



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
ESPECIALIDAD LABORATORIO CLINICO E  
HISTOPATOLOGICO**

**TITULO**

**DETERMINACION DE HIERRO SERICO,  
HEMATOCRITO Y HEMOGLOBINA COMO AYUDA  
DE DIAGNOSTICO EN ANEMIA FERROPENICA EN  
MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN EL  
HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE  
CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO ENERO A  
JUNIO DEL 2011.**

**AUTORAS**

**BLANCA GUANGA  
MARLENE MOROCHO**

**TUTORA:**

**LIC.XIMENA ROBALINO  
MSC.MARIO REINOSO**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2011**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**ESPECIALIDAD LABORATORIO CLINICO E**

**HISTOPATOLOGICO**

TESINA DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE LICENCIADA EN LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO, SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL TRIBUNAL DE GRADO.

**NOMBRE**

**NOTA**

**FIRMA**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **DERECHOS DE AUTORÍA**

Nosotras BLANCA GUANGA y MARLENE MOROCHO somos responsables de las ideas, doctrinas, criterios y resultados expuestos en el presente trabajo investigativo y los derechos de autoría pertenecen a la UNACH

## **DEDICATORIA**

Esta tesina de grado es dedica a DIOS y también a nuestros PADRES, por ser las personas que siempre nos han apoyado para nuestra formación universitaria, sembrando en nosotros sus sabios ejemplos de responsabilidad y por su apoyo incondicional.

Blanca y Marlene

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos principalmente a DIOS por habernos guiado por un buen camino, a nuestras familias por su apoyo incondicional en el transcurso de nuestra carrera. Y también agradecemos a la UNACH y a sus docentes quienes nos han impartido sus conocimientos que ahora lo vamos a poner en práctica para desenvolvernos profesionalmente.

Blanca y Marlene

## **RESUMEN**

La siguiente investigación tiene como objetivo determinar la importancia del análisis de las pruebas de hemoglobina en el diagnóstico temprano de Anemia por Deficiencia de Hierro en paciente que acuden al control prenatal al Hospital Andino Alternativo de Chimborazo ya que estas pruebas son de importancia para el seguimiento de la enfermedad de anemia por falta de hierro siendo este elemento fundamental en la vida del ser vivo pero en especial de la mujer en estado gestacional, puesto que su deficiencia pueda ocasionar problemas en el desarrollo fetal. Luego de la aprobación del tema se elaboró el plan de la investigación realizando la recolección bibliográfica para la estructuración del marco teórico y posteriormente se procedió a realizar la toma de muestras a 50 pacientes de la población en estudio; las mismas que sus muestras fueron procesadas en el mismo laboratorio de la Institución en estudio. Las páginas preliminares están conformadas por la portada, hoja de calificación, siendo este trabajo una investigación de campo no experimental y de la investigación se procedió a la elaboración del marco referencial el que está conformado de planteamiento y formulación del problema, objetivos generales y específicos y la justificación e importancia. Seguidamente se precede a expresar el marco teórico el mismo que contiene los antecedentes de la investigación y la fundamentación teórica en el que se explica la epidemiología de la anemia, la anatomía y fisiología del la sangre metabolismo, absorción excreción, absorción del hierro, consecuencias de la falta de hierro en la mujer embarazada, etiología, datos de laboratorio, métodos de análisis y terminología aplicada en la investigación. Al recopilar datos de los niveles de hierro de pacientes en estado gestacional del Hospital Andino Alternativo de Chimborazo y aplicar los métodos estadísticos correspondientes se ha logrado comprobar que de una población de 50 pacientes con distinto período gestacional coordinado conjuntamente con su historia clínica con valoración previa del ginecólogo, el 80 % de pacientes tienen valores disminuidos de Hierro Sérico hematocrito - hemoglobina , los mismos que pueden estabilizarse con unas dietas ricas en hierro acompañadas de vitamina C para facilitar su absorción.el trabajo finaliza con conclusiones,recomendaciones y bibliografía.

## SUMMARY

The following investigation has as objective to determine the importance of the analysis of the tests of Iron Serco, hematocrito, hemoglobin in the early diagnosis of Anemia for Deficiency of Iron Sérico in patient that you/they agree since to the prenatal control to Hospital Andino Alternative of Chimborazo these tests is of importance for the pursuit of the illness of anemia for iron lack being this fundamental element in the alive being's life but especially of the woman in state gestacional, since its deficiency can cause problems in the fetal development. Lugo of the approval of the topic was elaborated the plan of the investigation carrying out the bibliographical gathering for the structuring of the theoretical mark and later on you proceeded to carry out the taking of samples to the population's 70 patients in study; the same ones that its they show they were processed in the same laboratory of the Institution in study. The preliminary pages are conformed by the cover, qualification leaf, being this work an investigation of bibliographical type and of investigation you proceeded to the elaboration of the mark referential the one that this conformed of position and formulation of the problem, general and specific objectives and the justification and importance. Subsequently it is preceded to express the theoretical mark the same one that contains the antecedents of the investigation and the theoretical foundation in which explains to you the epidemiology of the anemia, the anatomy and physiology of the blood metabolism, absorption excretion, absorption of the iron, consequences of the iron lack in the pregnant woman, etiologic, laboratory data, analysis methods and terminology applied in the investigation. By collecting data from the iron levels of patients in gestational Hospital Chimborazo Andean Alternative and apply appropriate statistical methods has been proved that a population of 50 patients with different gestational period jointly coordinated with your medical history with prior assessment of the gynecologist, 80% of patients have decreased serum iron values hematocrit - hemoglobin, the same can be stabilized with a diet rich in vitamin C accompanied by iron to facilitate its absorption. The investigation ends with conclusions, recommendations and bibliography.

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Portada	
Nota	
Derecho de autoría	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	
Summary	
Índice General	
Índice de Tablas	i
Índice de Gráficos	ii
Introducción	1
Capítulo I	3
1. Marco referencial	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación e importancia	5
Capítulo II	6
2. Marco teórico	6
2.1. Posicionamiento personal	6
2.2. Fundamentación teórica	6
2.2.1. Sangre	6
2.2.1.1. Composición de la sangre	7
2.2.1.2. Formación de la sangre y reacciones	12

2.2.2.	Hierro	12
2.2.2.1.	Ciclo de obtención y eliminación de hierro en el organismo	14
2.2.2.1.1.	La circulación del hierro	15
2.2.2.1.2.	Absorción	15
2.2.2.1.3.	Factores que afectan y favorecen a la absorción del hierro	16
2.2.2.1.4.	Transporte	18
2.2.2.1.5.	Captación celular	19
2.2.2.2.	Significado de los resultados anormales	19
2.2.2.3.	¿Cuáles son los riesgos?	20
2.2.2.4.	Distribuciones de hierro en el organismo	20
2.2.2.5.	Depósitos.	21
2.2.2.6.	Excreciones	22
2.2.2.7.	Las concentraciones séricas de hierro	23
2.2.2.8.	Valores de referencia de hierro sérico	24
2.2.3.	Hematocrito	25
2.2.3.1.	Determinación del hematocrito mediante el micrométodo (microhematocrito).	27
2.2.3.2.	Determinación del hematocrito mediante el macrometodo (macrohematocrito)	29
2.2.3.3.	Valores de referencia e interpretación	30
2.2.4.	Hemoglobina	30
2.2.4.1.	Estructuras de la hemoglobina	31
2.2.4.2.	Funciones de la hemoglobina	33
2.2.4.3.	Catabolismo de la hemoglobina	34
2.2.4.4.	Determinación de la concentración de hemoglobina en sangre	36
2.2.4.5.	Método de la cianmetahemoglobina (ICSH-OMS)	37
2.2.4.6.	Valores de referencia e interpretación	40

2.2.5.	Relación hematocrito hemoglobina	40
2.2.6.	Índices hematimétricos	41
2.2.6.1.	Volumen corpuscular medio (VCM).	42
2.2.6.2.	Hemoglobina corpuscular media (HCM)	42
2.2.6.3.	Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)	43
2.2.7.	Alteración eritrocitaria	44
2.2.7.1.	Alteraciones del tamaño	44
2.2.7.2.	Alteración de color	45
2.2.8.	Embarazo	46
2.2.8.1.	Etapas del embarazo	47
2.2.8.2.	Importancia del hierro en el embarazo	49
2.2.8.3.	Requerimientos en cada trimestre	49
2.2.8.4.	Consecuencias de la carencia de hierro en el embarazo	50
2.2.9.	Anemia	52
2.2.9.1.	Principales tipos de anemia	55
2.2.9.2.	Valores de referencia para determinar el grado de anemia	56
2.2.10.	Anemia en el embarazo	57
2.2.10.1.	Anemia por deficiencia del hierro en el embarazo	59
2.2.10.2.	Síntomas de la anemia ferropénica	60
2.2.10.3.	Diagnostico de laboratorio	63
2.2.10.4.	Factores que incrementan los requerimientos de hierro en el embarazo.	63
2.2.10.5.	Tratamiento de una anemia ferropénica	63
2.2.11.	Normas básicas generales	66
2.2.11.1	Pedido de exámenes	66
2.2.11.2.	Equipos, materiales y reactivos	67

