:

- Unión del hierro al borde del cepillo intestinal.
- Paso al enterocito.
- Depósito intracelular.
- Transporte transcelular.
- Paso del hierro desde la luz intestinal al enterocito.

El hierro de la dieta se encuentra unido al grupo heme o como catión inorgánico. Los procesos de absorción de estas dos formas son diferentes:

El hierro heme se absorbe de manera mucho más eficaz que el inorgánico. El proceso no depende de la composición química de la dieta. En situaciones de deficiencia se puede llegar a absorber entre el 20 y el 40% de hierro heme ingerido. Al principio actúan las proteasas gástricas que separan el heme de la globina. El complejo hierro-heme se absorbe intacto y en el enterocito se disocia éste complejo. Los alimentos de origen animal son la fuente principal de este tipo de hierro.

El hierro inorgánico se encuentra en mayor cantidad que el hierro heme en los alimentos, sin embargo tiene menor disponibilidad. Su absorción depende de la cantidad del ión que hay en forma soluble en la luz intestinal, y que varía dependiendo de la composición química de la comida. La mayoría del catión inorgánico se encuentra en forma férrica y por lo tanto insoluble a pH superior a 3. En el pH del estómago se une a las mucinas, manteniéndolo soluble cuando el pH aumenta a nivel del duodeno y yeyuno, favoreciendo su reducción a catión ferroso las secreciones alcalinas del páncreas. En el intestino proximal la solubilidad del hierro está preservada.<sup>13</sup>

El complejo hierro-mucina se acopla a la integrina, molécula presente en la membrana apical de las células de la mucosa intestinal. Este complejo formando una macro-estructura pasa al interior del enterocito por un mecanismo desconocido aun, pero se asocia a las flavonas en la disposición a que el catión pase al interior en un estado redox adecuado.

Otro mecanismo es la Difusión pasiva, siendo que la absorción es mediada por unas proteínas detectadas en las vesículas de las micro-vellosidades del intestino delgado con alta afinidad por el hierro.<sup>13</sup>

El proceso de entrada desde la luz intestinal al enterocito es más rápido y esta menos afectado por la cantidad de hierro absorbible digerido y por las necesidades homeostáticas que los que le siguen (depósito intracelular de hierro, transporte transcelular y paso a la circulación portal). No obstante también está sometido a regulación, en virtud del control del número de receptores de membrana. En su control influyen el contenido de hierro del enterocito y la cantidad de hierro orgánico presente en el lumen intestinal.<sup>13</sup>

Depósito intracelular en el enterocito y transporte transcelular.

Una vez que está en el enterocito, una parte del hierro se dirige hacia la membrana basal en un proceso rápido que dura de dos a cuatro horas. Otra parte se acumula como ferritina. Pequeñas cantidades de este depósito pueden salir hacia la circulación portal.<sup>20</sup>

En las células de la mucosa intestinal no se ha detectado ARN mensajero de transferrina. Pero sí se ha detectado subunidades L y H de la ferritina. Esto sugiere que la transferrina no está implicada en el transporte de hierro a través de la célula, pero que la ferritina sí presenta un papel regulador a este nivel, controlando la absorción de hierro en función de las necesidades orgánicas.<sup>6</sup>

Cuando hay deficiencia se inhibe la síntesis de ferritina en el enterocito y pasa más hierro al torrente sanguíneo. En situaciones de sobrecarga la "defensa" fisiológica se estimula la síntesis, de manera que gran parte del metal absorbido se deposite en la molécula y finalmente se pierda con la descamación fisiológica de las células. El proceso de paso a la circulación portal no se conoce bien.<sup>23</sup>

Factores que influyen en la absorción del hierro.

### **Necesidades orgánicas**

En la deficiencia aumenta la absorción. Este estímulo está mediado tanto por la cantidad de hierro del enterocito, como por el estado de los depósitos de hierro. En un estudio realizado con animales de experimentación que fueron sometidas a trasplante de intestino procedente de animales que fueron inducidos a algunas patologías digestivas como la aclorhidria, la absorción de hierro se encontró comprometida.<sup>8</sup>

### **Absorción de hierro inorgánico (no heme)**

El hierro inorgánico por acción del ácido clorhídrico del estómago pasa a su forma reducida, hierro ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), que es la forma química soluble capaz de atravesar la membrana de la mucosa intestinal. Algunas sustancias como el ácido ascórbico, ciertos aminoácidos y azúcares pueden formar quelatos de hierro de bajo peso molecular que facilitan la absorción intestinal de este.

Aunque el hierro puede absorberse a lo largo de todo el intestino, su absorción es más eficiente en el duodeno y la parte alta del yeyuno. La membrana de la mucosa intestinal tiene la facilidad de atrapar el hierro y permitir su paso al interior de la célula, debido a la existencia de un receptor específico en la membrana del borde en cepillo.<sup>8,3</sup>

La apotransferrina del citosol contribuye a aumentar la velocidad y eficiencia de la absorción de hierro. En el interior del citosol, la ceruloplasmina (endoxidasa I) oxida el hierro ferroso a férrico para que sea captado por la apotransferrina que se transforma en transferrina. El hierro que excede la capacidad de transporte intracelular es depositado como ferritina, de la cual una parte puede ser posteriormente liberada a la circulación.<sup>20</sup>

### **Absorción de hierro heme**

Este tipo de hierro atraviesa la membrana celular como una metaloporfirina intacta, una vez que las proteasas endoluminales o de la membrana del enterocito hidrolizan la globina. Los productos de esta degradación son importantes para el mantenimiento del heme en estado soluble, con lo cual garantizan su disponibilidad para la absorción.<sup>3</sup>

En el citosol la hemoxigenasa libera el hierro de la estructura tetrapirrólica y pasa a la sangre como hierro inorgánico, aunque una pequeña parte del heme puede ser transferido directamente a la sangre portal. Aunque el hierro hemínico representa una pequeña proporción del hierro total de la dieta, su absorción es mucho mayor (20-30%) y está menos afectada por los componentes de ésta.

No obstante, al igual que la absorción del hierro inorgánico, la absorción del heme es favorecida por la presencia de carne en la dieta, posiblemente por la contribución de ciertos aminoácidos y péptidos liberados de la digestión a mantener solubles, y por lo tanto, disponibles para la absorción, ambas formas de hierro dietético. Sin embargo, el ácido ascórbico tiene poco efecto sobre la absorción del heme, producto de la menor disponibilidad de enlaces de coordinación de este tipo de hierro. Por su parte el calcio disminuye la absorción de ambos tipos de hierro.<sup>20</sup>

## **Distribución**

El contenido corporal de hierro es variable y puede verse influido por numerosos factores, entre ellos la edad y el sexo del sujeto. En personas sanas y en circunstancias normales, más de dos terceras partes del hierro total del organismo se encuentran en la hemoglobina y el tercio restante se reparte mayoritariamente entre las reservas corporales y la mioglobina. En el plasma el contenido mínimo, inferior al 1% del hierro total corporal. Para estudiar la distribución del hierro se puede utilizar una clasificación en compartimientos priorizando la función que realiza cada fracción en el organismo. Con este criterio se diferencian tres compartimientos:

Compartimiento funcional:

Es el mayoritario en él se localiza el 85% del hierro total del organismo, está constituido por el hierro de la hemoglobina, la mioglobina, los citocromos y el que actúa como cofactor de enzimas.

Compartimiento de reserva:

Formado, como indica su nombre, por las reservas corporales del hierro. Los depósitos de hierro se localizan en el hígado, bazo y médula ósea. En estos órganos el hierro se almacena en forma de ferritina y hemosiderina.

Compartimiento de transporte:

Está constituido por el hierro unido a la transferrina. Desempeña un papel fundamental, ya que a través suyo se realiza el intercambio entre los otros dos compartimientos.<sup>20, 13, 23</sup>

## **Ciclo del hierro**

Un adulto sano tiene entre 3 y 4 g. de hierro en su cuerpo y sin embargo sólo intercambia con el exterior 1 mg diario. En comparación con otros mamíferos absorbemos entre 50 y 100 veces menos hierro por Kg. de peso, cantidad que se incrementa entre 4 y 8 veces en situaciones de deficiencia y las pérdidas son proporcionalmente la décima parte.<sup>13</sup>

Por lo tanto, en el hombre el balance del hierro es conservador y ahorrativo, y se basa en un continuo reciclaje. La capacidad de absorción y eliminación es pequeña. La respuesta homeostática en situaciones de desequilibrio es limitada y muchas veces insuficiente. Esto explica la gran frecuencia de ésta patología, siendo que somos de las pocas especies que sufren enfermedades por sobrecarga.

Las 4/5 partes del hierro existente en el compartimento de transporte, circulan desde los macrófagos del sistema retículo endotelial (que han fagocitado los glóbulos rojos viejos) hasta los eritroblastos (que sintetizan hemoglobina) de la médula ósea.<sup>13</sup>

En este ciclo se movilizan más de 20 mg de hierro al día. También es importante el movimiento de hierro entre el hepatocito y el compartimento de transporte. Esto acontece en un proceso de difusión pasiva cuya dirección depende de la cantidad de hierro del hepatocito y de la sideremia.

Durante el embarazo existe un movimiento generoso del oligoelemento hacia la placenta para cubrir las necesidades fetales. El intercambio de hierro entre los distintos compartimentos y de estos con el medio externo se realiza mediante los procesos de absorción, transporte, depósito y eliminación.<sup>7</sup>

### **Transporte plasmático de hierro**

El hierro se transporta en el torrente sanguíneo unido a la proteínatransferrina. Este compartimento representa sólo el 0,05 % del total. El metal tiene en plasma una semivida de una hora y la transferrina de 8 días. Por lo tanto cada molécula de transferrina realiza aproximadamente cien ciclos de transporte de hierro. Las 4/5 partes del flujo se desarrollan entre el macrófago y la eritrón.

Pero la transferrina también transporta hierro procedente de los depósitos y de la absorción intestinal.<sup>23</sup>

### **Movimiento intracelular de hierro**

El hierro viaja por el interior de las células por rutas poco conocidas. Algunos autores han propuesto al grupo heme como la principal lanzadera intracelular de hierro. Otros han estudiado el papel del ATP. Un lugar importante al que debe dirigirse el oligoelemento en la célula es la mitocondria donde se asocia al grupo heme. En esta organela se han caracterizado receptores para complejos AMP-hierro y ATP hierro.

Los primeros parecen más efectivos que los segundos en el aporte de hierro. También se ha sugerido que el metal podría acceder a la mitocondria por fusión de su membrana con la de las vesículas que contienen el complejo hierro - transferrina - receptor, aunque esto no ha podido ser demostrado. Algunos estudios han detectado un flujo rápido de hierro entre el ATP y dos familias de proteínas cuyo papel es incierto.<sup>13</sup>

### **Metabolismo del hierro**

El flujo de hierro a través del plasma asciende a un total de 30 a 40 mg/día, en adultos (unos 0.46 mg/kg del peso corporal). La principal circulación interna de este elemento comprende del eritrón y de las células del retículo endotelial. Cerca de 80 % del hierro en el plasma va a la medula ósea eritroide para quedar integrado a eritrocitos nuevos; esos normalmente circulan unos 120 días, antes de someterse al proceso catabólico dado por el sistema retículo endotelial.<sup>12</sup>

En ese momento, una parte del hierro regresa de inmediato al plasma unido a la transferrina, si bien otras llegan a incorporarse a las reservas de ferritina de las células retículo-endoteliales, y regresan a la circulación de manera más gradual.

En el organismo humano su facilidad para oscilar entre las formas iónicas, ferrosa y férrica le permite actuar indistintamente, como donante o como aceptor reversible de electrones, durante el metabolismo celular. Interviene en el transporte del oxígeno en la sangre (grupo heme de la hemoglobina) y forma parte de los citocromos participando en el transporte de electrones.<sup>12</sup>

El transporte de hierro en las células de la mucosa y el aporte a la transferrina desde reservas retículo endoteliales están determinados por el gen HFE, localizada en el cromosoma 6. La regulación está bien afinada para evitar sobrecarga de hierro durante periodos de exceso del mismo, en tanto permite absorción y movilización aumentadas de las reservas de hierro cuando hay deficiencia de este.<sup>13</sup>

La absorción normal es de solo alrededor de 1,4 mg al día en mujeres adultas; lo más que puede absorberse en circunstancias normales son de 3 a 4 mg de hierro en la dieta.

Se llega a observar incremento de la absorción de hierro siempre que hay agotamiento de las reservas del mismo, o cuando la eritropoyesis está aumentada y es ineficaz. La saturación aumentada resultante de transferrina permite el depósito anormal de hierro en tejidos no hematopoyéticos.<sup>20</sup>

### **Excreción de hierro**

En las personas sanas las pérdidas de hierro por las vías de excreción habituales, heces y orina, son mínimas y comparables a la cantidad absorbida. El equilibrio, como se ha comentado anteriormente, se regula a través de la capacidad de absorción de la mucosa intestinal. El hierro eliminado por las heces procede fundamentalmente del que no se ha absorbido de la dieta y de la ferritina contenida en las células descamadas en el tracto intestinal. Por otra parte, en las personas sanas la eliminación de hierro en la orina es insignificante, debido a que circula unido a proteínas que no se filtran por los glomérulos renales.<sup>25, 26</sup> En determinados estados patológicos sí se observa una excreción urinaria aumentada. Entre estas patologías destacan la hemólisis intravascular, el síndrome nefrótico, la hemocromatosis y excepcionalmente, las alteraciones en el metabolismo del hierro.<sup>30</sup>

### **Hemoglobina**

La Hemoglobina (Hb) es una heteroproteína de la sangre, de masa molecular 64.000 (64 kDa), de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos, contenida en los glóbulos rojos. Tiene una parte proteica que es una albúmina: la globina y una parte prostética que es un pigmento llamado porfirina; ésta se une al metal hierro en su estado ferroso Fe<sup>2+</sup> formando una metaloporfirina o hemoporfirina llamada grupo HEM o HEME o HEMO.<sup>24</sup>

### **Grupo Hem**

El grupo hemo es un grupo prostético que forma parte de diversas proteínas, entre las que destaca la hemoglobina, presente en los eritrocitos de la sangre, donde su función principal es la de almacenar y transportar oxígeno molecular de los pulmones hacia los tejidos y dióxido de carbono desde los tejidos periféricos hacia los pulmones. Los grupos hemo son los responsables del color rojo de la sangre.



## Estructura química

El grupo hemo contiene hierro y un anillo de porfirina; es un tetrapirrol cíclico, el tetrapirrol está compuesto por 4 cadenas de pirrol enlazadas a un anillo, en el centro de este anillo se encuentra el átomo de hierro. El grupo hemo es liberado en la lisis eritrocitaria, obteniéndose de esta forma bilirrubina no conjugada o indirecta.

El grupo hemo está formado por el ligando cuadridentado de protoporfirina IX y un átomo hierro ferroso. El grupo hemo es una estructura plana. Tiene propiedades apolares, aunque también tiene cargas negativas, por lo que tiene también un extremo polar. Es por tanto insoluble en agua, por lo que evita el contacto con la misma. Por ello el grupo hemo se localiza entre las estructuras terciarias de las cadenas polipeptídicas y se sitúa en un bolsillo hidrofóbico.

La parte polar queda hacia el exterior. Se forman unas ochenta uniones hidrofóbicas entre el grupo hemo y la estructura terciaria de las cadenas polipeptídicas. Son esos enlaces los que mantienen el grupo hemo en su sitio.

En la parte central del grupo hemo se encuentra el átomo de hierro, metal de transición que puede formar hasta seis enlaces. Forma cuatro enlaces con las cadenas polipeptídicas; el quinto es un enlace coordinado con el nitrógeno de una histidina, siendo este enlace perpendicular hacia arriba, y otro enlace con el oxígeno, siendo éste perpendicular hacia abajo. Este último enlace tiene que ser débil, ya que la hemoglobina es un transportador de oxígeno que tiene que captar y liberar el oxígeno fácilmente.<sup>24</sup>

## Hierro sérico

Este parámetro, por sí solo, no constituye una medida fiable de la deficiencia de hierro. Suele disminuir en ésta situación, pero a veces es normal incluso con deficiencia moderada. Las cifras normales van de 50 a 200 µg/dl y por lo común son mayores en varones que en mujeres. También se advierte una variación diurna de los valores de 10 a 40 µg/dL, menores en la noche. El hierro sérico frecuentemente disminuye en cánceres, problemas inflamatorios y con la isquemia del miocardio. La cuantificación en sí puede generar muchos resultados positivos falsos. Aumenta durante la quimioterapia y casi siempre después de la suplementación con hierro por vía oral o parenteral.

Para el análisis, de los niveles de hierro en sangre, la ingestión de hierro debe interrumpirse durante 24 horas antes de medir su concentración. Después de la administración parenteral, el incremento en esta cifra persiste durante semanas. Es mejor evaluar la concentración sérica de hierro junto con las de ferritina y transferrina, para facilitar la distinción entre la anemia ferropénica de otros cuadros.<sup>17</sup>

El examen de hierro sérico mide la cantidad de hierro en la transferrina. Cada molécula de transferrina puede transportar dos átomos de hierro. Normalmente, cerca de 30% de los "espacios" libres para el hierro en la transferrina están llenos. Al llenar todos los espacios disponibles, los médicos pueden medir la capacidad total de fijación del hierro (TIBC, por sus siglas en inglés) de la sangre. La TIBC, por lo general, es más alta de lo normal, cuando las reservas corporales de hierro están bajas.<sup>17</sup>

## **Ferritina**

Compuesto férrico formado en el intestino y almacenado en el hígado, bazo y médula ósea, para la incorporación a las moléculas de hemoglobina. Los niveles de ferritina sérica se utilizan como indicador de los depósitos de hierro del organismo.<sup>17</sup>

## **Transferrina**

La transferrina o siderofilina es la proteína que transporta el hierro absorbido en el intestino además de transportar el liberado por el catabolismo de la hemoglobina, hacia los sitios de almacenamiento (hígado y sistema retículo-endotelial), siendo la proteína transportadora específica del hierro en el plasma.<sup>19</sup> Se trata de una beta 1 globulina, de forma elipsoidal y con un peso molecular que varía entre los 70.000 y los 95.000 Daltons.

Siendo responsable de la distribución del hierro y de su oferta a los sitios de absorción y almacenamiento, donde es incorporado a la ferritina o bien a la hemosiderina y a las células que sintetizan los componentes que requieren para su síntesis el hierro; como por ejemplo la hemoglobina, la mioglobina y los citocromos.

La transferrina transporta además otros metales, como el cobre, zinc, cobalto y calcio, pero de todos los mencionados, sólo el transporte de hierro y cobre tienen significado fisiológico.<sup>23</sup>

## **Funciones de la Transferrina**

La función principal de la transferrina, como ya se dijo, es la de transportar el hierro en forma férrica, además de transportar a otros metales. La transferrina es sintetizada en el sistema retículo endotelial (S.R.E.), pero principalmente en el hígado. Tiene una vida media de 8 a 10 días en circulación y se encuentra en el plasma saturado con hierro en una tercera parte en condiciones normales.<sup>23</sup>

## **Fijación de la Transferrina**

El paso del complejo transferrina-hierro a las células ocurre en tres etapas así:

Absorción: Unión del complejo transferrina-hierro a sus receptores celulares de superficie.

Fijación: Paso en el cual el complejo penetra al interior por el mecanismo de endocitosis (o pinocitosis).

Liberación de la transferrina al plasma: Por ataque al lugar de fijación aniónica. De esta manera queda libre el hierro intracelular al cual luego se dirige a las mitocondrias posiblemente ayudado por intermediarios intracelulares y allí es utilizado en la síntesis de la hemoglobina.<sup>23</sup>

Algunos autores, como Viteri y Mc Fee, observaron que la anemia materna aumenta el riesgo de recién nacidos con bajo peso. Otros investigadores sostienen que las demandas de hierro fetales estarían aseguradas, ya que la transferencia del mismo de los depósitos maternos al feto es independiente de las reservas maternas de este mineral.<sup>16</sup>

## Capacidad de Fijación Total de Hierro

Es un examen de sangre que muestra si hay demasiado o muy poco hierro en la sangre. Este examen ayuda a medir la capacidad de una proteína, llamada transferrina, para transportar hierro en la sangre.

La Capacidad Total de Fijación del Hierro y la transferrina se utiliza junto al hierro sérico cuando se sospecha que una persona tiene alterado su estado en hierro por exceso o por defecto. Normalmente, solo una tercera parte de la transferrina presente en el suero se está utilizando para transportar hierro. En deficiencias de hierro, este está disminuido, pero sin embargo la capacidad total de fijación de hierro está aumentada. En situaciones en las que existe una sobrecarga de hierro, como en la hemocromatosis, el hierro estará elevado mientras que la capacidad total de fijación de hierro estará normal o disminuida.

Dado que la transferrina se produce en el hígado, tanto la capacidad total de fijación de hierro como la propia transferrina estarán disminuidas cuando exista enfermedad hepática.<sup>22</sup>

### Razones por las que se realiza el examen

Este examen generalmente se realiza cuando el médico sospecha que hay poco hierro (deficiencia) como causa de anemia. Cerca del 65% del hierro corporal es transportado en una parte de los glóbulos rojos, llamada hemoglobina, y alrededor del 4% es transportada en una parte del músculo llamada mioglobina. Aproximadamente el 30% del hierro corporal se encuentra almacenado como una sustancia llamada ferritina en el hígado, la médula ósea y el bazo. Un porcentaje pequeño del hierro corporal circula en el cuerpo a través del torrente sanguíneo, como parte de una proteína llamada transferrina. El hecho de tomar píldoras anticonceptivas y flúor puede llevar a resultados de Capacidad Total de Fijación del Hierro elevados; por el contrario, el Cloranfenicol y la ACTH pueden hacer disminuir los resultados.<sup>22</sup>

### Anemia ferropénica

La anemia puede ser resultado de un defecto de la producción eritrocitaria, una disminución de la vida media de los eritrocitos o una pérdida franca de estas células. Las anemias asociadas con hierro pertenecen a la primera categoría. La formación de eritrocitos requiere muchos componentes; los principales son los necesarios para la producción de hemoglobina; hierro, heme y globina. En función de la causa, la falta de hierro disponible produce una anemia por deficiencia de hierro o ferropénica o por enfermedad crónica.

Como se describió con mayor detalle, el hierro se absorbe a partir de los alimentos en el intestino delgado, la transferrina lo transporta a las células que lo necesitan y se incorpora en ellas, donde se mantiene como ferritina hasta incorporarse en la molécula funcional final. Esta molécula funcional puede ser un citocromo que contiene heme, la mioglobina del músculo o, en el caso de los eritrocitos, la hemoglobina. El hierro puede estar disponible para la incorporación en el heme debido a la carencia de reservas adecuadas en el organismo o sencillamente por un trastorno de la movilización. La anemia asociada con las reservas inadecuadas se denomina ferropénica, en tanto que la anemia que se produce por un trastorno de la movilización es una anemia por enfermedad crónica, debido a su asociación con cuadros inflamatorios crónicos, como la artritis. Cuando el suministro de hierro es adecuado y la movilización está intacta, pero un defecto intrínseco del eritrocito impide la incorporación de hierro al heme, la anemia resultante se denomina sideroblástica, término que hace referencia a la presencia de hierro en los eritrocitos en desarrollo.<sup>24</sup>

La anemia ferropénica aparece cuando la ingestión de hierro es inadecuada para cumplir un nivel estándar de demanda, cuando aumentan los requerimientos de hierro o hay una pérdida crónica de hemoglobina.<sup>24</sup>

## **Etiología**

### **Ingestión inadecuada**

La anemia ferropénica aparece cuando el eritrón se deprime de hierro con lentitud. Cada día se pierde alrededor de 1 mg de hierro del organismo, sobre todo en las mitocondrias de la piel y el epitelio intestinal descamados.

Debido a que el organismo se esfuerza por conservar todo el hierro de las otras células envejecidas, incluidos los eritrocitos, la ingestión de 1mg de hierro en la dieta diaria mantiene el equilibrio férrico y cubre las necesidades para la producción de eritrocitos. Cuando la deficiencia de hierro en la dieta es constante, las reservas corporales continuarán en disminución. Por último, la producción de eritrocitos se demorará debido a la incapacidad para producir de hemoglobina. Dado que cerca del 1% de las células se muere en forma natural cada día, la anemia se hará evidente cuando la tasa de producción no pueda reemplazar esta pérdida.<sup>24</sup>

### **Aumento de los requerimientos**

La deficiencia de hierro también puede producirse cuando el nivel de ingestión es inadecuado para satisfacer las necesidades de un eritrón en desarrollo. Esto ocurre en los periodos de crecimiento rápido, como la primera y segunda infancia. Durante el embarazo, propiamente en el primer y tercer trimestre ya que se necesita para el desarrollo del feto y además para la madre.<sup>24</sup>

### **Pérdidas crónicas**

Una tercera forma de deficiencia de hierro tiene lugar con la pérdida excesiva de hemoglobina del cuerpo. Esto se produce con las hemorragias o las hemolisis lentas. Cualquier cuadro en el que haya una pérdida lenta o leve de eritrocitos, puede producir deficiencia de hierro. En las mujeres las menstruaciones abundantes pueden constituir una pérdida crónica de sangre que conduce a la deficiencia de hierro, así como la hemorragia asociada con los fibromas. El sangrado gastrointestinal por úlceras o tumores pueden ser la causa tanto en mujeres como en hombres. La pérdida de sangre por el aparato urinario en los casos de cálculos o tumores renales también puede conducir a una deficiencia de hierro. Los individuos con procesos hemolíticos intravasculares crónicos, como hemoglobinuria paroxística nocturna, pueden desarrollar una deficiencia de hierro debido a la eliminación de hemoglobina en orina.<sup>24</sup>

### **Disminución de las reservas en el nacimiento**

Los recién nacidos presentan un contenido medio de hierro de 75mg/Kg., del que aproximadamente el 75% se encuentra en forma de hemoglobina circulante, constituyendo una verdadera reserva de hierro. El ritmo de crecimiento del feto es mucho más rápido durante el tercer trimestre de la gestación y la mayor parte del hierro que atraviesa la placenta lo hace en este periodo de tiempo, por ello el nacimiento prematuro y el bajo peso se asocia con la disminución de éste hierro de reserva.<sup>20</sup>

## **Periodo de gestación**

Durante el embarazo existe un aumento de los requerimientos de hierro como consecuencia del rápido crecimiento de la placenta, del feto y de la expansión de la masa globular, lo que produce que los requerimientos totales de hierro en el embarazo sean de aproximadamente unos 1000 mg. éste aumento de los requerimientos suele ser compensado en parte por el hierro proveniente de los depósitos orgánicos del metal, que normalmente en el caso de las mujeres suele ser de unos 300mg; el resto, unos 700-900 mg es compensado por un aumento de la absorción del hierro dietario. Es por ello que los depósitos de hierro luego del parto están prácticamente agotados y esta situación es un factor de riesgo más para este grupo poblacional, sobre todo en el caso de que se produzca otro embarazo en forma consecutiva.<sup>14</sup>

## **Mala absorción**

Es excepcionalmente rara en personas con tubo digestivo normal, se puede presentar después de una cirugía gástrica y o en síndromes de mala absorción.<sup>13</sup>

## **Patogenia**

La anemia ferropénica se establece en forma lenta, progresa por estadios que en términos fisiológicos se superponen uno con otro, pero con delimitaciones útiles para comprender la progresión de la enfermedad. El hierro está distribuido en tres compartimientos: el de almacenamiento, en mayor medida como ferritina, en los macrófagos de la médula ósea y las células hepáticas; el de transporte de la transferrina del suero y el compartimiento funcional de la hemoglobina, la mioglobina y los citocromos. La hemoglobina y la ferritina intracelular constituyen casi el 95% de la cantidad total de hierro.<sup>14</sup>

Durante el periodo de tiempo en el que la ingestión de hierro es menor a la pérdida, el nivel de hierro permanece casi normal. La absorción a través del intestino se acelera, en un intento por cubrir la demanda de hierro relativamente aumentada, pero esto no se manifiesta en pruebas de laboratorio ni por síntomas del paciente, y el individuo parece sano. Sin embargo, si el balance negativo continua, aparecen los cuadros de depleción férrica.<sup>3</sup>

## **Estadio 1**

El estadio 1 de la ferropenia se caracteriza por una depleción progresiva de hierro de los depósitos.

La reserva de hierro del cuerpo es suficiente para mantener los compartimientos de transporte y funciona a lo largo de esta fase, de manera que el desarrollo de los eritrocitos es normal. No hay evidencia alguna de deficiencia de hierro en el extendido de sangre periférica y los pacientes no presentan síntomas de anemia. Los niveles de ferritina se encuentran disminuidos, lo que indica un descenso en el hierro almacenado, que también podría detectarse con tinción férrica de la médula ósea. Sin embargo, al no haber evidencias de anemia, no hay indicaciones para realizar estas pruebas.<sup>24</sup>

## **Estadio 2**

El estadio 2 de la ferropenia se define por la depleción del compartimiento de depósito de hierro.

Mientras se utiliza el hierro disponible en el compartimiento de transporte la producción de eritrocitos continua normal. La anemia, sobre la base de los valores de hemoglobina pudo empezar a descender. Pueden empezar a afectarse otros tejidos dependientes del hierro, como los músculos, aunque los síntomas pueden ser inespecíficos. El nivel de ferritina es bajo, así como el hierro en suero, pero la transferrina aumenta. La protoporfirinaeritrocitaria libre, la porfirina en la que ingresa el hierro para formar el heme, empieza a acumularse. Los receptores de transferrina aumentan en la superficie de las células de privadas de hierro, porque intentan captar tanto hierro disponible como sea posible. Estos receptores también se liberan hacia el plasma y sus niveles aumentan de manera perceptible en el estadio 2. La tinción con azul de Prusia de la médula en este estadio muestra ausencia de depósitos de hierro y la eritropoyesis deficiente de hierro es evidente.<sup>24</sup>

### Estadio 3

El estadio 3 de ferropenia, es la anemia franca. La hemoglobina y el hematocrito están bajos en relación con los valores de referencia. Ante la depleción completa del hierro de los depósitos y la disminución del hierro de transporte, los eritrocitos no pueden desarrollarse con normalidad. El número de divisiones celulares por precursor aumenta, en un intento de mantener la capacidad de transportar oxígeno.