2.2.11.3.	Obtención de la muestra	68
2.2.11.4.	Toma de muestras	69
2.2.11.5.	Transporte	70
2.2.11.6.	Centrifugación	71
2.2.11.7.	Obtención del suero	71
2.2.11.8.	Conservación del suero	71
2.2.12.	Método de análisis	72
2.2.12.1.	Prueba fotométrica colorimétrica para el hierro con factor aclarante de lípido (LCF)	72
2.2.12.2.	Micro método (microhematocrito)	76
2.2.12.3.	Determinación del hematocrito mediante el macrométodo (macrohematocrito)	78
2.2.12.4.	Método de la cianmetahemoglobina (ICSH-OMS)	79
2.3.	Definición de términos básicos	82
2.4.	Sistema de hipótesis	84
2.5.	Variables	84
2.5.1.	Variable independiente	84
2.5.2.	Variable dependiente	84
2.6.	Operacionalización de las variables	85
	Capítulo III	87
3.	Marco metodológico	87
3.1.	Método científico	87
3.1.1.	Tipo de investigación	87
3.1.2.	Diseño de la investigación	87
3.1.3.	Tipo de estudio	88
3.2.	Población y muestra	88
3.2.1.	Población	88
3.2.2.	Muestra	88
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	88

3.4.	Técnicas para el análisis e interpretación de resultados	89
3.5.	Análisis y discusión de resultados.	89
3.5.1.	Resultados pacientes embarazadas que acuden al hospital andino alternativo de Chimborazo	89
	Capítulo IV	100
4.	Conclusiones y recomendaciones	100
4.1.	Conclusiones	100
4.2.	Recomendaciones.	101
	Bibliografía	
	Anexos	

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
TABLA 1	Pacientes por grupo de acuerdo al tiempo de gestación	91
TABLA 2	Paciente por grupos de edades de acuerdo al periodo de Gestación	92
TABLA 3	Valores de hematocrito por trimestre de embarazo	93
TABLA 4	Análisis de hematocrito en pacientes embarazadas	94
TABLA 5	Valores de hemoglobina por trimestre de embarazo	95
TABLA 6	Análisis de hemoglobina en pacientes embarazadas	96
TABLA 7	Valores de hierro sérico por trimestre de embarazo	97
TABLA 8	Análisis de hierro en pacientes embarazadas	98
TABLA 9	Pacientes embarazadas con anemia ferropénica	99

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
GRÁFICO 1 Pacientes por grupo de acuerdo al tiempo de gestación	91
GRÁFICO 2 Pacientes por grupos de edades de acuerdo al periodo de Gestación	92
GRÁFICO 3 Valores de hematocrito por trimestre de embarazo	93
GRÁFICO 4 Análisis de hematocrito en pacientes embarazadas	94
GRÁFICO 5 Valores de hemoglobina por trimestre de embarazo	95
GRÁFICO 6 Análisis de hemoglobina en pacientes embarazadas	96
GRÁFICO 7 Valore de hierro sérico por trimestre de embarazo	97
GRÁFICO 8 Análisis de hierro en pacientes embarazadas	98
GRÁFICO 9 Pacientes embarazadas con anemia ferropénica	99

## INTRODUCCIÓN

La anemia es la insuficiencia de glóbulos rojos o la capacidad reducida de los glóbulos rojos para transportar oxígeno o hierro. El feto depende de la sangre de la madre y la anemia puede ocasionar un crecimiento fetal deficiente, un nacimiento prematuro y un bebé de bajo peso al nacer.

Durante el embarazo, el feto se vale de los glóbulos rojos de la madre para su crecimiento y desarrollo, especialmente durante los últimos tres meses del embarazo. Las mujeres que no poseen la cantidad adecuada de hierro almacenado pueden desarrollar anemia por deficiencia de hierro. Este tipo de anemia es el más común durante el embarazo

La utilización de las sales de hierro es la vía convencional para combatir la anemia por esta deficiencia, sin embargo su baja disponibilidad, absorción y solubilidad, ocasiona intolerancia que puede provocar la interrupción del tratamiento, por lo que necesita la administración posterior de medicamentos con hierro inyectables o transfusiones de sangre, que son tratamientos costosos y pueden acarrear riesgos.

La anemia durante el embarazo puede tener consecuencias desfavorables para la madre y su producto ya que puede aumentar la morbilidad y la mortalidad materna, perinatal y fetal, así como el riesgo de bajo peso y de parto pre término.

Los valores normales de hierro y el resultado de parámetros sanguíneos, deben relacionarse con el estilo de vida la nutrición y otros factores tanto sociales como económicos.

El estilo de vida influye mucho en la salud y puede modificar los valores normales y hierro, por ende es necesario tenerlo en cuenta para clarificar si una alteración en el balance de hierro tiene o no algún efecto adverso.

El adelanto de la ciencia y tecnología contribuyen a la reducción de la morbilidad de las enfermedades más prevalentes. Además corresponde al estado y la familia lograr reducciones importantes, sin embargo los esfuerzos de la ciencia la tecnología y el estado no encuentran una aplicación real en los servicios de salud que ofertan la población que necesita servicios.

Las alarmantes tasas de crecimiento de anemia en el país se podría hallar solución con charlas educativas a mujeres gestantes con respecto a la alimentación, y con ayuda de la dirección de salud organizar campañas que lleguen a las mujeres de escasos recursos económicos, esperando así tener buenos resultados a mediano y largo plazo.

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La anemia ferropénica es la forma más común de anemia. Aproximadamente el 20% de las mujeres, el 50% de las mujeres embarazadas presentan deficiencia de hierro, un componente esencial de la hemoglobina, el pigmento que transporta el oxígeno en la sangre. El hierro se obtiene normalmente a través de los alimentos de la dieta y por el reciclaje de hierro de glóbulos rojos envejecidos. Sin éste, la sangre no puede transportar oxígeno siendo este necesario para el funcionamiento normal de todas las células del cuerpo.

La anemia se desarrolla lentamente después de agotadas las reservas normales de hierro en el organismo y en la médula ósea. En general, las mujeres tienen reservas más pequeñas de hierro que los hombres y tienen más pérdida a través de la menstruación, lo que las deja en mayor riesgo de padecer anemia que los hombres. A esto se suma el déficit situación socio – económica que incluye en la tasas de desnutrición materna y de anemia .Varios estudios realizados en el país demuestran que la prevalencia de anemia en embarazadas alcanzan el 60 % y en niños menores de 1 año al 70 %.

Una de las principales consecuencias de la deficiencia de hierro en el embarazo es la anemia ferropénica, la cual constituye el 90 % de las anemias de la infancia, siendo en la mayoría de los casos leve o moderada. La alta prevalencia de anemia en la embarazada no permite ganancias adecuadas de peso, lo que sugiere una correlación a tener consecuencias desfavorables para la madre y su producto ya que puede aumentar la morbilidad materna, perinatal y fetal, así como el riesgo de bajo peso y de parto pre-término.

Una buena nutrición antes del embarazo puede no sólo ayudar a prevenir la anemia, sino que también puede ayudar a la formación de otras reservas nutricionales en el cuerpo de la madre. Una dieta saludable y equilibrada durante el embarazo ayuda a mantener los niveles de hierro y otros nutrientes de importancia necesarios para la salud de la madre y del bebé en gestación.

## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cómo ayuda en el diagnóstico de anemia ferropénica la determinación de hierro sérico, hematocrito y hemoglobina en las mujeres embarazadas que acuden al Hospital Andino Alternativo de Chimborazo durante el periodo Enero a Junio del 2011?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la anemia ferropénica en mujeres embarazadas mediante la realización de pruebas de hierro sérico, hematocrito y hemoglobina como ayuda diagnóstica en pacientes embarazadas que acuden al Hospital Andino Alternativo de Chimborazo.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Describir el metabolismo de hierro sérico, hematocrito y hemoglobina, y su relación con el desarrollo embrionario durante la gestación.
- Investigar los efectos que produce el déficit y disminución de hierro hematocrito - hemoglobina en el embarazo.

- Interpretar los datos obtenidos estadísticamente de los niveles de hierro sérico, hematocrito y hemoglobina. en el embarazo en pacientes que acuden al Hospital Andino Alternativo de Chimborazo.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El deseo de realizar esta investigación es para conocer la incidencia que tiene la determinación de hierro sérico, hematocrito y hemoglobina en mujeres embarazadas con relación a la anemia ferropénica , se puede decir que tanto las empresas públicas como privadas han seguido protocolos que ayuden al diagnóstico oportuno de anemia puesto que la gran mayoría de mujeres en estado gestacional en nuestro país tiene anemia por deficiencia de hierro ocasionando una disminución de hematocrito, hemoglobina ,ayudando de esta forma a seguir el tratamiento inmediato anti anémico de acuerdo a las normas establecidas .

Por tal motivo se lleva a cabo la elaboración de una investigación que proporcione valores, resultados de hierro sérico hematocrito - hemoglobina en estas pacientes que acuden al Hospital Andino Alternativo de Chimborazo, a su control periódico gestacional, o con molestias ocasionadas por el mismo.

El propósito real de esta investigación será obtener valores porcentuales que dará mayor visión a los profesionales médicos los cuales atienden directamente a este grupo de mujeres gestantes para así poder mejorar su estado de salud y de su futuro niño, y evitar complicaciones en el momento del parto, o que ese fruto nazca con alguna dolencia.

## CAPITULO II

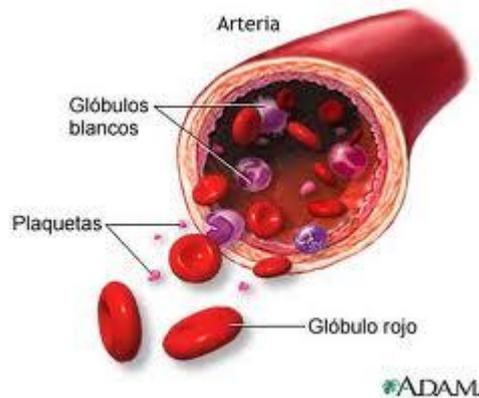
### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. POSICIONAMIENTO PERSONAL

El presente trabajo investigativo se elaboro en base a la teoría del conocimiento que es el pragmatismo, ya que esta teoría vincula a la teoría con la práctica.