El resultado inicial es la presencia de células de menor tamaño, con una concentración de hemoglobina adecuada, aunque por último ni siquiera estas células pequeñas pueden llenarse de hemoglobina y son microcíticas e hipocrómica. Como es de esperar, los niveles de ferritina son muy bajos, el hierro también se encuentra bajo, la transferrina elevada y la saturación de transferrina descendida.<sup>24</sup>

En ésta fase los pacientes experimentan los síntomas inespecíficos de la anemia, en los casos típicos fatiga y debilidad, sobre todo con el ejercicio. La palidez es evidente en los individuos de piel clara, pero también puede notarse en las conjuntivas, las mucosas o los pliegues palmares de los sujetos de piel oscura. En la actualidad a veces se observa signos más graves como dolor en la lengua (glositis) por deficiencia de hierro en las células de proliferación rápida del tubo digestivo y fisuras inflamadas en los ángulos de la boca (queilitis angular) y si la deficiencia es de larga evolución puede verse coiloniquia (uñas en cuchara).<sup>24</sup>

De esa descripción surge con claridad que muchos individuos pueden tener deficiencia de hierro y parecer sanos. Hasta muy avanzado el estadio 2, pueden no presentar síntoma alguno y por lo tanto es improbable que soliciten atención médica. Incluso en el estadio 3 los pacientes francamente anémicos pueden no solicitar atención médica porque el organismo puede compensar de manera notable la anemia de desarrollo lento. Además, debido a que las pruebas de detección sistemática incluidas en el hemograma completo no se alteran hasta muy avanzado el estadio 2 o hasta el comienzo del estadio 3, en la mayoría de los pacientes el diagnóstico se establece relativamente tarde en la evolución de la depleción de hierro.<sup>24</sup>

### Epidemiología

Algunos grupos son más propensos a desarrollar anemia ferropénica. Las mujeres en edad fértil tienen riesgo en especial elevado. Su pérdida mensual de sangre aumenta los requerimientos basales de hierro, que la dieta estándar no suele cubrir. En el caso de las adolescentes, esto se complica por el aumento de los requerimientos de hierro asociados con el crecimiento. Si no hay una reposición adecuada, en el embarazo y la lactancia se puede producir una pérdida de casi 900 mg de hierro, lo que depleción aún más los depósitos en la mujer de edad fértil. Los embarazos posteriores también pueden exacerbar el problema, y provocar anemia en el feto.<sup>24</sup>

Los niños en crecimiento también tienen riesgo alto. El aumento de los requerimientos de hierro mientras el niño crece puede acompañarse de déficit nutricional. La leche de vaca no es una buena fuente de hierro y los lactantes necesitan formulas con suplementos hasta los 6 meses, cuando sus reservas fetales se agotan. Esto presupone que se pudieran establecer reservas adecuadas in útero. Aunque la leche materna tiene más hierro que la de vaca, no es una fuente estable. El agregado de un suplemento de hierro también se recomienda para los lactantes alimentados a pecho después de los 6 meses de edad.

La deficiencia de hierro es relativamente rara en los hombres adultos y las mujeres posmenopáusicas, porque el cuerpo conserva y estos grupos solo pierden alrededor de 1 mg / día. Si la dieta es adecuada en estos dos grupos deben sospecharse de enfermedades gastrointestinales, como úlceras, tumores o hemorroides, en los pacientes con deficiencia de hierro. La ingestión regular de aspirina puede producir gastritis y hemorragia crónica, así como el alcohol. Sin embargo, los individuos mayores, en particular los que viven solos, pueden no tener una dieta equilibrada y puede ser un déficit nutricional puro en los ancianos. En algunos sujetos mayores la pérdida de acidez gástrica con la edad puede alterar la absorción de hierro.<sup>24</sup>

La ferropenia se asocia con la infección de uncinarias (*Necator americanus* y *Ancylostomoduodenale*) porque los vermes se adhieren a la pared intestinal y literalmente chupan la sangre de los vasos. Los soldados y los corredores de largas distancias también pueden desarrollar ferropenia.

La “anemia de la marcha” se produce cuando los eritrocitos se hemolizan por el traumatismo de los golpes reiterados en los pies y el hierro se pierde como hemoglobina por la orina. La cantidad perdida por orina puede no ser macroscópica.<sup>24</sup>

### **Signos y Síntomas**

Los síntomas comunes de la anemia incluyen fatiga, letargo, debilidad, falta de concentración y deterioro de la función inmunológica. La fatiga se presenta, además, porque el hierro es necesario para producir las cantidades adecuadas de ATP, la fuente de energía que utiliza el cuerpo.

Otro síntoma de la anemia, llamado pica, es el deseo de comer cosas poco comunes, como hielo, barro, cartón, pintura o almidón. En casos avanzados, la anemia puede producir mareos, dolores de cabeza, zumbido en los oídos (tinnitus), irritabilidad, palidez, sensaciones desagradables en las piernas con la urgencia incontrolable de moverlas (síndrome de piernas inquietas), aceleración de la frecuencia cardíaca (taquicardia) dolor o inflamación de la lengua, esplenomegalia, palidez en los labios y en la piel.<sup>28</sup>

### **Consecuencias desencadenantes**

- Descenso de la presión sanguínea.
- Disminución de los glóbulos rojos en la sangre.
- Insuficiente oxigenación de los tejidos (hipoxia tisular).
- Hemorragias gastrointestinales o cerebrales
- Interrupción de la menstruación.<sup>27</sup>

## Diagnóstico de laboratorio

Aunque los primeros estadios de la deficiencia de hierro pueden detectarse por pruebas sofisticadas, éstas por lo general no se hacen, a menos que el individuo pertenezca a un grupo de alto riesgo como las embarazadas.

Las pruebas pueden agruparse en tres categorías generales: de rutina, diagnósticas y especializadas.<sup>24</sup>

### a) Pruebas de rutina

Una vez que se establece la eritropoyesis ferropénica, el historial clínico empezara a mostrar evidencias de microcitosis e hipocromía. El cuadro clásico de la anemia ferropénica implica una disminución de la hemoglobina. Es de esperar un índice de amplitud eritrocitaria mayor al 15% que puede preceder a la caída real de la hemoglobina. A medida que la hemoglobina disminuye, la microcitosis y la hipocromía se hacen más pronunciadas, con valores progresivamente descendentes del volumen corpuscular medio, la hemoglobina corpuscular media y la concentración de hemoglobina corpuscular media.

El recuento eritrocitario por ultimo disminuye, así como el hematocrito. Un recuento de reticulocitos confirmará una disminución de la tasa de eritropoyesis eficaz, además de la anisocitosis, puede haber poiquilocitosis, incluidas algunas células en diana, aunque ninguna forma en particular es característica o predominante.<sup>24</sup>

### b) Pruebas diagnósticas

Los estudios del hierro aún son el fundamento del diagnóstico de ferropenia. Entre ellos se incluyen las pruebas de hierro sérico, transferrina, saturación de transferrina y ferritina. El hierro sérico se mide liberando el hierro de la transferrina mediante un ácido, para formar a continuación un complejo coloreado mensurable.

Una muestra de suero se satura con hierro para ocupar todos los sitios de unión de la transferrina. Se elimina el exceso de hierro, se libera el hierro de la transferrina con un ácido y se mide con ferrozina. Debido a que cada molécula de transferrina puede llevar dos moléculas de hierro, la prueba mide de manera confiable la capacidad de saturación del suero en microgramos de hierro por decilitro, la saturación de hierro puede calcularse gracias a una operación matemática.

En realidad, la ferritina no es una proteína extracelular, sino que actúa como un depósito intracelular para el hierro metabólicamente activo. Sin embargo, por lo general la ferritina se encuentra en el suero sin hierro unido. Los niveles séricos reflejan la cantidad de hierro almacenado dentro de las células, por lo general la ferritina sérica es un buen sustituto de la tinción para hierro de la medula ósea.

Estas pruebas se usan en conjunto para evaluar el nivel de hierro en un individuo determinado.<sup>24</sup>

### c) Pruebas especializadas

Aunque no suelen usarse para el diagnóstico de la ferropenia, otras pruebas detectan anomalías que son importantes para el diagnóstico diferencial de cuadros similares. Se trata de los exámenes para evaluar los precursores porfirina acumulados del heme.



La evaluación de la médula ósea no está indicada para la sospecha de ferropenia no complicada. En lugar de ello, una prueba terapéutica con hierro ofrece una evaluación diagnóstica menos invasiva y más barata. Sin embargo, si el diagnóstico es complicado o si las otras pruebas son dudosas, puede realizarse una biopsia de médula ósea.

Con las tinciones de rutina revelará hiperplasia al comienzo de la enfermedad con una proporción mieloide-eritroide reducida, debido a la reducción de la eritropoyesis. A medida que la enfermedad avanza, la hiperplasia disminuye y la deficiencia marcada de hierro conduce al retardo en la producción de eritrocitos, esto nos permite determinar la presencia de anemia ferropénica.<sup>24</sup>

### **Tratamiento para contrarrestar la Anemia Ferropénica**

La primera medida terapéutica para la deficiencia de hierro es tratar la causa subyacente, como uncinarias, tumores o úlceras.

Luego, como sucede con el déficit nutricional simple o el aumento de la demanda, es necesario el agregado de un suplemento dietético para reponer los depósitos de hierro del organismo. Los suplementos orales de sulfato ferroso constituyen la prescripción estándar. Estos suplementos deben tomarse con el estómago vacío, para aumentar al máximo su absorción. Sin embargo, muchos pacientes sufren efectos colaterales como náuseas, estreñimiento, que llevan al escaso cumplimiento del tratamiento.

Por lo tanto, es importante la vigilancia del profesional de la salud para asegurarse de que los pacientes completen el esquema de reposición de hierro, que suele durar 6 meses o más. En casos raros en el que la absorción intestinal de hierro está alterada, como sucede en la aclorhidria gástrica, puede optarse por la administración parenteral de dextranos de hierro, aunque los efectos colaterales de ese tratamiento son notables. Los riesgos de las transfusiones sanguíneas rara vez justifican la corrección de una deficiencia de hierro no complicada con este método, a menos que la hemoglobina del paciente haya llegado a niveles peligrosamente bajos.<sup>24</sup>

### **Respuesta al tratamiento**

Si el tratamiento es óptimo, los efectos son evidentes con rapidez. El recuento de eritrocitos empieza a subir dentro de los 5 a 10 días. El aumento es esperado de la hemoglobina aparecerá en 2 a 3 semanas y debe alcanzar el nivel normal para ese individuo alrededor de 2 meses después de iniciado el tratamiento adecuado.

El extendido de sangre y los índices hematimétricos reflejarán una población de células deficientes de hierro durante varios meses, pero lentamente predominará la población celular normal. El tratamiento con hierro debe continuar durante 3 a 4 meses para reponer el compartimiento de depósito y evitar una recidiva.

Si el paciente cumple el tratamiento, la falta de respuesta indica la necesidad de realizar más pruebas. El individuo puede tener deficiencia de hierro, pero sufrir una pérdida oculta continua de sangre o absorción inadecuada. Como alternativa deben considerarse las causas de anemia hipocrómica, microcítica no relacionadas con la deficiencia de hierro, como la talasemia.<sup>29</sup>

## Otros estudios relacionados con el tema

Dentro de los trabajos realizados con la finalidad de poder establecer una base informativa para el inicio de programas específicos dirigidos a los grupos de mayor riesgo, en pos de ofrecer mejores condiciones a las mujeres que se encuentran en la etapa de gestación, se realizó en Cuba un estudio analítico de corte transversal en 150 embarazadas escogidas al azar del área urbana del municipio de Cienfuegos (Cuba), con el objetivo de determinar la relación entre la presencia de anemia y la incidencia que provocan las variables socio-demográficas, historia obstétrica y hábitos nutricionales. Obteniendo información de fuente primaria por una entrevista realizada a la población en estudio, para recoger la información y además realizar las determinaciones de laboratorio dirigidas a detectar la existencia de anemia ferropénica. Demostrando el estudio que la anemia ferropénica fue más frecuente en la población mayor de 30 años, en las evaluadas con bajo peso, en quienes tenían un período ínter genésico menor de 2 años y quienes presentaron un mayor número de embarazos y abortos, siendo que los resultados obtenidos fueron en correspondencia con la bibliografía referida para esta enfermedad.<sup>31</sup>

## Estudios y estrategias realizados en Bolivia para prevención de la anemia ferropénica

Desde junio de 1999 en el marco del Programa Integrado de Prevención y Control de las Anemias Nutricionales y mediante Decreto Supremo 24420 de noviembre de 1996, se estableció que “la harina de trigo de consumo nacional deberá ser fortificada con hierro y folato”, y delega a las Secretarías Nacionales de Salud y de Industria y Comercio la emisión del reglamento técnico (Resolución Biministerial N° 008/97), y en IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad), la elaboración de la norma nacional de control de calidad. Se establece además, que toda harina que ingrese en el país importada o como donación deberá ser fortificada de acuerdo a normas.

En el Reglamento Técnico se precisa como nutrientes en la composición de la premezcla: B1, B2, Niacina, Folato y Hierro.

Para la fortificación de alimentos con hierro en Bolivia se tomaron en cuenta los hábitos de consumo de la población, se hizo un cálculo de la demanda de harina de trigo y se midió el nivel de consumo de sus derivados (pan y fideos) en algunas regiones, calculándose un consumo promedio de 40 Kg./habitante/año, 110 a 130 gr./día (1995), lo que de acuerdo a la biodisponibilidad del compuesto de hierro utilizado, se esperaba lograr un aporte promedio de 6,2 mg de hierro, esto corresponde aproximadamente a un 60% de las recomendaciones promedio para la población en general.

Posteriormente, el 13 de abril de 2005 mediante Ley N° 3022 se establece “con carácter obligatorio la inclusión de Ácido Fólico en todas las harinas fabricadas y comercializadas en el país, con el propósito de prevenir el nacimiento de niños con malformaciones congénitas tales como defectos del tubo neural, abortos, partos prematuros y peso bajo al nacer”.

En la actualidad la fortificación de harina de trigo forma parte del Programa Nacional de Fortificación de Alimentos que está inmerso en el Programa Desnutrición Cero que persigue reducir la prevalencia de anemias en el país en un 50% hasta el 2010.

Dentro de las nuevas medidas asumidas por el gobierno actual está en proceso de cambio de la premezcla para la fortificación de la harina con fumarato ferroso, cuyas ventajas son:

El fumarato ferroso tiene mayor estabilidad de homogenización en el producto fortificado, frente al hierro reducido y electrolítico, que por efectos de gravedad provoca lo que se denomina precipitación o sedimentación de partículas, lo que ocasiona heterogeneidad de la mezcla.

El fumarato ferroso se constituye en un compuesto quelatado ya que la sal de ácido fumárico en forma de fumarato se adhiere al Ion metálico para constituir un Ion quelato.

Compuesto de por si orgánico que cuando es ingerido por el organismo es plenamente asimilado, ahí es que se deduce que la biodisponibilidad de este compuesto es mejor que la biodisponibilidad de compuestos de naturaleza inorgánica, tal el caso del Ion hierro reducido.

Está en proceso de conclusión del Anteproyecto de la nueva Norma Boliviana 680 (harina de trigo fortificado).

En Bolivia a inicios del año 2006, la Sra. Ministra de Salud y Deportes la Dra. Nila Heredia, propuso al país la meta “Desnutrición Cero”, reconociendo la grave problemática nutricional de los niños, niñas y embarazadas y la necesidad de implementar acciones urgentes, eficaces y coordinadas. De ésta manera lanzó un enorme desafío al sector salud y a otros sectores que tienen que ver con los determinantes de la desnutrición. La siguiente tabla resume algunos indicadores que muestran la problemática nutricional de los niños, niñas y embarazadas.