#### 2.2. FUNDAMENTACION TEORICA.

##### 2.2.1. SANGRE



(Fuente: Atlas de hematología)

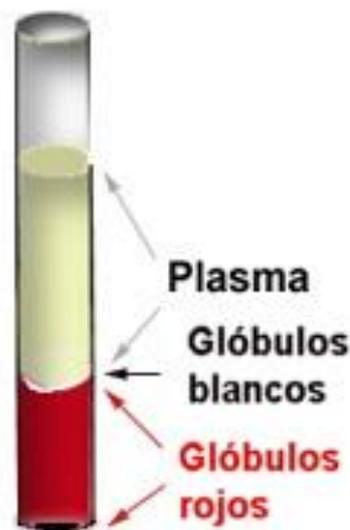
La sangre es un líquido de color rojo que circula por los capilares, arterias y venas del cuerpo, de los seres humanos y de los animales.

La función principal de la sangre es la distribución del oxígeno y los nutrientes a las células del organismo, y recoger los productos de desecho que generan estas mismas células.

En los pulmones, la sangre cede el dióxido de carbono que ha captado procedente de los tejidos, recibe un nuevo aporte de oxígeno e inicia un nuevo ciclo.

Este movimiento circulatorio de la sangre tiene lugar gracias a la actividad coordinada del corazón, los pulmones y las paredes de los vasos sanguíneos.

### 2.2.1.1. COMPOSICIÓN DE LA SANGRE



(Fuente: Atlas de hematología)

La sangre está formada por un líquido amarillento denominado plasma, en el que se encuentran en suspensión millones de células que suponen cerca de 45 % del volumen de sangre total. Tiene un olor característico y una densidad relativa que oscila entre 1,056 y 1,066, y su PH es de entre 7,36 y 7,42. En el adulto sano el volumen de la sangre es una onceava parte del peso corporal, de 4,5 a 6 litros.

Una gran parte del plasma es agua, medio que facilita la circulación de muchos factores indispensables que forman la sangre. Un milímetro cúbico de sangre humana contiene unos cinco millones de corpúsculos o glóbulos rojos, llamados eritrocitos o hematíes; entre 5.000 y 10.000 corpúsculos o glóbulos blancos que reciben el nombre de leucocitos, y entre 200.000 y 300.000 plaquetas, denominados trombocitos. La sangre también transporta muchas sales y sustancias orgánicas disueltas.

- **ERITROCITOS**



(Fuente: Atlas de Hematología McDonald)

Los glóbulos rojos, o células rojas de la sangre, tienen forma de discos redondeados, bicóncavos con un diámetro aproximado de 7,5 micras. En el ser humano y la mayoría de los mamíferos los eritrocitos maduros carecen de núcleo. Su color rojo se debe a la hemoglobina que es el pigmento sanguíneo más importante y su función es la de fijar y transportar el oxígeno. ([http://www.hepatitis.cl/laboratorio\\_hematologica.htm](http://www.hepatitis.cl/laboratorio_hematologica.htm))

- **LEUCOCITOS**



(Fuente: Atlas de Hematología de McDonald)

Las células o glóbulos blancos de la sangre son de dos tipos principales: los granulados, con núcleo multilobulado, y los no granulados, que tienen un núcleo redondeado.

Los leucocitos granulados o granulocitos incluyen los neutrófilos, que fagocitan y destruyen bacterias; los eosinófilos, que aumentan su número y se activan en presencia de ciertas infecciones y alergias, y los basófilos, que segregan sustancias como la heparina, de propiedades anticoagulantes, y la histamina que estimula el proceso de la inflamación.

Los leucocitos no granulados están formados por linfocitos y un número más reducido de monocitos, asociados con el sistema inmunológico. Los linfocitos desempeñan un papel importante en la producción de anticuerpos y en la inmunidad celular.

Los monocitos también ingieren sustancias extrañas, interaccionan con las inmunoglobulinas y con las proteínas del complemento, y contienen enzimas potentes dentro de su citoplasma.

- **PLAQUETAS**



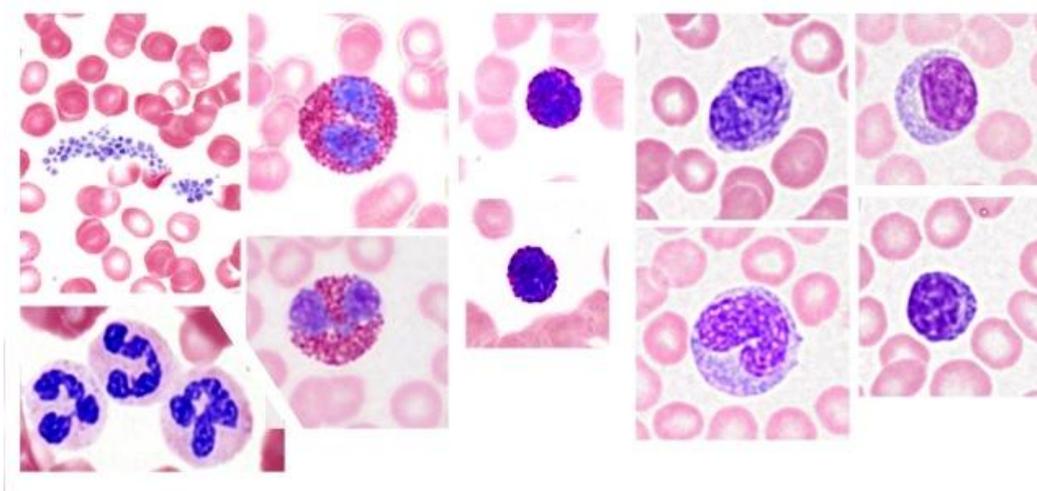
(<http://es.wikipedia.org/wiki/Plaqueta>)

Las plaquetas de la sangre son cuerpos pequeños, ovoideos, sin núcleo, con un diámetro mucho menor que el de los eritrocitos. Los trombocitos o plaquetas se adhieren a la superficie interna de la pared de los vasos sanguíneos en el lugar de

la lesión y obstruyen el defecto de la pared vascular. Conforme se destruyen, liberan agentes coagulantes que conducen a la formación local de trombina que ayuda a formar un coágulo, el primer paso en la cicatrización de una herida.

## **RECUESTO SANGUINEO**

### **FROTIS SANGUINEO**



(Fuente: <http://webs.uvigo.es/mmegias/a-imagenes-grandes/sangre07.php>)

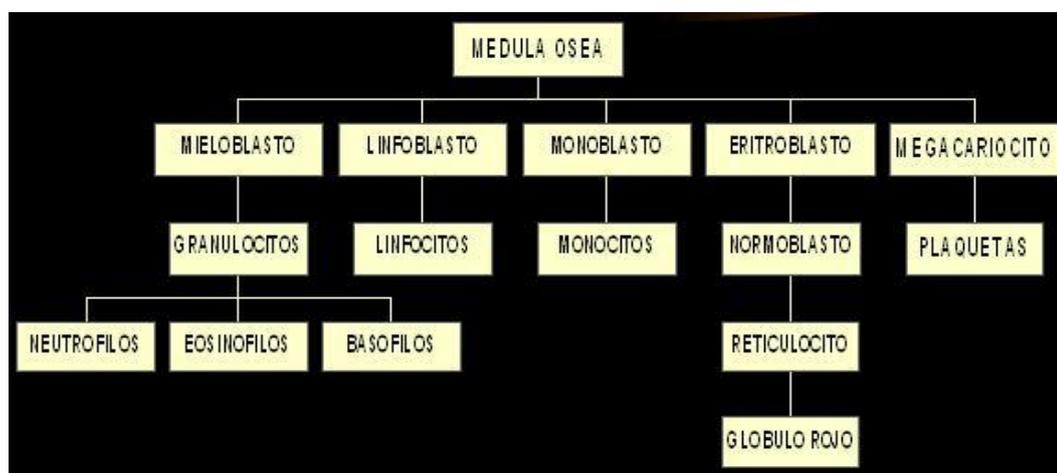
La técnica de laboratorio llamado recuento sanguíneo completo (RSC) es un indicador útil de enfermedad y salud. Una muestra de sangre determinada con precisión se diluye de forma automática y las células se cuentan con un detector óptico o electrónico. El empleo de ajustes o diluyentes distintos, permite realizar el conteo de los glóbulos rojos, los blancos o las plaquetas. Un RSC también incluye la clasificación de los glóbulos blancos en categorías, lo que se puede realizar por la observación al microscopio de una muestra teñida sobre un portaobjetos, o de forma automática utilizando una de las diversas técnicas que existen.

- **PLASMA**

El plasma es una sustancia completa; su componente principal es de agua. También contiene proteínas plasmáticas, sustancias inorgánicas (como sodio, potasio, cloruro de calcio, carbonato y bicarbonato) azúcares, hormonas, lípidos aminoácidos y productos de degradación como urea creatinina. Todas las sustancias aparecen en pequeñas cantidades.

Entre las proteínas plasmáticas se encuentran la albúmina, principal agente responsable del mantenimiento de la presión osmótica sanguínea y, por consiguiente, controla su tendencia a difundirse a través de las paredes de los vasos sanguíneos; una docena o mas de proteínas, como el fibrinógeno y la pro trombina, que participan en la coagulación; aglutininas, que producen las reacciones de aglutinación entre muestras de sangre de tipos distintos y la reacción conocida como anafilaxis, una forma de show alérgico, y globulinas de muchos tipos, incluyendo los anticuerpos, que proporcionan inmunidad frente a muchas enfermedades. Otras proteínas plasmáticas importantes actúan como transformadores hasta los tejidos de nutrientes esenciales como el cobre, otros metales y diversas hormonas.

### 2.2.1.2. FORMACIÓN DE LA SANGRE Y REACCIONES



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

Los eritrocitos se forman en la médula ósea y tras una vida media de 120 días son destruidos por el bazo. En a las células blancas de la sangre, los leucocitos granulosa o granulocitos se forman en la medula ósea; los linfocitos en el timo, en los ganglios linfáticos y en otros tejidos linfáticos. Las plaquetas se producen en la medula ósea. Todos estos componentes de la sangre se agotan o consumen cada cierto tiempo y, por tanto, deben ser reemplazados con la misma frecuencia. Los componentes del plasma se forman en varios órganos del cuerpo, incluyen el hígado, responsable de la síntesis de albúmina y fibrinógeno. Los linfocitos y las células plasmáticas sintetizan ciertas proteínas y otros componentes proceden de la absorción que tiene lugar en el tracto intestinal. (DEKSA, Kather y otros. Guía de pruebas, diagnósticos y de laboratorio. Segunda Edición. Editorial Mosby. Madrid. 1996.)

### 2.2.2. HIERRO

Elemento metálico magnético, dúctil, gris, blanca, que existe como ácidos y sales en ciertos minerales, en prácticamente en todos los suelos y en el área mineral.

Es un componente esencial de la hemoglobina, de los eritrocitos y otros componentes de los sistemas de enzimas respiratorias. La función principal de

estos componentes químicos es el transporte de oxígeno a los tejidos (hemoglobina) y en mecanismos oxidativos celulares.

En la respiración celular y como transportador de los electrones en los citocromos. Está presente en numerosas enzimas la catalasa, peroxidasa y oxigenasa.

Su elevado potencial redox junto a su facilidad para promover la formación de compuestos tóxicos altamente reactivos determina que el metabolismo de hierro sea controlado por un potente sistema regulador. (El manual moderno, 12. ed. Barcelona. 2001).

## **HIERRO SERICO**

El hierro en forma Férrica circula en el plasma unido a la transferína, (siderofilina) proteínas que contienen una concentración normal de 100 ug/100 ml, aunque su capacidad de captarlo llega a los 30 ug. En esta forma es transportada a la médula ósea y los depósitos en donde se guarda como hemociderina y ferritina aunque en la médula una parte pasa directamente desde la transferína a los eritrocitos en su formación.

Como producto de la degradación fisiológica de los eritrocitos normalmente existen una cantidad de hierro libre en circulación, con niveles que fluctúan entre 60-180 ug/dl. Tiene variaciones circundantes de acuerdo con el estado fisiológico del paciente, encontramos más alto en las fases intermenstruales que durante de la menstruación y niveles más bajos en la tarde que en la mañana.

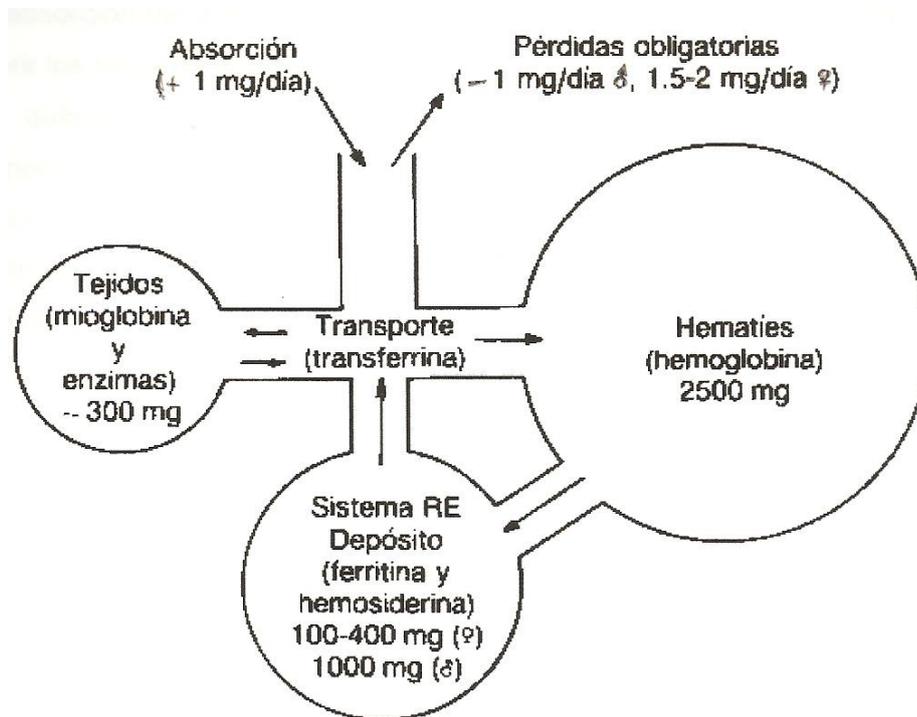
Un individuo normal de 40 Kg de peso tiene en su organismo una cantidad total de hierro, que oscila entre 3 – 5 gr con una concentración total en el suero de 80-180 ug/dl en el varón. En la mujer de 60-160 ug/dl; cerca de las dos terceras partes circulan en los eritrocitos en forma de hemoglobina.

En los tejidos se encuentran en dos formas:

**UTILIZABLE:** Cerca de 1 g en forma de ferritina y hemociderina en la cantidad de ½ gramo en cada uno.

**NO DISPONIBLE:** En la cantidad de 150 gr de los cuales 140 gr se encuentran en los músculos en forma de mioglobina, unos 4 mg. En forma circulante en el plasma, una pequeña parte en enzimas celulares como los citocromos.

### 2.2.2.1. CICLO DE OBTENCION Y ELIMINACION DE HIERRO EN EL ORGANISMO



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

El contenido total de hierro de un individuo normal es aproximadamente de 3,5 a 4 g en la mujer y de 4 - 5 en el hombre. En individuos con un estado nutricional óptimo, alrededor del 65% se encuentra formando parte de la hemoglobina, el

15% está contenido en las enzimas y la mioglobina, el 20% como hierro de depósito y solo entre el 0,1 y 0,2% se encuentra unido con la transferrina como hierro circulante.

#### **2.2.2.1.1. LA CIRCULACIÓN DEL HIERRO**

Entre estos dos compartimientos se produce a través de un ciclo prácticamente cerrado y muy eficiente, del total del hierro que se moviliza diariamente solo se pierde una pequeña proporción a través de la heces, la orina y el sudor. La reposición de las pequeñas cantidades se realizan a través de la ingesta de hierro, a pesar de que la proporción de hierro se absorbe de los alimentos es muy baja, entre 1 y 2 mg (aproximadamente el 10% de la ingesta total) En un adulto normal la hemoglobina contiene aproximadamente 2g de hierro (3,4mg, de Hb), que luego de 120 días de vida media de los eritrocitos, son cedidos a los fagocitos del SER a razón de 24mg/día. De los cuales 1mg en los hombres y 2 en las mujeres son excretados diariamente. El SER recibe también un remanente de hierro que proviene de la eritropoyesis ineficaz (aproximadamente 2mg) de los 25 mg contenidos en el SER, 2 mg se encuentran en equilibrio con el compartimiento de depósito y 23 mg son transportados totalmente por la transferrina hasta la médula ósea para la síntesis de Hb. Para cerrar este ciclo, la medula requiere diariamente 25mg, de los cuales 23 mg provienen del SER y de 1 a 2 mg de la absorción intestinal. Aproximadamente 7 mg se mantienen en equilibrio entre la circulación y los depósitos. (FARRERAS, ROZMAN. Medicina interna. El manual moderno, 12. ed. Barcelona.).

#### **2.2.2.1.2. ABSORCIÓN**

En un individuo normal las necesidades de hierro son bajas en comparación con el hierro circulante, por lo cual se absorbe una pequeña porción del total ingerido.

Esta porción varía de acuerdo con la cantidad y el tipo de hierro presente en los

alimentos, la dieta promedio contiene de 10-15 mg de hierro por día. Un 10 % de esta cantidad se absorbe, la absorción ocurre en el estómago, intestino y yeyuno alto. El hierro de la dieta que se encuentra como hemo se absorbe (del 10-20 %) pero el hierro no hemo un poco menos (1 al 5 %) en gran parte debido a la interferencia por fosfatos, vitaminas y otros constituyentes de los alimentos. Con normalidad se pierden pequeñas cantidades de hierro cerca de 1 mg/ día por exfoliación de las células de piel y mucosas. No hay mecanismo alguno para aumentar las pérdidas corporales de hierro.

### **2.2.2.1.3. FACTORES QUE AFECTAN Y FAVORECEN A LA ABSORCIÓN DEL HIERRO**

El enterocito desempeña un papel central en la regulación de la absorción de hierro, debido a que los niveles intracelulares adquiridos durante su formación determinan la cantidad de mineral que entra a la célula.

El hierro del enterocito ingresa a la circulación de acuerdo con las necesidades y el resto permanece en su interior hasta su descamación. De este modo las células mucosas protegen al organismo contra la sobre carga de hierro proveniente de los alimentos, al ingresar, al almacenar el exceso del mineral como ferritina, que es posteriormente excretada durante el recambio celular normal.