**Tabla 3.2** Magnitud de la Desnutrición y Anemia en Menores de 5 años, Mujeres en Edad Fértil y Embarazadas

Indicador	Prevalencia (%)	
Desnutrición global en menores de 5 años	8.3	5.2 % (a)
Desnutrición aguda en menores de 5 años	2.2	1.7 % (a)
Desnutrición en mujeres en edad fértil	2.4	
Desnutrición en embarazadas	12	
Anemia en niños menores de 2 años (grados leve, moderado y severo)	70.4	
Anemia en niños menores de 5 años (grados leve, moderado y severo)	55	
Anemia en mujeres en edad fértil	37.1	
Anemia en mujeres embarazadas	39	
Anemia en mujeres en período de lactancia	42.4	

Se estudiaron a 52 mujeres en edad fértil en el departamento de Santa Cruz, en el centro de salud San Javier de la localidad del mismo nombre, con el objetivo de conocer la prevalencia de anemia ferropénica. Se pudo obtener resultados que reflejaron que el 27,3 % de las mujeres gestantes presentaban anemia siendo la causa fundamental la deficiencia de hierro.

Siendo que el promedio de los días de duración de la menstruación fuese más alto en las mujeres con menores reservas de hierro. Además se encontró una alta frecuencia de déficit de folato eritrocitario. Se observaron además valores bajos de hemoglobina en el grupo de las mujeres que se encontraban en el tercer periodo de gestación, encontrándose una relación directa con los parámetros del hierro.<sup>10</sup>

En otro trabajo realizado se incluyeron a 91 gestantes supuestamente sanas, con edades comprendidas entre 20 y 33 años, las que se dividieron en 2 grupos: grupo I con IMC < 19,8 y grupo II con IMC <sup>3</sup> 19,8. Se hicieron determinaciones de hemoglobina, hierro sérico, capacidad total de fijación de hierro y porcentaje de saturación de la transferrina.

Se evaluó la ingestión de alimentos mediante una encuesta de recordatorio de 24 hr. No se encontró diferencias significativas entre los valores medios de los indicadores Bioquímicos en los dos grupos. El 35,1 % del total de las mujeres comenzó su embarazo con niveles de hemoglobina menores que 11.0g/dl y el 22,9 % mostró concentraciones de hierro sérico por debajo de 13  $\mu$ mol/L.

Los porcentajes de adecuación de la ingesta energética para los grupos I y II y de la ingesta proteica para el grupo II fueron menores de lo recomendado. Situaciones similares se presentaron con respecto al hierro, ácido fólico, vitamina C y vitamina A. Todas las embarazadas tuvieron una ingesta de hierro inferior a la cantidad recomendada. Se concluyó que no hubo diferencias significativas en las variables bioquímicas y dietéticas estudiadas en los dos grupos.<sup>10</sup>

En el departamento de Chuquisaca, en el municipio de Sucre tras estudios realizados en pacientes embarazadas se pudo apreciar que el 72% (primer y tercer trimestre) de la población en estudio presentaba anemia ferropénica y el 28% (segundo trimestre) se mantenía relativamente normal durante el embarazo. El 32% de la población que pertenece al primer trimestre del embarazo presentaba un hematocrito comprendido entre 30% – 40% y un valor de hemoglobina comprendida entre 9 – 14 g/dl. Que correspondería a una anemia leve.

En el 28% de la población en estudio demostraron que los niveles de hematocrito y hemoglobina se encontraron dentro de rangos normales, mientras que el 40% de las pacientes en estudio que pertenecen al tercer trimestre de embarazo presentaron anemia ferropénica moderada-severa con un hematocrito entre (28 – 40%) y hemoglobina entre (7 – 13 g/dl.)

Se pudo evidenciar la realización de un trabajo sobre la valoración de hierro, capacidad de fijación de hierro y transferrina en embarazadas que acudieron al hospital Gineco-Obstetrico y San Pedro Claver en el departamento de Chuquisaca, donde de un total de 171 muestras procesadas el 50.9% presentaron valores de Hierro dentro de los rangos normales, mientras que un 31,6% se encontraron por debajo de valores normales y un 17.5% se ubicaron por encima de los valores normales. A su vez se determinó la capacidad total de fijación de hierro en un total de 171 muestras procesadas donde el 51.5% presentaron valores de capacidad total de fijación de hierro dentro de los rangos normales, mientras que el 7.0% se encontraron por debajo de estos valores y 41.5% se ubican por encima de los límites. Además fueron medidos los valores de transferrina en un total de 171 muestras procesadas donde el 80.1% presentaron valores de transferrina normales, mientras que 8.2% se encontraron por debajo de estos valores y 11.7% se ubicaron por encima de los límites.

Los valores de hierro obtenidos reflejaron deficiencia de Hierro en el 31.6 % de las embarazadas, confirmándose con los valores obtenidos de capacidad total de fijación de hierro y transferrina.<sup>10</sup>

### **3.6 Marco operativo**

El presente estudio es descriptivo; transversal y observacional ya que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades más importantes de una persona comunidad o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Por lo tanto tiene la misión de describir las características de la anemia ferropénica en embarazadas que asisten al centro de salud San Roque, como también determinara la relación que existe entre algunas variables en el momento de la investigación. Transversal por haber desarrollado en un momento determinado (2 meses) y analítico por la aplicación de pruebas para la determinación de hemoglobina, microhematocrito, hierro sérico, transferrina y porcentaje de saturación de transferrina.

## **Toma de muestra**

La zona de elección para la punción venosa fue en la vena mediana cubital y cefálica, lugar en el que se realizó la asepsia con alcohol. Se colocó un torniquete 5 cm. por encima del sitio de punción, de modo que pudo quitarse con facilidad, el cual no se debió ajustar con exceso. La paciente debió abrir y cerrar el puño varias veces (7 veces) y finalmente cerrarlo con fuerza. Antes de realizar la punción, se llevó hacia atrás el émbolo de la jeringa para verificar la permeabilidad de la aguja. Y se procedió a realizar la extracción con mucho cuidado, teniendo.<sup>3</sup>

Una vez obtenida la muestra se trasvasó 3 ml de sangre al tubo de hemólisis que contenía anticoagulante EDTA en una cantidad de 1gt por cada 3 ml de sangre. Siendo vaciada la sangre por las paredes del tubo de centrifuga, evitando la hemólisis de los eritrocitos

Los restantes 2 ml contenidos en la jeringa, fueron transferidos a un tubo de centrifuga siendo vaciada la sangre por las paredes del tubo de centrifuga, evitando la hemólisis de los eritrocitos.<sup>5</sup>

## **Microhematocrito**

### **Técnica**

Se trabajó con muestra venosa, que debió ser mezclada por inversión de 10 a 20 veces antes de proceder con la técnica. Se llenó el tubo capilar sin heparina por acción capilar, hasta aproximadamente 1 cm antes de su extremo opuesto. Este procedimiento se realizó por duplicado, previamente debió ser rotulado el tubo capilar con la numeración que correspondía a la paciente.

El extremo vacío del tubo capilar fue cerrado con plastilina y se colocó el tubo capilar en un soporte en posición vertical.

Los tubos llenos se colocaron en los surcos radiales de la plataforma de la microcentrífuga, situando el extremo cerrado o sellado opuesto al centro de la plataforma. Se realizó la centrifugación por 5 min a 10.000 G (r. p. m.)<sup>5</sup>

### **Control de calidad y Validación del método**

Para el control de calidad se realizó la determinación del microhematocrito en tubos capilares por duplicado, empleando la el mismo equipo de centrifugación y se realizó la relectura de 10 capilares, tomados al azar para corroborar los resultados obtenidos previamente.<sup>5</sup>

### **Valores de referencia**

Los valores de referencia comprendidos para éste estudio fueron: de 38% a 47%.<sup>5</sup>

### **Cálculo de resultados**

Después de la centrifugación se leyó la proporción del volumen ocupado por el paquete globular, mediante el ábaco lector de microhematocrito, que nos expresará directamente en una escala, el porcentaje del paquete globular agrupado, sin necesidad de efectuar cálculo alguno. Para ello se alineó la base de la columna del tubo capilar con el lector, restando el volumen de la plastilina que se encontraba sellando el tubo capilar por la parte inferior del mismo y el fondo del menisco del plasma encontrándose en el extremo superior, con el 100% de la escala del ábaco.<sup>5</sup>

## Hemoglobina

### Técnica

Se homogenizó perfectamente la muestra, antes de usarla.

En tubos de ensayo o cubetas debidamente rotulados con los números correspondiente de la paciente se colocó 5 ml. del reactivo de Drabkin, a uno de los recipientes se marcó como blanco (B) ya que éste, contenía sólo el reactivo y el otro como estándar (St), conteniendo la solución estándar de Drabkin que viene adjunto al kit.

Con la pipeta de Sahli (adosada a la cánula de succión) se agregó 20  $\mu$ l de la muestra, limpiando la parte externa con papel absorbente se introdujo a los tubos de ensayo previamente rotulados, luego se depositó la muestra y se procedió a enjuagar 3 veces mínimamente con el propio reactivo mediante succión y empuje hasta la medida de 05 con la misma pipeta de toma, de manera que se mezcló la muestra sanguínea con el reactivo de Drabkin. Luego se dejó en reposo por tres minutos, se leyó en espectrofotómetro (540nm) la densidad óptica (D.O) de los desconocidos, que se comparó con la (D.O) del estándar en la curva de calibración, que a posterior nos permitió la determinación de la concentración de hemoglobina por interpolación. Llevando el aparato a cero con el blanco de reactivo (B).

### Control de calidad y Validación del método

Para el control de calidad interno se determinó las absorbanciasperiódicas del estándar, insertando entre las muestras analizadasy realizando la determinación idéntica a las muestras de las pacientes, con los datos obtenidos de las absorbancias del estándar se determinó la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación, con la finalidad de verificar si al ejecutar la serie analítica se presentaron variaciones en el procedimiento, ésto gracias a la representación gráficode las absorbancias obtenidas además de representar los limites de alerta y limites de errores aceptables.

Con ésta curva de control de calidad, se hizo el seguimiento periódico de la calidad de nuestro reactivo. Como control externo se realizó la determinación de muestras escogidas al azar mediante el uso del contador hematológico automatizado del hospital Maternológico Jaime Sánchez Porcel.

Se verificó la linealidad del método con el uso del estándar de Hemoglobina con una concentración de 14,5 g/dl (IHR Diagnostica Lote # 02939),

Para ello se alistó 4 tubos: I (con 15 ml. de reactivo de Drabkin) y II (con 10 ml. de reactivo de Drabkin) el III (con 5 ml.de reactivo de Drabkin) y el IV (con 2.5 ml.de reactivo de Drabkin) luego se midió 20  $\mu$ l de Standard con una micropipeta limpia y seca, limpiando cuidadosamente el extremo se transfirió a todos los tubosy se mezcló por inversión. Se inició la lectura a 540 nm un tubo que contiene solo reactivo y se ajustó a cero la absorbancia del instrumento (100% de transmitancia), a continuación se leyeron todos los tubos.

La relación entre los valores de absorbancia obtenidos y los correspondientes de concentración de hemoglobina se representaron en una gráfica situando en las ordenadas los valores de absorbancia y en las abscisas los de la concentración de hemoglobina.

Se confirmó el performance (prospecto adjunto al kit) y la calidad de nuestro reactivo, observando que el método fue lineal hasta los 25g/dl de concentración de Hemoglobina.

## Cálculo de resultados

Hb g/dl = Desconocido X factor

Factor = Stándart g/dl /Densidad Óptica Stándart.

## Valores de referencia

Mujeres 11,7 a 15,7 g/dl <sup>5</sup>

## Hierro Sérico

### Técnica

Para la aplicación de la técnica se usó tres cubetas enumerándolas primero como 1 (blanco) 2 (estándar) 3 (desconocido), luego se añadió 2ml de la solución Buffer a las tres cubetas, posteriormente agua destilada 500ul. Solo a la cubeta No 1, 500ul del estándar a la cubeta No 2, y 500ul del suero desconocido a la cubeta No 3.

Se mezcló y luego se midió la absorbancia a las tres cubetas a 560nm. Llevando a cero con agua. Y se procedió a leer la absorbancia. Y después de la lectura se procedió a añadir 1 gota del reactivo de color PBTS a las tres cubetas, se mezcló y procedió nuevamente a medir la absorbancia a 560nm. Entre 6 y 20 minutos después, llevando a cero el equipo con agua. <sup>18</sup>

## Cálculo de resultados

Se corrigió las lecturas de Estándar y D, restándoles los Blancos correspondientes:

Stándart – Blanco = Stándart corregido

Desconocido – (Blanco + Blanco de Suero) = Desconocido corregido

Fe (ug/dl)= Desconocido corregido X factor

Dónde: factor = 100 ug dl/ Stándart corregido. <sup>18</sup>

## Control de calidad, Validación del método

Para el control de calidad interno se determinó las absorvancias periódicas del suero control normal de la línea de Winner(Standatrol) con número de lote034680 (Exp.: 2012/03), insertándolo entre las muestras por analizar y realizando la determinación idéntica a las muestras de las pacientes, con los datos obtenidos de las absorvancias del suero control normal de la línea de Winner (Standatrol) con número de lote 034680 (Exp.: 2012/03)se determinó la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación, con la finalidad de verificar si al ejecutar la serie analítica se presentaron variaciones en el procedimiento, ésto gracias a la representación gráfica de las absorvancias obtenidas además de representar los limites de alerta y limites de errores aceptables (ver anexo). Con ésta curva de control de calidad, se hizo el seguimiento periódico de la calidad de nuestro reactivo.

Se verificó la linealidad del método con el uso del stándart de hierro sérico (FerColorAA de Winner), para ello se utilizaron 6 tubos de hemolisis, se añadió 2ml de la solución Buffer a todos los tubos, al primer tubo se coloco 1ml del St (100 ug/dl), al segundo tubo se coloco 2 ml del St (200 ug/dl), al tercer tubo se coloco 3ml del St (300 ug/dl), al cuarto tubo se coloco 4ml del St (400 ug/dl)a diferentes concentraciones, al quinto tubo se coloco 5ml del St (500 ug/dl), al sexto tubo se coloco 6ml del St (600 ug/dl). Se mezcló y luego se midió la absorbancia delos 6 tubos a 560 nm.

Llevando a cero con agua. Y se procedió a leer la absorbancia. Y después de la lectura se procedió a añadir 1 gota del reactivo de color PBTS a los tubos, se mezcló y procedió nuevamente a medir la absorbancia a 560nm. Entre 6 y 20 minutos después, llevando a cero el equipo con agua.<sup>18</sup>

Confirmando el performance (prospecto adjunto al kit) y la calidad de nuestro reactivo, observando que el método fue lineal hasta los 500 ug/dl de concentración de hierro sérico.

### **Cuidados con el reactivo**

Valores de blanco aceptables: la determinación de oligoelementos implica prevenir celosamente las posibilidades de contaminaciones con el agua y los reactivos. El blanco de reactivo ejecutado de acuerdo a lo anteriormente mencionado, no debió ser superior a 0,150 D.O. debiendo ser además, despreciable la contribución del agua en dicho blanco. Para controlar este último se realizó la una lectura del blanco de reactivo (2 ml de Buffer/Reductor + 0,5 ml de agua + 1 gota de PBTS) contra un Blanco de Buffer.<sup>18</sup>

### **Linealidad del método**

La reacción fue lineal hasta los 500 ug/dl.

### **Valores de referencia**

Mujeres: 50 a 170 ug/dl

### **Transferrina**

#### **Técnica**

En un tubo de hemolisis se colocó 500ul de suero y 500ul de Solución saturante. Se mezcló y dejó reposar por 5 minutos a 37°C. Con el dosificador provisto se agregó el contenido de una medida al ras de absorbente. Se Tapó y agitó por 5 minutos a temperatura ambiente. La agitación debió ser vigorosa y en sentido longitudinal. Se Centrifugó 10 minutos a 4.000 r.p.m. hasta obtener un sobrenadante límpido o con la opalescencia propia del suero. Luego en tres cubetas enumerándolas primero como 1 (blanco) 2 (estándar) 3 (desconocido), luego se añadió 2ml de la solución Buffer a las tres cubetas, posteriormente agua destilada 500ul. Solo a la cubeta No 1, 500ul del estándar a la cubeta No 2, y 500ul del sobre nadante obtenido de la centrifugación previa a la cubeta No 3. Se mezcló y luego se midió la absorbancia de las cubetas a 560nm. Llevando a cero con agua.

Y después de la lectura se procedió a añadir 1 gota del reactivo de color PBTS a las cubetas, se mezcló y procedió nuevamente a medir la absorbancia a 560nm. Entre 6 y 20 minutos llevando a cero el equipo con agua.<sup>18</sup>

### **Cálculo de resultados**

Se corrigió las lecturas y se efectuó los cálculos de la misma manera que para el hierro sérico, multiplicando por dos el resultado final, por la dilución del suero.

Stándart – Blanco = Stándart corregido

Desconocido – (Blanco + Blanco de Suero) = Desconocido corregido



Fe (ug/dl)= Desconocido corregido X factor

Dónde: factor = 100 ug dl/ Stándart corregido. <sup>18</sup>

### **Valores de referencia**

Entre 250 – 400 ug/dl

### **Cuidados con el reactivo**

Valores de blanco aceptables: la determinación de oligoelementos implica prevenir celosamente las posibilidades de contaminaciones con el agua y los reactivos. El blanco de reactivo ejecutado de acuerdo a lo anteriormente mencionado, no debió ser superior a 0,150 D.O. debiendo ser además, despreciable la contribución del agua en dicho blanco.

Para controlar este último se realizó la una lectura del blanco de reactivo (2 ml de Buffer/Reductor + 0,5 ml de agua + 1 gota de PBTS) contra un Blanco de Buffer.

Por otra parte, si la lectura del Blanco de Buffer hubiera sido superior a 0.150 D.O. hubiera sido indicio de contaminación grosera de los reactivos, los cuales deberán desecharse, no encontrándose este indicio.

La agitación insuficiente hubiera producido valores falsamente aumentados de transferrina. Para lo cual se tomo todas las medidas adecuadas para evitar este error.

La concentración Fe<sup>3</sup> de la solución saturante es 10 veces mayor que la del Stándart. Por lo tanto, no debió medirse este reactivo con la misma micropipeta que se utilizó para el stándart y los desconocidos. Caso contrario se pueden introducir fuertes contaminantes que invalidarían los resultados. Además se utilizó para tal fin una pipeta de 1 ml. <sup>18</sup>

### **Porcentaje de saturación de transferrina**

#### **Cálculo de resultados**

Se aplicar la siguiente formula:

Hierro sérico

Saturación %= ----- X 100

Transferrina

#### **Valores de referencia**

Entre 20 – 55 % de saturación de transferrina. <sup>18</sup>

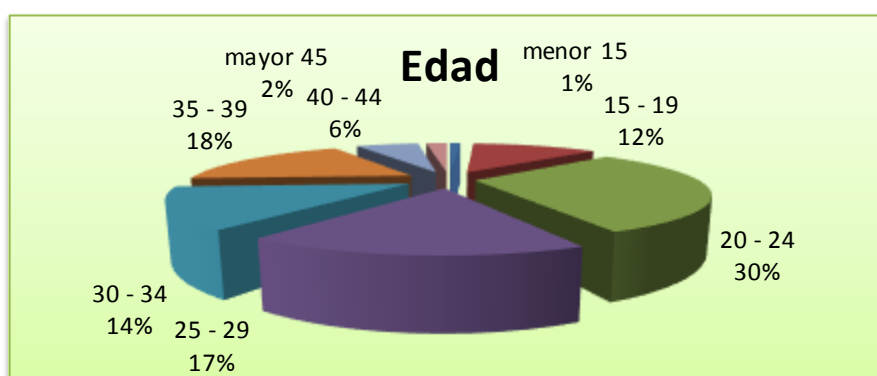
### 3.7 Resultados

#### Cuadros y graficos

**Tabla 3.3** Edad de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Edad	N° de embarazadas	$h_i$	$h_i\%$
Menor o igual a 15	1	0.011	1
15 - 19	11	0.117	11.7≈12
20 - 24	28	0.298	29.8 ≈30
25 - 29	16	0.170	17
30 - 34	13	0.138	13.8 ≈14
35 - 39	17	0.181	18
40 - 44	6	0.064	6
Mayor de 45	2	0.021	2
Total	94		100

**Grafico 3** Edad de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

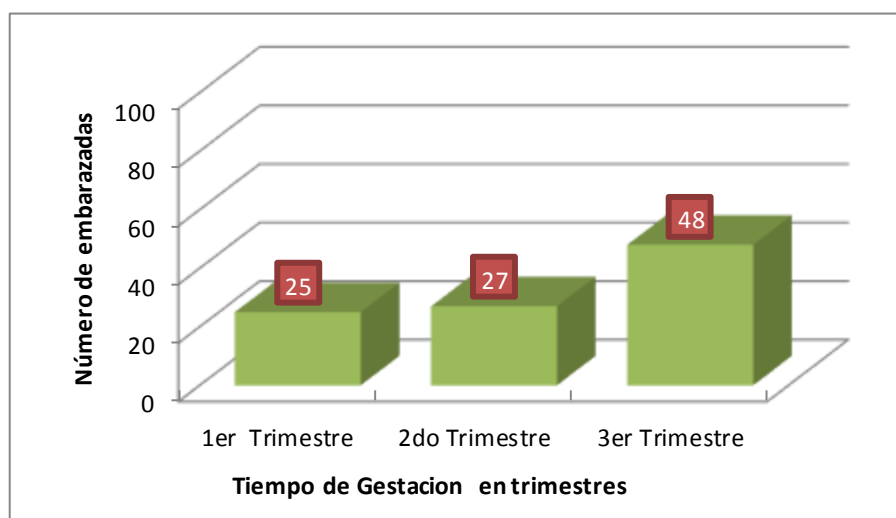


Las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: de 20 – 24 años de edad con el 30%; 35 – 39 años el 18%; 25 – 29 años son un 17%; 30 – 34 años el 14%; 15 – 19 años con un 12%; 40 – 44 años con un 6%; y las embarazadas mayores a 45 años representan un 2% y embarazadas menores de 15 años representan el 1%.

**Tabla 3.4** Tiempo de gestación de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Tiempo de gestacion	N° de embarazadas	$H_i$	$H_i\%$
1 <sup>er</sup> trimestre	24	0.255	25.5 ≈ 26
2 <sup>do</sup> trimestre	26	0.277	27.6 ≈ 27
3 <sup>er</sup> trimestre	44	0.468	46.8 ≈ 47
Total	94		100

**Grafico 3.1** Tiempo de gestación de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

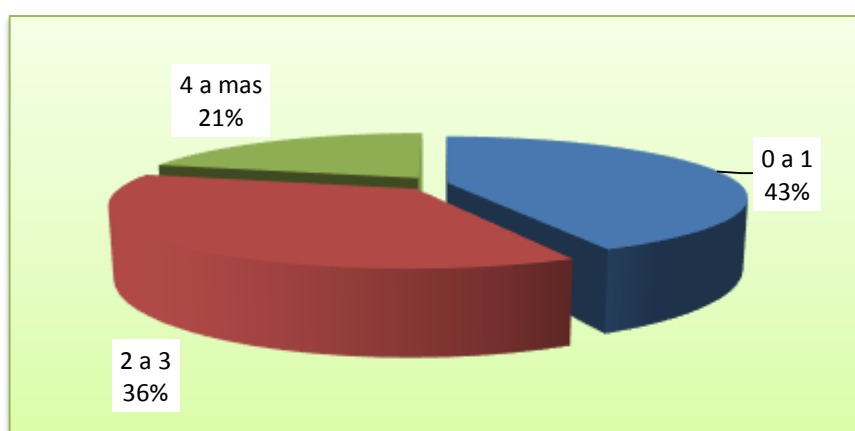


En cuanto al trimestre de gestación las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: el 48% corresponde a las embarazadas que cursan el 3<sup>er</sup> trimestre; el 27% aquellas que cursan el segundo trimestre; 25% aquellas embarazadas que cursan el primer trimestre.

**Tabla 3.5** Número de embarazos previos de gestantes que acudieron al Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Número de embarazos	Nº de gestantes	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
0 a 1	40	0.425	42.5 ≈ 43
2 a 3	34	0.361	36
4 a mas	20	0.212	21
Total	94		100

**Grafico 3.2** Número de embarazos previos de gestantes que acudieron al Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

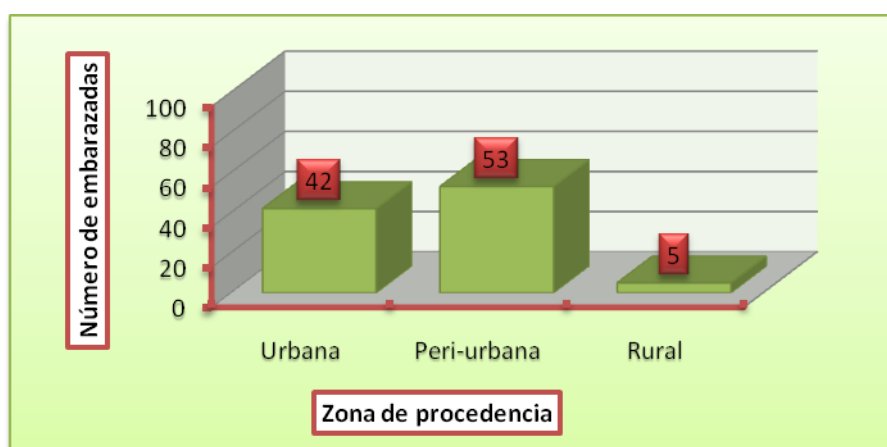


En cuanto a los embarazos previos, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 43% tuvo de 0 – 1 embarazos previos; un 36% tuvo de 2 – 4 embarazos previos, y aquellas que tuvieron más de 4 embarazos previos representan el 21%.

**Tabla 3.6** Zona de procedencia de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Zona de procedencia	Nº de embarazadas	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
Urbana	39	0.415	41.5 ≈ 42
Peri-urbana	50	0.532	53
Rural	5	0.053	5
Total	94		100

**Grafico 3.3** Zona de procedencia de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

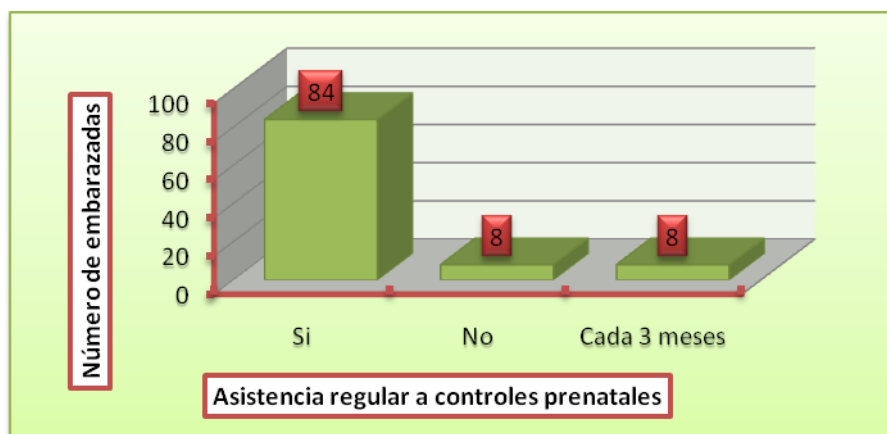


En cuanto a la zona de procedencia, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 53% proceden de la zona peri urbana; un 45% proceden de la zona urbana; y un 2% son de procedencia del área rural.

**Tabla 3.7** Asistencia regular a controles prenatales de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Asistencia regular a controles prenatales	Nº de embarazadas	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
Si	80	0.855	85.5 ≈ 86
No	7	0.074	7
Cada 3 meses	7	0.074	7
Total	94		100

**Grafico 3.4** Asistencia regular a controles prenatales de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

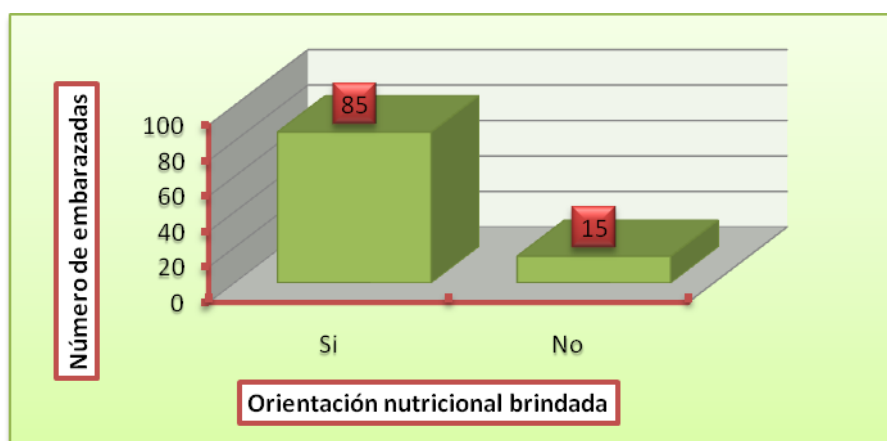


Con respecto a la asistencia regular a los controles prenatales las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 84% asiste regularmente a los controles prenatales; un 8% asiste cada tres meses y un 8% que no asistió a ninguna consulta prenatal previa.

**Tabla 3.8** Orientación nutricional brindada a las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Orientación nutricional brindada	Nº de embarazadas	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
Si	82	0.872	87
No	12	0.127	12.7 ≈ 13
Total	94		100

**Grafico 3.5** Orientación nutricional brindada a las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

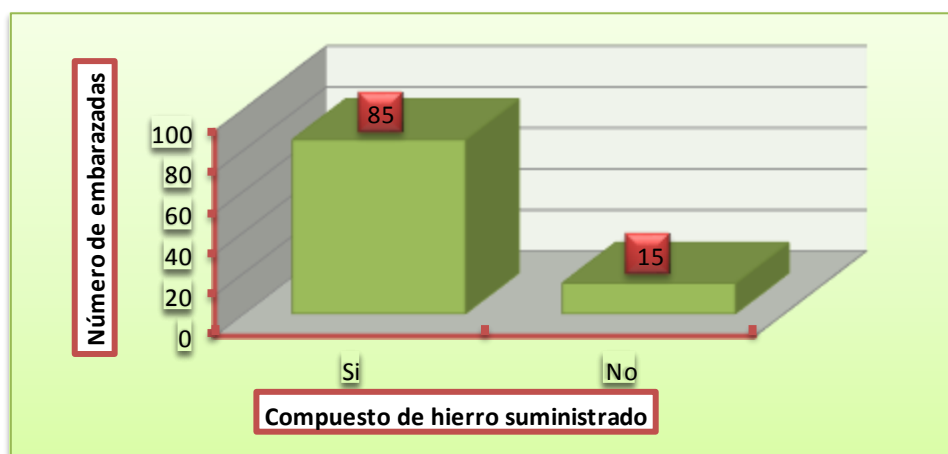


Con respecto a la orientación nutricional, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 85% de las embarazadas si recibió una orientación nutricional; mientras que un 15% no recibió orientación nutricional alguna.