La absorción de hierro puede ser ajustada dentro de ciertos límites para cubrir los requerimientos de este metal, de este modo, condiciones como la deficiencia de hierro, la anemia, hepatopatías, embarazo, hemocromatosis idiopática, la hipoxia, conllevan un aumento en la absorción y capacidad de transporte, aunque es bueno destacar que el incremento en la absorción de hierro hemo es de menor proporción, debido posiblemente a que la superficie absorptiva de la célula intestinal no reconoce el hemo como hierro por lo que el incremento de su absorción se deberá solamente a la pérdida de la saturación de los receptores dentro de la célula y en las membranas basolaterales.

La absorción de hierro puede ser también afectada por una serie de factores como la quilia gástrica el tiempo de tránsito acelerado y los síndromes de la mal absorción.

Además de estos factores existen sustancias que pueden favorecer o inhibir la absorción. Así por ejemplo, el hierro hemo proveniente de las carnes y los pescados es más fácil de absorber que el hierro inorgánico de los vegetales, los que en muchos casos, contienen concentraciones más elevadas del metal. Sin embargo, la adición de pequeñas porciones de carnes o pescado puede aumentar la absorción del hierro fundamentalmente por su contenido de aminoácidos.

Existen además otras sustancias que favorecen la absorción de hierro, como son los agentes reductores, especialmente el ácido ascórbico.

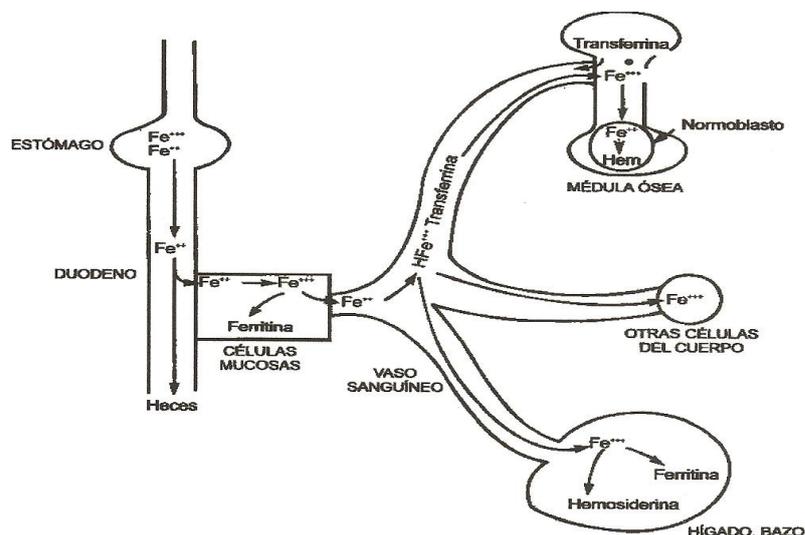
Entre los inhibidores de la absorción de hierro tenemos la ingesta crónica de los alcalinos, carbonatos, la previa ingestión de grandes dosis de hierro, fosfatos, fitatos y taninos. La absorción disminuye proporcionalmente con el volumen de té o café consumidos, así se ha determinado que en la presencia de té la absorción de este mineral disminuye hasta el 60% mientras que en la de café la absorción se reduce hasta el 40%.

Por su parte los fitatos que se localizan en la fibra de arroz, el trigo y el maíz, y la lignina de las paredes de las células vegetales, constituyen potentes inhibidores de la absorción de hierro, debido a la formación de quelatos insolubles. En este sentido se ha calculado que de cinco a 10mg de fitatos puede reducir la absorción de hierro no hemo a la mitad esto se puede evitar con el consumo de pequeñas cantidades de carne y vitamina C que impiden la formación de estos quelatos lo que provoca un aumento de la absorción va a determinar la biodisponibilidad de hierro presente en la dieta.

El conocimiento de los mecanismos que regula la absorción de hierro permite

determinar el valor nutricional de los alimentos y la forma de mejorar su biodisponibilidad, pero también respeten el papel regulador de la mucosa intestinal.

#### 2.2.2.1.4. TRANSPORTE



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

El hierro es transportado por la transferrina que es una glicoproteína sintetizada en el hígado, que posee dos dominios homólogos para el hierro férrico ( $Fe^{3+}$ ). Esta proteína toma el hierro liberado por los macrófagos producto de la destrucción de glóbulos rojos o el procedente de la mucosa intestinal, se ocupa de transportarlo y hacerlo disponible a todos los tejidos que lo requieran, se libera el hierro y el complejo transferrina receptor regresa a la superficie de la célula donde quedan libres y completar el ciclo de transporte. La vida media normal de la molécula de transferrina es de 8 a 10 días, es sintetizada principalmente por el hígado, o bien por células mamarias, SNC, linfocitos macrófagos y testículos, donde la de mayor importancia es la hepática. (Organización Panamericana de la Salud, Manual de técnicas básicas para un Laboratorio de Salud, Washington 2001)

### **2.2.2.1.5. CAPTACIÓN CELULAR**

Todos, los tejidos y células poseen un receptor específico para la transferencia, a través de cuya expresión en la superficie celular, regulan la captación del hierro de acuerdo con sus necesidades. La concentración de estos receptores es máxima en los eritroblastos (80 % del total de los receptores del cuerpo), donde el hierro es captado por las mitocondrias para ser incluido en las moléculas de protoporfirina durante la síntesis del grupo hemo. A medida que se produce la maduración del glóbulo rojo, la cantidad de receptores va disminuyendo, debido a que las necesidades de hierro para la síntesis de la hemoglobina son cada vez menores.

### **2.2.2.2. SIGNIFICADO DE LOS RESULTADOS ANORMALES**

Los niveles superiores a los normales pueden significar:

- Hemocromatosis
- Hemólisis
- Anemias hemolíticas
- Hemosiderosis
- Muerte del tejido hepático (necrosis hepática)
- Hepatitis
- Deficiencia de vitamina B12 y de vitamina B6
- Intoxicación con hierro
- Múltiples transfusiones de sangre

Los niveles inferiores a los normales pueden significar:

- Sangrado gastrointestinal crónico
- Sangrado menstrual abundante y crónico
- Absorción insuficiente de hierro

- Hierro insuficiente en la dieta
- Embarazo

Otras afecciones bajo las que se puede realizar el examen:

- Anemia por enfermedad crónica

### 2.2.2.3. ¿CUÁLES SON LOS RIESGOS?

Extraer una muestra de sangre implica muy poco riesgo. Las venas y las arterias varían en tamaño de un paciente a otro y de un lado del cuerpo a otro, razón por la cual extraer sangre de algunas personas puede ser más difícil que de otras.

Otros riesgos asociados con la extracción de sangre son leves, pero pueden ser:

1. Sangrado excesivo
2. Desmayo o sensación de mareo
3. Hematoma (acumulación de sangre debajo de la piel)
4. Infección (un riesgo leve cada vez que se presenta ruptura de la piel)

### 2.2.2.4. DISTRIBUCIÓN DE HIERRO EN EL ORGANISMO

COMPUESTO	CONTENIDO DE HIERRO (mg)	PORCENTAJE
Hemoglobina	2800	68.31%
Mioglobina	135	3.3%
Ferritina	520	12.7%
Hemosiderina	480	11.7%
Transferina	7	0.17%
Fe. Enzimático	8	1.18%
Fe organismo residual	150	3.65%
	4100 mg	100%

### **2.2.2.5. DEPÓSITOS**

El exceso de hierro se deposita intracelularmente como ferritina y hemosiderina, fundamentalmente en el SRE del bazo, el hígado y la médula ósea. Cada molécula de ferritina puede contener hasta 4500 átomos de hierro, aunque normalmente tiene alrededor de 2500 almacenado como cristales de hidróxido fosfato férrico.

La molécula de apoferritina es un heteropolímero de 24 subunidades de 2 tipos diferentes. L y H, con un peso molecular de 20 cada una, formadas por 4 cadenas helicoidales.

Las variaciones en el contenido de subunidades que componen las moléculas determinan la existencia de diferentes isoformas, las que se dividen en dos grandes grupos: isoformas: ácidas (ricas en cadenas H) localizadas en el corazón, los glóbulos rojos, los linfocitos y los monocitos, y las isoformas básicas (ricas en cadenas L) predominantes en el hígado, el bazo, placenta y los granulocitos.

La función fundamental de la ferritina es garantizar el depósito intracelular de hierro para su posterior utilización en la síntesis de las proteínas y enzimas. Este proceso implica la unión del hierro dentro de los canales de la cubierta proteica, seguido por la entrada y formación de un núcleo de hierro en el centro de la molécula.

Una vez formado un pequeño núcleo de hierro sobre su superficie puede ocurrir la oxidación los restantes átomos del metal a medida que se incorporan.

Las isoformas ricas en cadenas H tienen una mayor velocidad de capacitación esta es la función de este tipo de subunidad. No obstante las cadenas H y L cooperan en la captación del hierro, las subunidades H promueven la oxidación del hierro y las L, la formación del Núcleo Tanto el depósito de hierro como su

liberación a la circulación son muy rápidas. Interviene en este último proceso el flavonmononucleótido. El hierro es liberado en forma ferrosa y convertido en férrico por la ceruloplasmina plasmática, para que sea captado por la transferrina que lo transporta y distribuye al resto del organismo.

La hemosiderina esta químicamente emparentada con la ferritina, de la que se diferencia por la insolubilidad en el agua. Aunque ambas proteínas son inmunológicamente idénticas la hemosíderina contiene un por ciento mayor de hierro (30%).

El volumen de las reservas de hierro es muy variable, pero generalmente se considera que un hombre adulto normal tiene entre 500 y 1500 mg, y una mujer entre 300 y 1000 mg, aunque estos valores dependen grandemente del estado nutricional del individuo. (Organización Panamericana de la Salud, Manual de técnicas básicas para un Laboratorio de Salud, Washington 2001)

#### **2.2.2.6. EXCRECIÓN**

La capacidad de excreción de hierro del organismo es muy limitada. Las pérdidas diarias de hierro son de 0.9 - 1.15 mg/día (0.013 mg/g) en los hombres adultos. De éstos, 0.35 mg se pierden en la materia fecal 0.10 mg a través de la mucosa intestinal (ferritina), 0.20 mg por descamación cutánea.

Las mujeres de edad fértil están expuestas a una depleción adicional de hierro a través de las pérdidas menstruales que incrementan los niveles de excreción diarios a 1,6 mg/día como mínimo.

### **2.2.2.7. LAS CONCENTRACIONES SÉRICAS DE HIERRO**

#### **DISMINUYEN EN:**

1. Variación fisiológica diurna con disminución de hasta 1000 mg/ml al atardecer respecto a los valores de la mañana.
2. El síndrome nefrótico debido a la pérdida urinaria de proteína que incluye transferina, la proteína plasmática de transporte de hierro la transferrina se conoce también a veces como siderofirina.
3. Respuesta a pérdida de sangre crónica durante un periodo prolongado. En el adulto mayor a 40 años debe descartar cáncer gastrointestinal. Otras causas influyen flujo menstrual profuso, úlcera pélvica, colitis ulcerosa.
4. Disminución de ingestión en cualquier edad durante un periodo prolongado de dos a tres meses.
5. Algunos síndromes de mala absorción u otras enfermedades de las vías digestivas como la aclohidrina.
6. En embarazos repetidos especialmente cuando coexisten con ingestión marginal cada embarazo causa una pérdida de hierro de 600-900 mg/dl que se debe en parte a la demanda fetal de este elemento.
7. Padecimientos que conducen a una hematuria crónica ligera como tumores, cálculos, o enfermedades inflamatorias.
8. Infección se presentan rara vez en adultos, aunque es frecuente en niños que tiene infecciones repetidas, como en las vías respiratorias superiores o procesos inflamatorios crónicos.

#### **AUMENTAN EN:**

1. Anemia sideroplástica como la talasemia, debido a una disminución en la síntesis de hierro disponibles en la hemoglobina.
2. Aumento en la ingestión.
3. Aumento en el desdoblamiento de la hemoglobina, como en la hemólisis de la anemia.
4. Individuos que reciben tratamientos como estrógenos cloranfenicol, etc.
5. Hemocromatosis como resultado de un aumento considerable en la absorción de hierro por las células de la mucosa intestinal. (Organización Panamericana de la Salud, Manual de técnicas básicas para un Laboratorio de Salud, Washington 2001)

#### **2.2.2.8. VALORES DE REFERENCIA DE HIERRO SÉRICO**

Varones 59-158 ug/dl

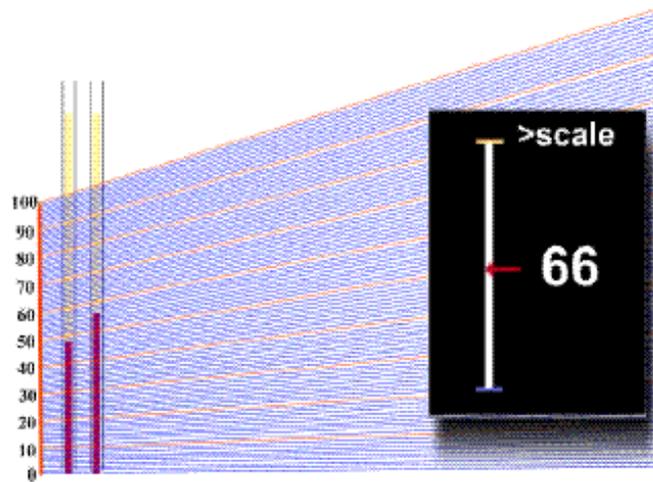
Mujeres 37-145 ug/dl

Niños menores de 1 año 100-250 ug/dl

Niñas 50-120 ug/dl

Los requerimientos de hierro en cada etapa de la vida están determinados por cambios fisiológicos a que se enfrentan el organismo durante su desarrollo. (FARRERAS, Rozman. Medicina Interna. El manual moderno 12. Editorial Barcelona)

### 2.2.3. HEMATOCRITO



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

El hematocrito es el nombre que se da a la fracción de volumen eritrocitario y corresponde al volumen ocupado por los eritrocitos en relación con el volumen total de sangre.

El volumen que ocupa los eritrocitos agrupados es el porcentaje del volumen sanguíneo total cuando un volumen conocido de la sangre se somete a centrifugación de velocidad constante durante un tiempo también constante.

El hematocrito está directamente relacionado con la concentración de la hemoglobina, por lo que su determinación constituye el procedimiento más simple para el diagnóstico de la anemia mientras que un aumento lo es de poliglobulia.

No obstante, debe tenerse siempre en cuenta que el valor diagnóstico del hematocrito depende en gran medida de que el volumen plasmático sea normal.

Así un descenso del volumen plasmático (Hemoconcentración) se traducirá en un aumento relativo del hematocrito (y también de la concentración de hemoglobina) y por tanto, en una falsa poliglobulia. Por el contrario, un aumento del volumen plasmático (hemodilución), producirá un descenso del hematocrito (y también de

la concentración de hemoglobina) con ello una falsa anemia. Otro factor a tener en cuenta es el hematocrito determinado a partir de la sangre venosa es siempre algo inferior al que se obtiene de la sangre capilar. Las Punciones digitales suministrarán valores ligeramente más elevados que las punciones venosas.

El hematocrito, la concentración de hemoglobina y el recuento eritrocitario se relacionan entre sí mediante los llamados índices eritrocitarios de gran utilidad para la orientación diagnóstica de la anemia. El método de referencia para determinar el hematocrito es la centrifugación de sangre en un tubo capilar (micro método) aunque también puede utilizarse un tubo wintrobe (macrométodo), este procedimiento no es tan recomendable debido a su mayor inexactitud e imprecisión.

Ambos métodos se basan en medir el empaquetamiento de la columna de eritrocitos cuando la sangre total con anticoagulante se somete a la acción de una fuerza centrífuga. Por ello entre sus factores de error está el plasma que queda atrapado entre los eritrocitos empaquetados y el posible efecto de los leucocitos plaquetas en la lectura.

Ello obedece a que por elevada que sea la fuerza centrífuga a que se someta la columna de sangre total, siempre permanece cierta cantidad de plasma atrapado entre los eritrocitos. Esto sucede más en el macrométodo que el micrométodo, por lo que este último es preferible al anterior.

El hematocrito es el volumen de eritrocitos expresados como porcentaje del volumen de sangre total de una muestra.

El hematocrito de la sangre venosa, se parece mucho al hematocrito de la sangre total del cuerpo. ([http://www.hematocrito.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hematocrito.cl/laboratorio_sangre.htm))

El hematocrito se puede determinar por el micro método o macro método de

wintrobe. Para el micro método se recomienda los tubos capilares de 7mm de longitud con un diámetro uniforme de 1mm, estos capilares contienen heparina o sin heparina.

### **2.2.3.1. DETERMINACIÓN DEL HEMATOCRITO MEDIANTE EL MICROMÉTODO (MICROHEMATOCRITO)**



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

Principio: El valor del hematocrito se determina aplicando a la sangre total una fuerza centrífuga de 12.000 a 15.000 RPM en tubo capilar. Por su mayor rapidez, simplicidad y fiabilidad es el método recomendado.

#### **MATERIALES:**



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

1. Sangre total (50 ul) mantenida incoagulable con EDTA
2. Tubos capilares de vidrio desechables y no graduados cuyas dimensiones son 1mm de diámetro interior 7.5 cm de longitud. Estos capilares son con anticoagulante o sin él.  
  
Los capilares con anticoagulante contienen heparina y una franja roja en uno de sus extremos. Los anticoagulantes carecen de la franja roja son capilares con filo azul.
3. Cera o plastilina para cerrar uno de los extremos del tubo capilar una vez lleno de sangre.
4. Centrífuga de Micro-hematocrito.
5. Lector de Micro-hematocrito capaz de indicar directamente la relación entre la longitud total de la columna sanguínea y la correspondiente columna de eritrocito.

#### **MÉTODO:**

1. Llenar hasta un máximo de tres cuarta partes de la cantidad del tubo capilar con sangre total y sellar un extremo de este con plastilina.
2. Centrifugar el capilar durante 5 minutos.
3. Finalizar la centrifugación, comprobar que no se haya producido salida de sangre del capilar y extraerlo de la centrífuga. Para leer el resultado se utiliza el lector de microhematocrito. La determinación de hematocrito debe realizarse por duplicado y la diferencia entre los dos valores no debe ser nunca superior a 0.01.

### **2.2.3.2. DETERMINACIÓN DEL HEMATOCRITO MEDIANTE EL MACROMETODO (MACROHEMATOCRITO)**



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

1. Sangre total (0.6ml) mantenida incoagulable en EDTA.
2. Tubo Wintrobe con diámetro interno de 3 mm.
3. Centrífuga cuyos brazos tengan un longitud de 15 cm. con una velocidad de 2000 - 2300 rpm.
4. Cánula para llenar tubo de Wintrobe.