**Tabla 3.9** Compuesto de hierro suministrado por el SUMI a las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Compuesto de hierro suministrado	Nº de embarazadas	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
Si	82	0.872	87
No	12	0.127	12.7 ≈ 13
Total	94		100

**Grafico 3.6** Compuesto de hierro suministrado por el SUMI a las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011.



Con respecto al compuesto de hierro suministrado, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 85% de las embarazadas recibió el compuesto de hierro suministrado; un 15% no recibió el compuesto de hierro suministrado.

**Tabla 3.10** Tiempo que tomó el compuesto de hierro suministrado por el SUMI a las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Tiempo	Nº de embarazadas	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
Un mes	39	0.475	47.5 ≈ 48
Dos meses	23	0.280	28
Tres meses	20	0.243	24
Total	82		100

**Grafico 3.7** Tiempo que tomó el compuesto de hierro suministrado por el SUMI a las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

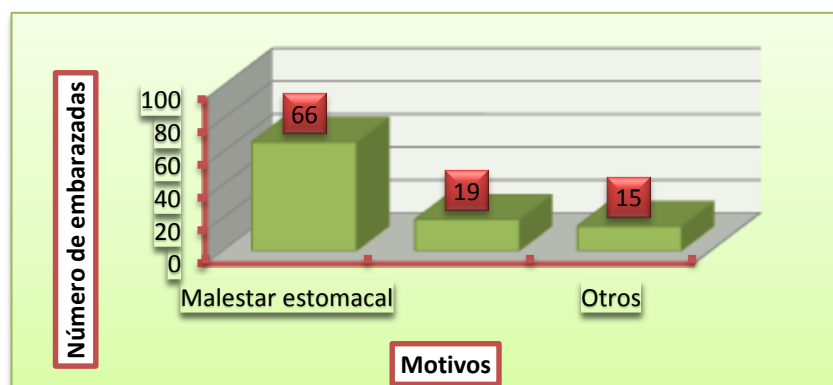


Con respecto al tiempo que tomaron el compuesto de hierro suministrado, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes datos: de un total de 82 embarazadas que recibieron el tratamiento de hierro, el 39% solo cumplió un mes con el tratamiento, el 18% cumplió dos meses con el tratamiento, mientras que un 14% cumplió con los tres meses el tratamiento de hierro.

**Tabla 3.11** Motivos por el que suspendió el consumo del compuesto de hierro, suministrado por el SUMI a las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Motivos	N° de embarazadas	$H_i$	$H_i\%$
Malestar estomacal	41	0.661	66
Estreñimiento	12	0.194	19
Otros	9	0.145	14.5 $\approx$ 15
Total	62		100

**Grafico 3.8** Motivos por el que suspendió el consumo del compuesto de hierro, suministrado por el SUMI a las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

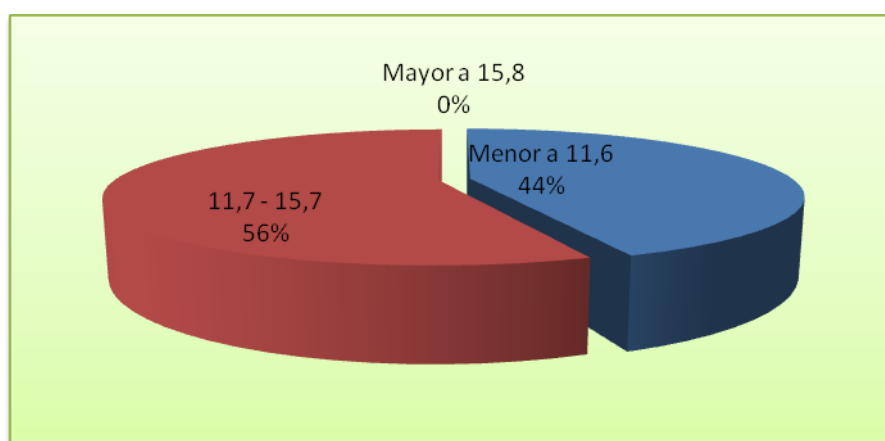


De un total de 62 embarazadas que no llegaron a cumplir los tres meses del tratamiento con hierro, el 66% refirió malestar estomacal, el 19% estreñimiento y el 15% manifestó otras sintomatologías.

**Tabla 3.12** Concentración de Hemoglobina (eng/dl) de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Concentración de hemoglobina G/DL	Nº de embarazadas	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
Menor A 11,6	41	0.436	43.6 ≈ 44
11,7 - 15,7	53	0.564	56
Mayor A 15,8	0	0	0
Total	94		100

**Grafico 3.9** Concentración de Hemoglobina (eng/dl) de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011



Con respecto a la concentración de Hemoglobina, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 44% tiene concentración menor a 11,6 g/dl; un 56% presenta concentraciones normales entre 11,7 y 15,7 g/dl; y ninguna de las embarazadas presentan concentraciones mayores a 15,8 g/dl.

**Tabla 3.12** Datos estadísticos de la concentración de Hemoglobina de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre y octubre. Sucre 2011

Datos Estadísticos	Hemoglobina
Validos	94 muestras
Mediana	11,6g/dl
Moda	11,8g/dl
Mínimo	8,1g/dl
Máximo	13,9g/dl

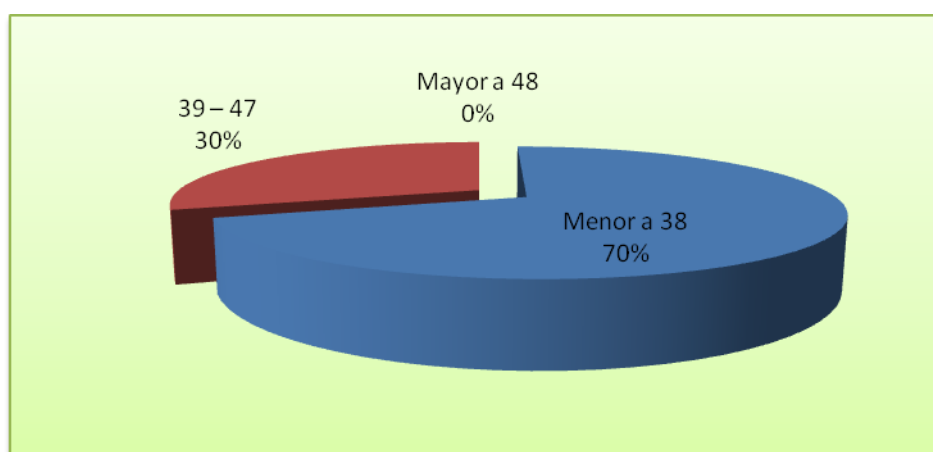
A partir de la determinación de la concentración de hemoglobina, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: muestras validas 94; una mediana de 11,6 g/dl; un valor modal de 11,8 g/dl; un valor mínimo de 8,1 g/dl y un valor máximo de 13,9 g/dl.



**Tabla 3.13** Microhematocrito (en %) de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Concentración de microhematocrito (%)	Nº de embarazadas	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
Menor a 38	72	0.766	76.6 ≈ 77
39–47	22	0.234	23.4 ≈ 24
Mayor a 48	0	0	0
Total	94		100

**Grafico 3.10** Microhematocrito (en %) de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011



Los resultados de la determinación del microhematocrito, reflejan que un 70% de las embarazadas presentan valores de referencia por debajo del 38% de la relación porcentual plasmática globular, un 30% de las embarazadas se encuentran dentro de los valores de referencia y no se encontraron embarazadas con valores por encima de los de referencia.

**Tabla 3.14** Datos estadísticos del microhematocrito de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

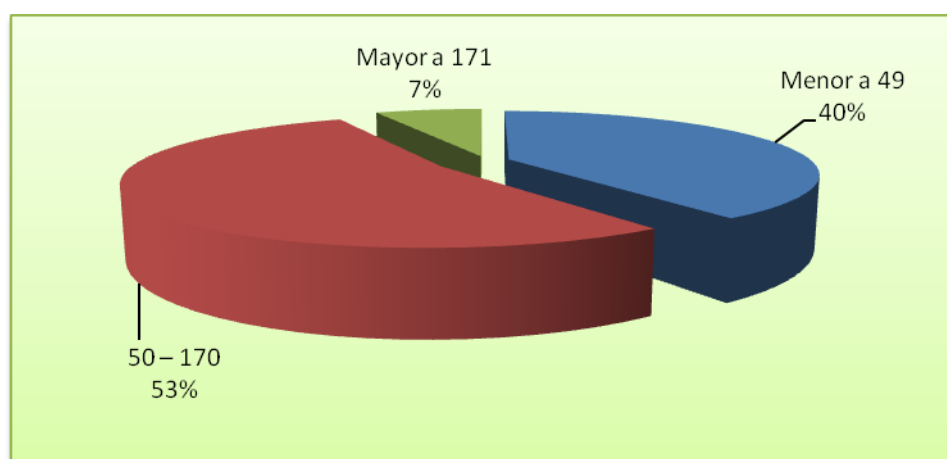
Medidas Descriptivas	Porcentaje de microhematocrito
Mediana	36 %
Moda	37 %
Mínimo	25%
Máximo	44%

A partir de la determinación del microhematocrito, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: muestras validas 94; una mediana de 36%; un valor modal de 37%; un valor mínimo de 25% y un valor máximo de 44%.

**Tabla 3.15** Concentración de hierro sérico en embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Concentración de hierro sérico en ug/dl	Nº de embarazadas	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
Menor a 49	38	0.404	40
50 – 170	50	0.531	53
Mayor a 171	6	0.065	6.5 ≈ 7
TOTAL	94		100

**Grafico 3.11** Concentración de hierro sérico en embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011



Con respecto a la concentración de hierro sérico, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 40% presentan concentración por debajo al de referencia; un 7% presenta concentraciones superiores y un 53% presenta concentraciones normales.

**Tabla 3.16** Datos estadísticos de la concentración de hierro sérico de las embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011.

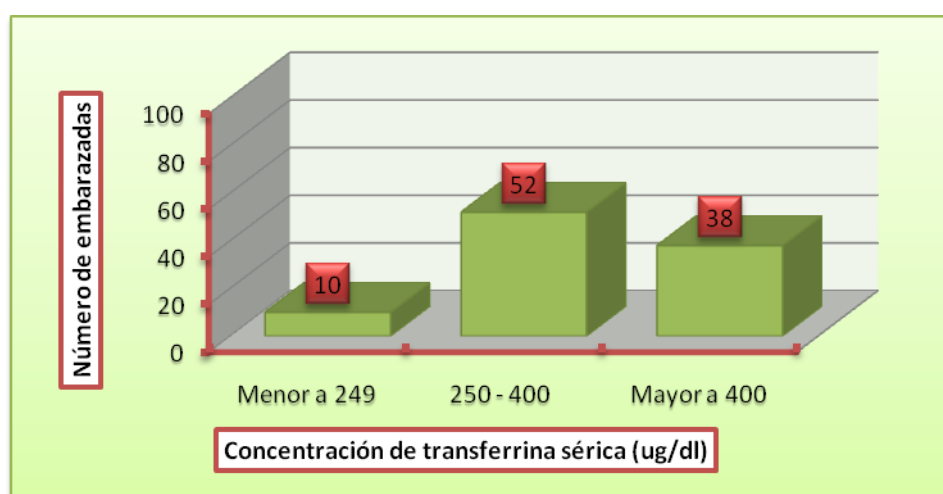
Medidas Descriptivas	Concentración de Hierro sérico
Mediana	59ug/dl
Moda	53ug/dl
Mínimo	28ug/dl
Máximo	221ug/dl

A partir de la determinación del hierro sérico, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: muestras validas 94; una mediana de 59ug/dl; un valor modal de 53ug/dl; un valor mínimo de 28ug/dl y un valor máximo de 221ug/dl.

**Tabla 3.17** Concentración de transferrina sérica en (ug/dl) en embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Concentración de transferrina sérica (UG/DL)	N° de embarazadas	Fi	Fi%
Menor a 249	9	0.096	10
250- 400	49	0.521	52
Mayor a 400	36	0.383	38
Total	94		100

**Grafico 3.12** Concentración de transferrina sérica en (ug/dl) en embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011



Con respecto a la concentración de transferrina sérica, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 38% presenta concentraciones elevadas; un 52% presentan concentraciones dentro de los valores de referencia y un 10% presenta concentraciones bajas de transferrina.

**Tabla 3.18** Datos estadísticos de transferrina sérica en ug/dl en embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

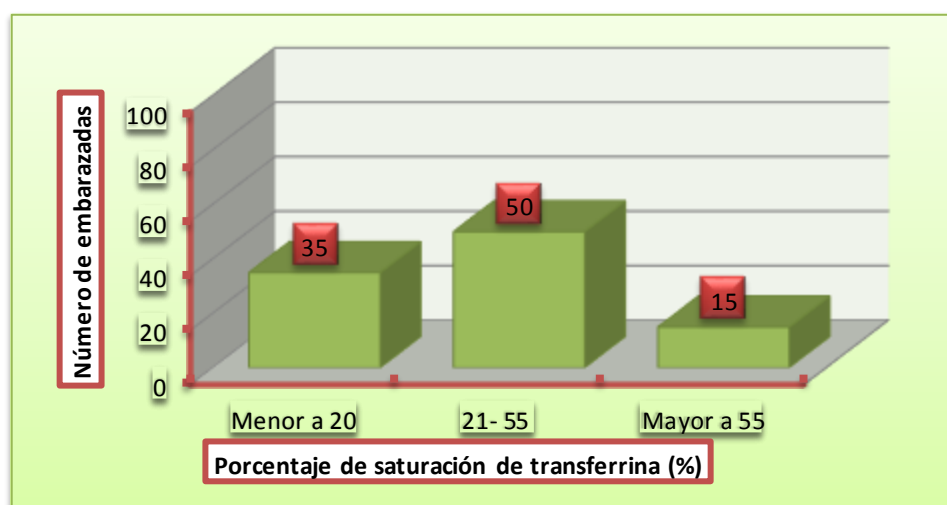
Medidas Descriptivas	Concentración Hemoglobina
Mediana	340ug/dl
Moda	254ug/dl
Mínimo	146ug/dl
Máximo	528ug/dl

En la determinación de transferrina, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos:: muestras validas 94; una mediana de 340 ug/dl; un valor modal de 254 ug/dl; un valor mínimo de 146 ug/dl y un valor máximo de 528 ug/dl.

**Tabla 3.19** Porcentaje de saturación de transferrina en embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011

Porcentaje de saturación de transferrina (%)	Nº de embarazadas	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %
Menor a 20	33	0.351	35
21- 55	47	0.500	50
Mayor a 55	14	0.149	14 ≈ 15
Total	94		100

**Grafico 3.13** Porcentaje de saturación de transferrina en embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de septiembre a octubre. Sucre 2011



Con respecto a la capacidad de saturación de transferrina, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 35% presenta una saturación baja, un 50% de embarazadas se encuentran con una saturación normal y un 15% con una saturación mayor a la normal.

**Tabla 3.20** Datos estadísticos del porcentaje de saturación de transferrina en embarazadas atendidas en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de Septiembre a Octubre. Sucre 2011

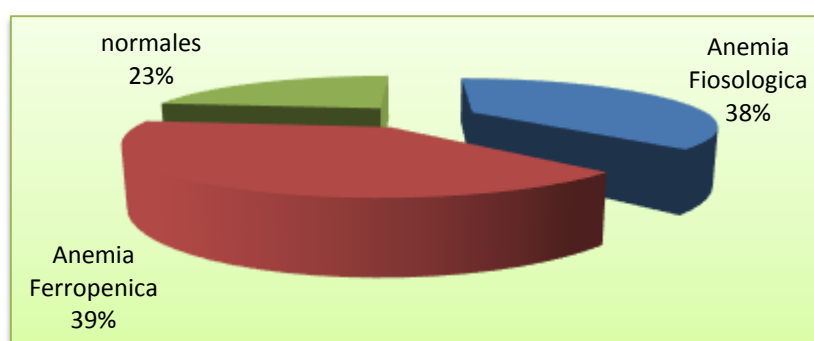
Medidas Descriptivas	Porcentaje de saturación de transferrina
Mediana	36 %
Moda	24 %
Mínimo	13 %
Máximo	64 %

En la determinación de la capacidad de saturación de transferrina, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: una mediana de 36%, un valor modal de 254 ug/dl., un mínimo de 146 ug/dl y un máximo de 528 ug/dl.

**Tabla 3.21** Determinación de anemia fisiológica, anemia ferropénica y frecuencia de anemia ferropénica en embarazadas atendida en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de Septiembre a Octubre. Sucre 2011

	% de embarazadas que presentaron alteraciones.	Promedio Del % de embarazadas que presentaron alteraciones.	% de embarazadas que presentaron descenso en el Microhematocrito	% de Embarazadas con anemia fisiológica.	% de Embarazadas con anemia ferropénica.	% que no observaron alteración en los estudios realizados.	Frecuencia de anemia ferropénica.
Hemoglobina	44	<b>39,4</b>	<b>77</b>	<b>37,6</b>	<b>39,4</b>	<b>23</b>	<b>39,4</b>
Hierro sérico	40						
Transferrina	38						
Sat. de transferrina	35						

**Grafico 3.14** Determinación de anemia fisiológica, anemia ferropénica y frecuencia de anemia ferropénica en embarazadas atendida en el Centro de Salud “San Roque” durante los meses de Septiembre a Octubre. Sucre 2011

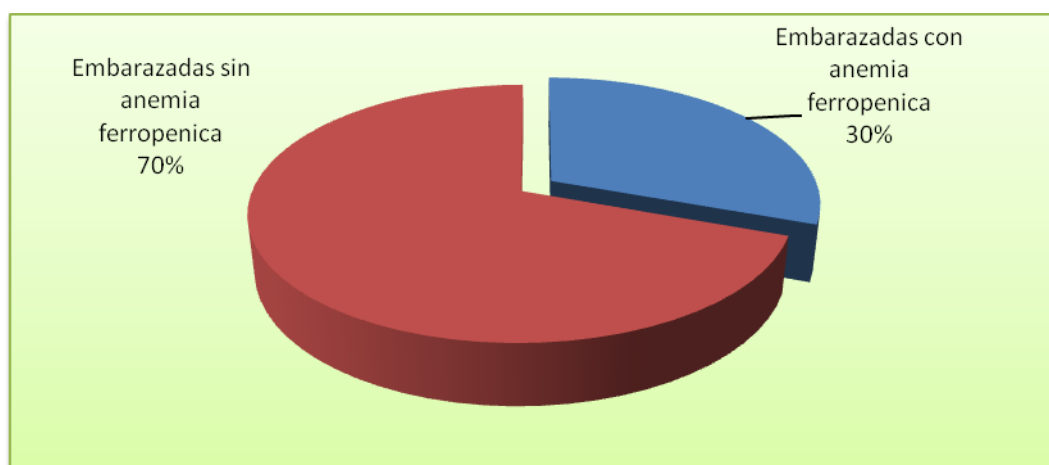


En este estudio observamos que de 72 embarazadas con niveles bajos de microhematocrito, 37 presentaron anemia ferropénica y 35 presentaron anemia fisiológica y 22 embarazadas no reflejaron alteración en los estudios realizados. Siendo la frecuencia de anemia ferropénica del 39,4%.

**Tabla 3.22** Presencia de anemia ferropénica en embarazadas que recibieron el compuesto de hierro suministrado por el SUMI

Nº de embarazadas	Embarazadas con anemia ferropénica	Embarazadas sin anemia ferropénica
82	25	57

**Grafico 3.15** Presencia de anemia ferropénica en embarazadas que recibieron el compuesto de hierro suministrado por el SUMI

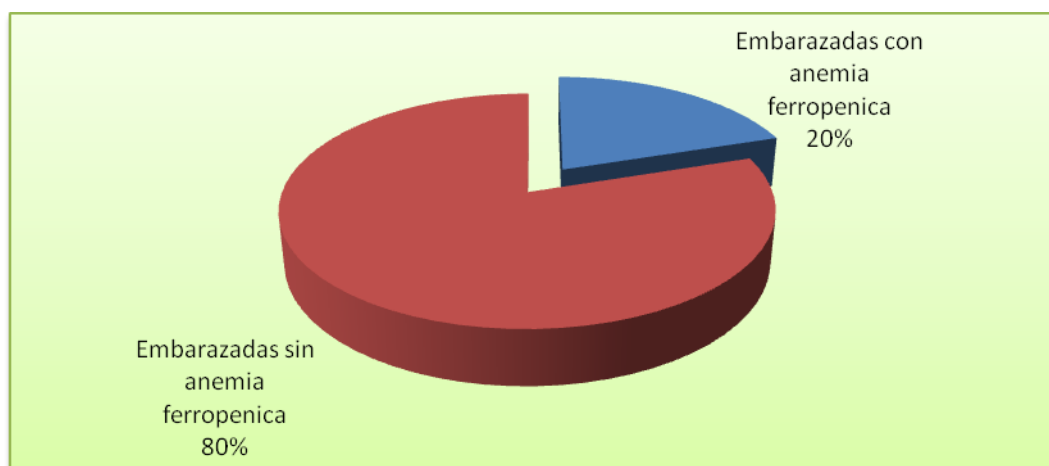


Con respecto a la presencia de anemia ferropénica en embarazadas que recibieron el compuesto de hierro suministrado por el SUMI, se observó que el 30% de las embarazadas presentan anemia ferropénica.

**Tabla 3.23** Presencia de anemia ferropénica en embarazadas que cumplieron los tres meses de tratamiento con el compuesto de hierro suministrado por el SUMI

N° de embarazadas	Embarazadas con anemia ferropénica	Embarazadas sin anemia ferropénica
20	4	16

**Grafico 3.16** Presencia de anemia ferropénica en embarazadas que cumplieron los tres meses de tratamiento con el compuesto de hierro suministrado por el SUMI



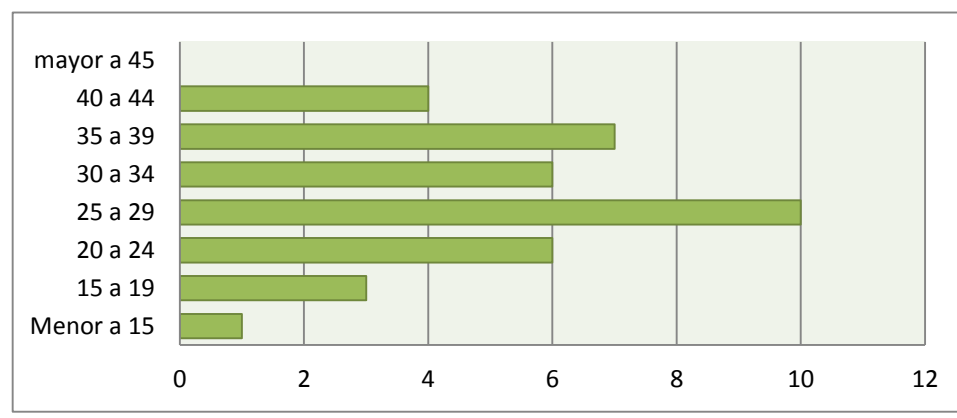
Con respecto a la presencia de anemia ferropénica en embarazadas que cumplieron los tres meses de tratamiento con el compuesto de hierro suministrado por el SUMI, se observó que el 80% de las embarazadas no presentó anemia ferropénica y un 20% si presentó anemia pese al tratamiento.

## Análisis comparativo

**Tabla 3.24** Comparación por edad en embarazadas anémicas

Edad	Menor a 15	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 34	35 a 39	40 a 44	Mayor a 45	total
Total	1	3	6	10	6	7	4	0	37

**Grafico 3.17** Comparación por edad en embarazadas anémicas

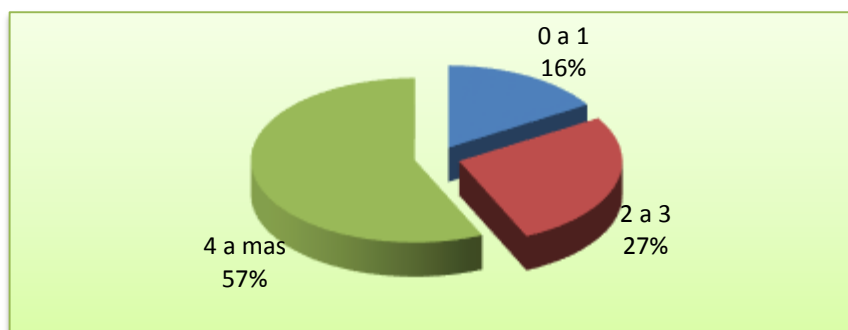


De acuerdo al total de anémicas reportadas (37), 15 embarazadas comprendidas entre los 25 a 29 años de edad fueron las que en mayor número presentaron anemia ferropénica, seguido de las comprendidas entre los 30 a 34 años de edad con un número de 11 embarazadas, no encontrándose embarazadas mayores a 45 años con anemia.

**Tabla 3.25** Comparación de acuerdo a la presencia de anémicas ferropénica con el número de embarazos

Número De embarazos	0 A 1 embarazos	2 A 3 embarazos	4 A mas embarazos	Total
Total	6	10	21	37

**Grafico 3.18** Comparación de acuerdo a la presencia de anémicas ferropénica con el número de embarazos

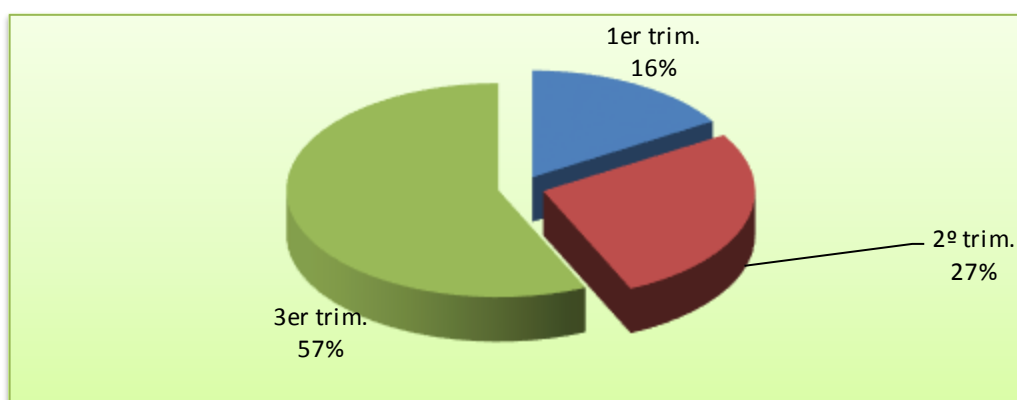


Con respecto a la comparación de acuerdo a la presencia de anémicas ferropénica con el número de embarazos, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: 0 a 1 embarazos el 16%; de 2 a 3 embarazos el 27%; de 4 a más embarazos el 57%.

**Tabla 3.26** Comparación de acuerdo a la presencia de anémicas ferropénica con relación al trimestre de gestación

1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	Total
6	10	21	37

**Grafico 3.19** Comparación de acuerdo a la presencia de anémicas ferropénica con relación al trimestre de gestación

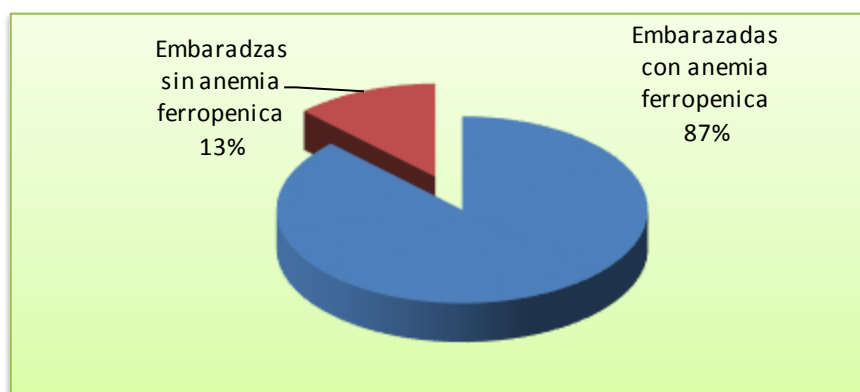


Con respecto a la comparación de acuerdo a la presencia de anémicas ferropénica con el número de embarazos, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 25% se da en el primer trimestre de embarazos; un 15% se da en el segundo trimestre de embarazo; un 60% a nivel del tercer trimestre de gestación.

**Tabla 3.27** Relación de la presencia de anémica ferropénica respecto al número de abortos

Número de abortos	Embarazadas con anemia ferropénica	Embarazadas sin anemia ferropénica	Número de embarazadas
1 a 2	9	2	11
3 a 4	5	0	5
Total	14	2	16



**Grafico 3.20** Relación de la presencia de anémica ferropénica respecto al número de abortos

Con respecto al número de abortos, las embarazadas bajo estudio mostraron los siguientes porcentajes: un 87% presento anemia ferropénica; un 13% no presento anemia ferropénica

### 3.9 Analisis y discusión

Al analizar los resultados obtenidos en el presente estudio, se estableció que en mayor medida las embarazadas que asisten al centro de salud San Roque, se encuentran comprendidas entre los 20 y 24 años de edad, encontrándose la mayoría de las embarazadas en el tercer trimestre de gestación. Con respecto al número de embarazos, una mayoría refirió encontrarse en el grupo de 0 -1 embarazos previos, establecidos para este estudio.

De acuerdo al estudio realizado, se observó que al centro de salud San Roque, acuden en mayor porcentaje las embarazadas del área periurbana de la ciudad, por tal razón los resultados reflejan un alto índice de procedencia del área periurbana y menor porcentaje del área rural, se sospechándose que por este motivo no llegan a realizarse los controles desde el primer trimestre de gestación, además de no recibiendo una orientación nutricional adecuada y aun menos la recepción del compuesto de hierro, con la finalidad de prevenir las depleciones de hierro causadas por el embarazo.

Este estudio nos permitió establecer que no todas las embarazadas pese a recibir una orientación nutricional adecuada y de recibir el tratamiento con el compuesto de hierro, llegan a reemplazar las pérdidas de hierro, hecho que se evidenció en la práctica laboratorial.