#### **MÉTODO**

1. Llenar con la cánula el tubo de wintrobe con sangre total bien homogenizada.
2. Debe procurar evitar la formación de burbujas de aire en la columna de sangre, así como conseguir que una vez finalizado el llenado la parte superior de la columna de la sangre se halle exactamente a nivel de la marca 10 grabada en el tubo.
3. Centrifugar los tubos durante 30 minutos.
4. La lectura del resultado se realiza extrayendo los tubos de la centrifuga y valorando la lectura en milímetros de la columna eritrocitaria, que corresponde a una fracción de la longitud original de la columna sanguínea debe excluirse de la lectura de la columna los leucocitos y plaquetas.

### 2.2.3.3. VALORES DE REFERENCIA E INTERPRETACIÓN

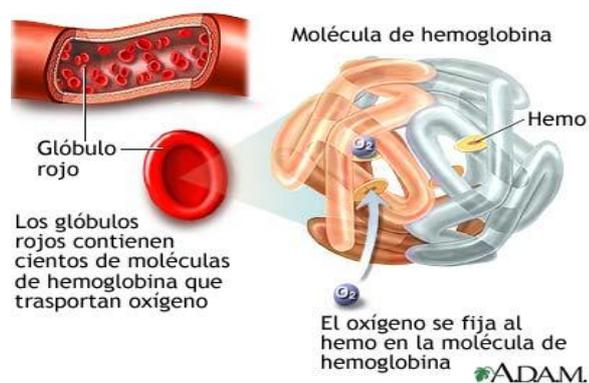
El valor de hematocrito, al igual que la concentración de eritrocitos en sangre y se expresan %, son diferentes para el hombre, mujer, niños y embarazo.

Recién nacido de	49 - 60 %.
Niños mayores	36 - 45 %
Adultos hombres	57 - 54 %
Adultos mujeres	37 - 47 %
Embarazo	32 - 43 %

Además hay que tener en cuenta que el hematocrito depende del número, forma y tamaño de los eritrocitos.

Se encuentran valores bajos de hematocrito en personas que sufren de anemia y de estados hidrémicos como descomposición cardíaca embarazo, etc. El hematocrito es alto en los niños recién nacidos bajando después hasta un nivel mínimo luego del primer año de edad. En mujeres mayores de 50 años, en caso de pérdida de plasma, quemaduras graves, deshidratación diarrea infantil cólera en menor concentración.

### 2.2.4. HEMOGLOBINA



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

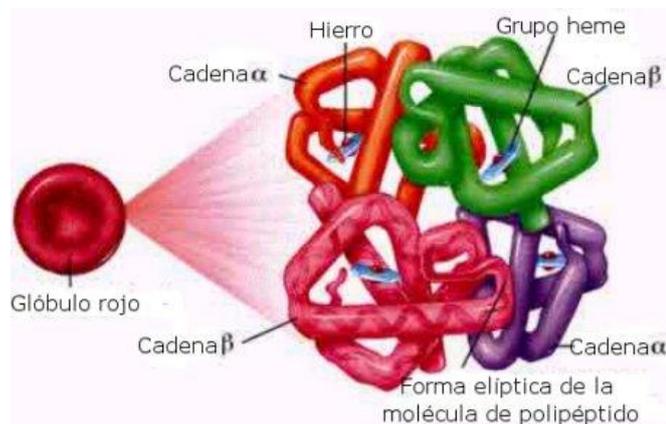
La hemoglobina, pigmento especial que predomina en la sangre cuya función es el transporte de oxígeno.

Está presente en todos los animales, excepto en algunos grupos de animales inferiores. Participa en el proceso por el que la sangre lleva los nutrientes necesarios hasta las células del organismo y conduce sus productos de desecho hasta los órganos excretores.

También transporta el oxígeno desde los pulmones donde la sangre la capta, hasta los tejidos de cuerpo. La deficiencia de hemoglobina originada por la carencia de hierro conduce a la anemia.

La hemoglobina transporta más de veinte veces su volumen de oxígeno. Su unión con el monóxido de carbono es irreversible, es decir, no puede volver a unirse al oxígeno ante lo que se origina la asfixia.

#### 2.2.4.1. ESTRUCTURAS DE LA HEMOGLOBINA



(Fuente: <http://www.ecogenesis.com.ar/index.php>)

La hemoglobina (Hb) es una molécula proteica que constituye el 95 % de peso seco eritrocitario. Debido a ello es el componente funcional más importante del

eritrocito. La molécula de hemoglobina pesa 64.500 Daltons.

Mediante la hemoglobina el eritrocito realiza su función transportadora de oxígeno (O<sub>2</sub>) desde los pulmones a los tejidos, en los pulmones, el O se fija a la Hb y da lugar a la formación de oxihemoglobina (HbO<sub>2</sub>) y de esta forma es transportada hacia los tejidos, donde el O<sub>2</sub> es liberado y la Hb se reduce a de desoxihemoglobina (Hb –red).

Cada molécula de Hb puede fijar un máximo de 4 moléculas de oxígeno (u 8 átomos) y en este caso se diría que está saturada. La unión entre el O<sub>2</sub> y la Hb es de tipo coordinado y por tanto fácilmente disociable.

La molécula de hemoglobina está formada por 4 moléculas de globina iguales 2 a 2 y cuatro hemo, cada uno de los cuales se halla unido a una cadena de globina. La globina es una proteína globular cuyas características varían con el desarrollo de los organismos, de forma que difieren según se trate de la vida embrionaria, la fetal a la adulta. En el individuo adulto existen cuatro formas moleculares diferentes de cadenas globínicas.

- ✓ Cadena Alfa
- ✓ Cadena Beta
- ✓ Cadena Delta
- ✓ Cadena Gamma

En el curso del desarrollo de organismo humano estas cadenas se combinan entre sí de diferente manera, lo cual produce diversas formas moleculares de hemoglobina.

El grupo Hemo es el componente no proteico de la Hb y a él se debe el color rojo de la sangre. Estructuradamente se compone de una porfirina (Protoporfirina IX) formada por 4 pirroles en disposición espacial bidimensional o plasma y 1 átomo de Fe en estado reducido Fe<sup>-+</sup> situado en el centro. La proporfirina IX es

sintetizada en el eritroblasto a partir de glicocola y ácido succínico para lo cual se requiere de fosfato de piridoxal (Vitamina B6). El átomo de Fe<sup>++</sup> se halla fijado a los 4 grupos pirroles mediante valencias de coordinación.

#### **2.2.4.2. FUNCIONES DE LA HEMOGLOBINA**

Consiste fundamentalmente en el transporte de oxígeno desde los pulmones a los tejidos y en parte también del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en sentido inverso.

A diferencia del transporte de oxígeno, el CO<sub>2</sub> por la hemoglobina, se realiza mediante unión covalente con los grupos amino de las cadenas globínicas, dando lugar a la carbaminohemoglobina, que tiene un color algo más oscuro que la oxihemoglobina.

El resto de CO<sub>2</sub> que constituye la mayor parte, es transportado por el plasma en forma de bicarbonato.

Cuando la concentración de O<sub>2</sub> es elevada, como sucede en los pulmones, todas las moléculas de hemoglobina se satura de oxígeno y cuando disminuyen como sucede por ejemplo, en los tejidos, la hemoglobina libera, progresivamente su oxígeno de acuerdo con una cinética sigmoide característica.

En la función hemoglobínica interviene también factores reguladores diversos, entre los que destacan el pH (concentración hidrógenos), la propia concentración de CO<sub>2</sub> y el 2,3 difosfoglicerato (2,3 DPG) un metabolito de la glucólisis, esta actúa disminuyendo la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, lo que favorece con ello la liberación del oxígeno en los tejidos (oxigenación).

#### **2.2.4.3. CATABOLISMO DE LA HEMOGLOBINA**

El catabolismo de la hemoglobina es un proceso inherente a la destrucción fisiológica de los eritrocitos por los macrófagos del organismo (médula ósea y

bazo principalmente). Desde que sale de la médula ósea, un eritrocito normal circula por la sangre unos 120 días y al igual que cualquier otra célula, va perdiendo su capacidad metabólica y antioxidante. Este envejecimiento fisiológico produce lesiones irreversibles en la de su membrana, que facilitan su eliminación por el sistema mononuclear fagocítico (SMF).

De hecho los eritrocitos envejecidos dejan de ser reconocidos por el organismo y se comportan como partículas extrañas que al igual que éstas, son finalmente destruidos.

Como consecuencia de ello en la propia célula macrofágica, la hemoglobina se degrada en sus constituyentes elementales, globina y hemo. Los aminoácidos de la globina son reutilizados y el hemo pierde su átomo de hierro, que también se reutiliza para la síntesis de HB.

El componente estructural del grupo, la protoporfirina IX, se transforma en un producto de excreción conocida como bilirrubina que se elimina por las heces (pigmento biliar).

El hierro que se acumula en forma de hemosiderina es progresivamente transferido al plasma (transferina y ferritina) y a través de éste llega a la médula ósea y se utiliza para la síntesis de nuevas moléculas de hemoglobina.

Debido a la poca absorción de hierro por vía digestiva, este proceso de reutilización es fundamental para mantener normal la concentración de hemoglobina del organismo.

La bilirrubina plasmática se une a la Albúmina y llega al hígado donde se une al ácido glucorónico, transformándose en bilirrubina conjugada (o directa) que como tal, se elimina por vía digestiva. Cuando en condiciones patológicas aumentan la destrucción eritrocitaria (hemólisis), aumenta paralelamente la concentración de

bilirrubina plasmática, lo que provoca ictericia cuando se deposita en los tejidos cutáneos y las mucosas. La bilirrubina procedente de la hemólisis debido a que no ha sido aún metabolizada por el hígado, se halla en mayor medida en su forma libre o no conjugada (bilirrubina indirecta).