Debemos resaltar que las embarazadas dejaron el tratamiento con el compuesto de hierro debido al malestar estomacal causado, además del retrogusto dado por el sabor metálico, causando en algunas embarazadas náuseas, se debe mencionar además el descuido y la falta de interés de la gestante para el cumplimiento con el tratamiento. Se estableció que un porcentaje elevado de embarazadas presentaron niveles del microhematocrito bajo en comparación con las concentraciones de hemoglobina, hierro, transferrina y saturación de transferrina, pero es de recordar que el microhematocrito se llega también a ver disminuido en la anemia fisiológica. Para establecer el número real de embarazadas con anemia ferropénica nos basamos en la determinación del promedio de embarazadas que reflejan alteraciones en los parámetros que se encuentran directamente relacionados con la deficiencia de hierro (hemoglobina, hierro sérico, transferrina y saturación de transferrina) y en base a eso se pudo establecer restando el promedio obtenido del total de pacientes con microhematocrito bajo, estableciendo que el 47.8% de las embarazadas presentan anemia fisiológica; el 39.4% presenta anemia ferropénica y el restante 12.8% no presenta alteraciones, esto debido a encontrarse en las primeras semanas de embarazo.

De las embarazadas con anemia se establece que aquellas que se encuentran entre las edades de 25 a 29 años de edad son las que presentan una mayor frecuencia de anemia ferropénica, además de reportaron un mayor número de embarazos y un mayor número de abortos con relación a los otros grupos atareos.

Con relación a otros trabajos realizados en el departamento de Chuquisaca, con embarazadas, se pudo establecer una similitud en la frecuencia del presente estudio y la prevalencia que se mostró en estudio de similar magnitud.

### **3.10 Conclusiones**

Con referencia al objetivo general se logro establecer que la frecuencia de anemia ferropénica en embarazadas que asisten al centro de Salud San Roque durante los meses de septiembre a octubre, Sucre 2011 fue del 39.4%.

Se relacionó las concentraciones de hemoglobina, microhematocrito, hierro sérico, transferrina, saturación de transferrina de acuerdo al tiempo de gestación; donde se observo que aquellas embarazadas que presentaron anemia ferropénica, un porcentaje elevado se encontraban cursando el tercer trimestre de gestación.

Se relacionó las concentraciones de hemoglobina, microhematocrito, hierro sérico, transferrina, saturación de transferrina de acuerdo a la edad de las embarazadas; donde se observó que aquellas embarazadas que presentan anemia ferropénica, un porcentaje elevado se encontraban entre las edades de 25 a 29 años.

Se relacionó las concentraciones de hemoglobina, microhematocrito, hierro sérico, transferrina, saturación de transferrina de acuerdo número de embarazos, observándose en aquellas embarazadas que tuvieron de dos a más embarazos previos, una mayor frecuencia de anemia ferropénica, con respecto a embarazadas que cursaron con un embarazo previo al momento del estudio realizado.

Se relacionó las concentraciones de hemoglobina, microhematocrito, hierro sérico, transferrina, saturación de transferrina de acuerdo al número de abortos, observándose la presencia de anemia ferropénica en aquellas embarazadas que presentaron un número mayor de abortos.

Se observó que sólo el 19% de las embarazadas que acudieron al centro de salud San Roque en los meses de septiembre a octubre, sucre 2011, llego a cumplir con el tratamiento del compuesto de hierro suministrado, además se observó que 4 embarazadas llegaron a presentar anemia ferropénica pese al cumplimiento de los 3 meses recomendados por el SUMI.

Se pudo establecer mediante la determinación del microhematocrito que el 47.8% de las embarazadas que asistieron al centro de salud San Roque durante los meses de septiembre a octubre, sucre 2011, presentaron anemia fisiológica; el 12.8% de embarazadas no llegaron a manifestar alteraciones, en las determinaciones realizadas.

A partir de la determinación de la concentración de hemoglobina, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: muestras validas 94; una mediana de 11,6 g/dl; un valor modal de 11,8 g/dl; un valor mínimo de 8,1 g/dl y un valor máximo de 13,9 g/dl.

En cuanto a la determinación del microhematocrito, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: muestras validas 94; una mediana de 36%; un valor modal de 37%; un valor mínimo de 25% y un valor máximo de 44%.

Para la determinación del hierro sérico, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: muestras validas 94; una mediana de 59 ug/dl; un valor modal de 53 ug/dl; un valor mínimo de 28 ug/dl y un valor máximo de 221 ug/dl.

En la determinación de transferrina, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: muestras validas 94; una mediana de 340 ug/dl; un valor modal de 254 ug/dl; un valor mínimo de 146 ug/dl y un valor máximo de 528 ug/dl.

Para la determinación de la capacidad de saturación de transferrina, se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: una mediana de 36%, un valor modal de 254 ug/dl., un mínimo de 146 ug/dl y un máximo de 528 ug/dl.

Al momento de realizar la calibración de los equipos, se verificó que las reacciones mantienen la linealidad del método aplicado y que los valores de la calibración fueron aquellos expresados por los prospectos que vienen insertos en los kits tanto de hemoglobina como de hierro sérico.

Se evaluó el correcto funcionamiento de los sistemas analíticos con suero de control normal, para su valoración se confronto con los valores esperados, obteniendo una concentración suero control normal para hierro sérico de 228 ug/dl, dato contemplado dentro de 1ds con respecto al valor medio de 222ug/dl de la tabla AIRONE 200/200 RA-METABOLITOS de la línea de Winner.

Se observó que gracias a los métodos de control de calidad, tanto internos como el uso de suero control normal y estándares provistos en los kits nos permitió la determinación de la precisión del 96.10% y una exactitud del 95.77%; además del empleo de controles externos como las determinaciones de microhematocrito y hemoglobina por el contador automatizado del Hospital Maternológico “Jaime Sánchez Porcel” que reportaron datos fidedignos, replicando los valores obtenidos en los ambientes de laboratorio de laFacultad de Ciencias QuímicoFarmacéuticas y Bioquímicas de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.

### **3.11 Recomendaciones**

Socializar el presente trabajo entre todos los centros médicos para que en función a la magnitud de este problema social se establezca como examen de rutinario la determinación de hierro sérico, transferrina y porcentaje de saturación de transferrina mediante las técnicas mencionadas anteriormente.

Incentivar a que la Carrera de Bioquímica realice programas de extensión a los diferentes centros de salud para la concientización y prevención sobre los riesgos para la salud que provoca la anemia ferropénica, de ésta manera elevar la calidad de vida de nuestro entorno social.

Incentivar a las embarazadas a asistir con regularidad a sus controles pre-natales, mejorar sus hábitos alimenticios, haciendo un hincapié en los riegos que la anemia ferropénica puede causar en el crecimiento y desarrollo intrauterino del feto.

Por otra parte se debe buscar la implementación de campañas de administración de sales de hierro o programas con el mismo fin tomando en cuenta como elemento objetivo la importancia de la carencia de este elemento en la etapa gestacional, ya que una madre con cantidades adecuadas de hierro garantiza el hierro necesario para los primeros de vida de su niño.

Se sugiere tomar en cuenta los criterios de conformidad de muestra, respecto al horario de toma de muestra, porque las determinaciones de hierro no sufren alteraciones si la muestra es tomada en la mañana.

Se sugiere el empleo del sistema vacutainer para la realización de un trabajo óptimo en las determinaciones de laboratorio.

Se sugiere continuar este tipo de estudio, ya que la determinación de hemoglobina, hierro sérico, transferrina y saturación de transferrina no estarían completas sin antes realizar las determinaciones de ferritina, volumen corpuscular medio (VCM) concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y protoporfirina libre eritrocitaria.

Se recomienda realizar la técnica de Inmuno difusión Radial (IDR) que es considerada como la prueba de oro para la cuantificación de proteínas por lo que su aplicación en laboratorio debe ser de rutina.

Se sugiere que para los programas de control de calidad interno se realice el empleo de sueros control normal y sueros control patológico, además de contar con un programa anual de mantenimiento y control preventivo de los aparatos y equipos de laboratorio.

Se sugiere que para las determinaciones en laboratorio de hierro se realice el lavado de materiales con HCl 2mol/L dejando reposar por 12 horas y luego proceder al enjuagado con agua destilada libre de hierro.

### **3.12 Agradecimientos**

El investigador agradece a la Facultad de Ciencias Químico Farmacéuticas y Bioquímicas de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca por el apoyo brindado en el desarrollo del presente trabajo

### **3.13 Referencias**

A. Goic, G. Chamorro, H. Reyes. Semiología médica. 2ª edición: editorial Mediterráneo.

Alonso A. Hemoterapia. Arch rol de enf 2009 Jun 1;5(25):27-30

Ausell JE. Manual de hemostasia enfoque diagnóstico y terapéutico. Barcelona: Editorial Salvat; 2009.

Bedregal F, compilador. Hematología: la sangre. 2<sup>th</sup> ed. Sucre, Bolivia: Editorial Bolívar; 2006

Blajchman M, Klein H. Anemia and blood transfusion in critically ill patients. New York, NY: AcademicPress; 2009.

Bolivia. Ministerio de Salud y Deportes Anuario estadístico en salud 2010. /Ministerio de Salud y Deportes. 23a ed. La Paz: Grupo Design, 2011. 158p.: Ilus. (Serie: Documentos Técnico-Normativos No.192)

Botero Jaime U, et al. Texto integrado de hematología y ginecología. 2<sup>th</sup> ed. Editorial Panamericana; 2009. Pág. 303-304

Calderón AS, compiladora. Guía práctica de técnicas de hematología. Sucre, Bolivia: Editorial Universitaria.

Cascantes V. El receptor soluble de la transferrina: Estudio clínico de nuevo marcador del metabolismo del hierro. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia. [www.ucm.es/BUM/tesis/19972010/D/1/D1038101.pdf](http://www.ucm.es/BUM/tesis/19972010/D/1/D1038101.pdf) (fecha de acceso 19 de noviembre de 2011).

Castillo R, Reyes A, González M, Machado M. Transporte de hierro en vertebrados. Rev Cubana Ortod [Seriada en línea] 2001; 16(1): [23 páginas]. Disponible en URL:<http://bvs.sld.cu/revistas/ord/vol16101/ord03101.Transferrina>

Claros F, compilador. Fisiología humana: la sangre. Sucre, Bolivia: Editorial Universitaria; 2008.

Coronel C. Anemia en gestantes: un problema con solución familiar. Rev Cubana Gest [Seriada en línea] 2010 [Citado 2010 jul 2]; 23(7):5-10. Disponible en: URL:[http://bvs.sld.cu/revistas/gest/vol73\\_1\\_01/ped01100.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/gest/vol73_1_01/ped01100.pdf)

Dacie, Lewis. Hematología práctica, 10<sup>th</sup> ed. México: Editorial Elsevier; 2009.

Daza J. Determinación de hierro, capacidad de fijación de hierro y transferrina en embarazadas hospital gineco-obstetrico y san pedro Claver sucre- 2008. [Tesis de Grado]. Sucre, Bolivia: Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca; 2008

De Mesa, José; Gisbert, Teresa; Mesa, Carlos (1998 [8<sup>a</sup> Ed. 2008]). Historia de Bolivia. La Paz: Gisbert.

Documentos técnicos y normativa vigente. Ministerio de Salud y Deportes, Programa Nacional de Fortificación de Alimentos.

Espinos D, Álvarez JL. Fisiología de la serie eritrocítica y clasificación de las anemias. Madrid: Editorial Paraninfo; 2009.

Espinosa D. Absorción de Hierro. Art Med Tripod.2009: Ago 1-6.Disponible en: <http://medicina4.tripod.com/apuntes/AnemiaFerropenica.pdf>

Estadísticas indicadores socio demográficos (en línea) Bolivia: Diciembre 2009 instituto nacional de estadísticas (INE) URL disponible en:

Fuentes X, Castiñeiras M, Ferre M. Codex del laboratorio clínico. Madrid: Editorial Elsevier; 2010. p. 62-76. en:<http://www.obstare.com/varios/revistas/Anemia.pdf>

Gómez I. Deficiencia de hierro y ácido fólico en mujeres en edad fértil. Rev Cubana Gest [Seriada en línea] 2001 [Citado 2001 Ene 1]; 8(1):5-10. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol14\\_3\\_98/hih03398.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol14_3_98/hih03398.htm)

Goodman y Gilman las bases farmacológicas de la terapéutica /duodécima edición; editorial mexicana; México DF 2010 pag 1449 – 1458.

Hernández M, Gonzales G. Anemia ferropénica y anemia de las enfermedades crónicas. Madrid: Editorial Paraninfo; 2010.

Larraín M, Oscra L, Arnés S, García L. MSPS y previsión seguro básico de salud, Unicef reforma de salud. Editorial Unicef; 2005.pag 2, 3, 7, 9, 10.

Mazzie, Cordero d, Mejía M. Estrategia AIEPI en Bolivia RevSoc.Bol Ped1997; 36:106-8

Moore M. Investigaciones en laboratorio del metabolismo del hierro. New York: Editorial McGraw-Hill; 2002. p. 93-113

Morales Y. Wiener La1.Vademécum SAIC- 2008; 7<sup>th</sup>ed: Editorial MS y AS Rosario- Argentina; 2010. Pág.- 56-57.

Muñoz J. Fundamentos y técnicas de análisis hematológicos y citológicos 3<sup>th</sup> ed. Barcelona: Editorial Panamericana; 2010

Olivares M. Consecuencias de la deficiencia de hierro. Art Cielo Defhier [Seriada en línea] 2002 [Citado 2002 Jun 19]; 7(17):51-82.): [132 páginas]. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s071775182003000300002&script=sciarttext>

Párroco Zalles A. La gracia de dios en nuestros corazones nos manifiesta el su presencia con el trabajo de sus siervos. ArchParS.Roque2010 Jun 30; Ed 2: pag1-7.

Polo C, Stella A. Capacidad total de fijación de hierro.ArchBarMed2009 Jun 1; 2(28):17-22.

Polo C, Stella A. Transferrina en el metabolismo de transporte.ArchBio2009 Sept 1; 6(62):9-12.

References/Bibliographic. Vancouver Style. Quick Guide-How to use it. 2010; [19 páginas]. Disponible en: URL:<http://www.library.uq.edu.au/training/citation/vancow.pdf>. Consultado Marzo 27, 2010.

Rodak, Hematología y aplicaciones clínicas. Argentina: 2da ed. Editorial Panamericana; 2010 pág. 214-219.

Ruiz A. Fundamentos de hematología. 4<sup>th</sup>ed. México: Editorial Panamericana; 2009. p. 165-185.

Rutland Gimferrer, Ayats, et al. Licenciatura hematológica. Serie manuales clínicos e interpretación para licenciatura y residencia. Barcelona: Editorial Salvat; 2009. [386 páginas].

Sanz J. Esa necesaria una suplementación rutinaria de hierro. Rev. Obstare Anem[Seriada en línea] 2009 [Citado 2009Jul 16]; 13(8):15-22.): [27 páginas].

Sanz S. Hematología clínica. 2<sup>th</sup>ed. España: Editorial Amigos del libro; 1993.

Smith Trier. Fisiopatología. New York, NY: Editorial McGraw Hill; 2010.

Swan HT, Jowett GH: Treatment iron deficiency with ferrous fumarate: assessment by a statistically accurate method. Br Med J 2010; 2:782-787