Una hiperbilirrubinemia de predominio indirecto es por tanto muy probable de origen hemolítico. Por el contrario, cuando predomina la bilirrubina directa o conjugada, es que está ha pasado por el hígado y por tanto, obedece a una enfermedad hepática.

Existe un trastorno congénito relativamente frecuente (enfermedad de Gilbert) en el que el hígado tiene disminuida su capacidad para conjugar bilirrubina. Debido a ello en esta enfermedad suelen observarse elevaciones variables o intermitentes de bilirrubina indirecta del plasma lo que hace que se confunda a menudo con el síndrome hemolítico.

Desde las cánulas biliares la mayor parte de la bilirrubina conjugada, pasa , al conducto biliar común y de ahí al tracto intestinal, en donde la flora intestinal separa al ácido glucorónico, dejando libre la bilirrubina, la cual se reducirá según el tipo de flora presente. Uno de los productos de reducción es el Urobilinógeno, un compuesto incoloro que consta en su mayor parte de esterocobilinógeno. Por lo tanto la bilirrubina es el pigmento fundamental hallado en las heces. Una pequeña cantidad de urobilinógeno se absorbe en el tracto intestinal y se excreta de nuevo por el hígado o pasa a la orina. Cuando las heces y la orina se exponen al aire se oxida hasta el grupo de compuestos de Urobilina. ([http://www.hemoglobina.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hemoglobina.cl/laboratorio_sangre.htm)).

#### **2.2.4.4. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA EN SANGRE**



(Fuente: <http://www.sysmex-lifescience.com/Flujo-de-trabajo-del-ensayo-OSNA-178-4.html>)

La determinación de la concentración de la hemoglobina en la sangre es fundamental para el diagnóstico de una anemia. Esta trascendencia clínica es un ejemplo de una metodología muy fiable y basada en las propiedades físico-químicas de la hemoglobina.

Por ello, desde 1967, el ICSH recomienda emplear el método calorimétrico de la cianmetahemoglobina basado en el cálculo de la absorbencia lumínica de una solución de Hemoglobina previa transformación de alguno de sus derivados coloreados.

#### **2.2.4.5. MÉTODO DE LA CIANMETAHEMOGLOBINA (ICSH-OMS)**

Principio:

- ✓ La hemoglobina de la sangre se une al ferricianuro de potasio y se forma la

metahemoglobina.

- ✓ La metahemoglobina se une al cianuro de potasio y se forma la cianmetamoglobina.

Se utiliza los siguientes reactivos:

Solución de Drabki

Bicarbonato de sodio

Cianuro de potasio

Ferricianuro de potasio.

Agua destilada.

Esta solución debe ser limpia y colocada en frasco de vidrio oscuro resguardada de la luz. No debe conservarse más de un mes:

2 Patrón estándar de cianmetahemoglobina.

## **MATERIALES**

1. Espectrofotómetro.
2. Tubos de 12-100 mm
3. Sangre venosa total, mantenida con antiguagulante EDTA-K3 o en heparina.

Puede también utilizarse sangre capilar.

4. Pipetas volumétricas calibradas de cristal de 5 ml.
5. Pipetas automáticas de 0.02ml (20 ul) o pipeta de sahlí.

## MÉTODO Y TÉCNICA

1. Conectar el espectrofotómetro según las especificaciones de la casa comercial.
2. Homogenizar bien la sangre mediante agitación suave durante un tiempo mínimo de 5 minutos o por inversión del tubo 20 veces.
3. Pipetear 5 ml solución de Drabkin en tubo.
4. Mediante micro pipeta añadir 0.02ml de sangre o 20ul de sangre homogenizada en el tubo con solución de Drabkin. Al realizar esta operación, es fundamental eliminar el exceso de sangre que puede quedar en las paredes externas del capilar antes de introducirlo en el reactivo y procurar así mismo que no quede sangre adherida a las paredes internas de la pipeta.
5. Agitar el tubo mediante inversión (4-5 veces) con el fin de homogenizar bien la mezcla sangre –reactivo y esperar mínimo 5 minutos para que se produzca la hemólisis total y se completa la transformación de toda la hemoglobina en cianmetahemoglobina.
6. Leer la absorbencia de la solución a 540 nm o 546 nm con blanco de reactivo.
7. Para calcular la concentración de hemoglobina es recomendable disponer de una gráfica o curva de calibración o aplicando la siguiente formula.

$$\text{Hemoglobina g/dl} = \frac{\text{A (muestra) x Concentración de Standard}}{\text{A (Stándar)}}$$

A. absorbancia o densidad óptica.

8. Cuando utilizamos factor.

$$\text{Hemoglobina g/dl} = \text{A (muestra) x Factor (36.7)}$$

## **CAUSA DE ERROR EN LA DETERMINACIÓN DE HEMOGLOBINA**

### **ERRORES EN LA OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE SANGRE**

- Error de extracción
- Empleo de anticoagulantes no recomendados.
- Coagulación parcial de la sangre

### **ERROR DE LA DILUCIÓN**

- Empleo de pipetas volumétricas mal calibradas, sucias o húmedas.
- No eliminación del exceso de sangre adherida a las paredes externas del capilar antes de introducirlo al reactivo.
- Dilución incompleta de la sangre en el reactivo.

### **ERROR DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA HEMOGLOBINA EN CIANMETAHEMOGLOBINA**

- Empleo de reactivo de Drabkin mal preparado o caducado.
- Lectura antes del tiempo necesario para la completa transformación de hemoglobina en cianmetahemoglobina.

### **ERROR DE LA DETERMINACIÓN**

- Empleo de instrumentos no calibrados.
- Cubetas sucias, deterioradas o no ajustadas
- Solución turbia de cianmetahemoglobina.
- Error de conservación de reactivo

### **ERROR DE LA CONCENTRACIÓN DEL REACTIVO**

- Congelación del reactivo

- Conservación del reactivo en botella de polietileno.

#### **2.2.4.6. VALORES DE REFERENCIA E INTERPRETACIÓN**

Los valores normales de hemoglobina varían según la edad, sexo, altitud geográfica y otros factores. Se expresan en gramos / 100 ml.

Adultos hombres	14.0 -17.5 g /100 ml
Adultos mujeres	13.0 - 16.0 g / 100 ml
Embarazo	10.0 - 14.0 g / 100 ml
Recién nacido	17.0 - 19.0 g / 100 ml

En el embarazo suele bajar la concentración de hemoglobina para ascender luego del parto.

El aumento de este pigmento sugiere hemoconcentración, por policitemia o deshidratación.

La concentración baja de hemoglobina puede indicar anemia, hemorragia reciente o extensión de líquidos.([http://www.hemoglobina.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hemoglobina.cl/laboratorio_sangre.htm))

#### **2.2.5. RELACIÓN HEMATOCRITO HEMOGLOBINA**

Los eritrocitos están relacionados con el dato de la hemoglobina y con el hematocrito, considerándose globalmente con relación de 3 a 1 es decir que con un hematocrito de 30 debe corresponder una hemoglobina de 10, esta cifra no es real pues el hematocrito está integrado por una masa compacta de eritrocitos lo cual se obtiene por medio de la centrifugación y si estos son pequeños como ocurre en las anemias hipocromicas, se requiere mucho más de lo necesario normalmente para formar el mismo hematocrito; por ejemplo.

Un hematocrito de 30% con una anemia microcítica le puede corresponder una cifra de glóbulos rojos de 4.000.000 y la hemoglobina puede estar por debajo de 9 g/100ml.

Igual ocurre con la anemia macrocítica y eritrocitos grandes de 10  $\mu^3$ , mayor número de eritrocitos forman el mismo hematocrito que se requiere normalmente entonces la relación se pierde.

### **2.2.6. ÍNDICES HEMATIMÉTRICOS**

Es un examen hematológico además de valorar los parámetros ya mencionados, es posible estudiar otras propiedades de los hematíes por medio de la interrelación de cifras entre hematíes / $\text{mm}^3$ , cantidad de Hb en gramos /100 ml y hematocrito.

Es importante conocer estos índices no sólo como un elemento más de diagnóstico sino porque muchos autores los consideramos para la clasificación de las anemias.

Los índices eritrocitarios proporcionan información sobre las características de tamaño (VCM), cantidad (HCM) y concentración de hemoglobina de los hematíes (CHCM), necesarios para calcular los índices son el hematocrito, hemoglobina y glóbulos rojos.

La hemoglobina corpuscular media expresa el peso de hemoglobina por promedio de un eritrocito, las células macrocíticas tienen más hemoglobina que la microcíticas, estos valores son paralelos a los del VCM.

La concentración de hemoglobina corpuscular media es el promedio de la concentración medio o porcentaje de hemoglobina en cada hematíe y se indica por los términos hipocrómico, normocrómico e hipercrómico.

### **2.2.6.1. VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO (VCM)**

Permite conocer el volumen de cada eritrocito.

VCM se define como el promedio o tamaño medio de un hematíe e indica los términos microcítico, normocítico y macrocítico.

Relaciona el valor del hematocrito con la cantidad en millones de glóbulos rojos / mm<sup>3</sup>.

$$\text{VCM} = \frac{\text{Hematocrito} \times 10}{\text{No de eritrocitos en millones /mm}^3}$$

Los datos obtenidos se expresan en femtolitros (fL) o u<sup>3</sup>

Valor normal: oscila entre 89- 95 micras cúbicas.

**SIGNIFICADO:** En las anemias simples pueden tener valores de 75 micras cúbicas en anemias microcíticas hipocromicas.

Se obtendrá de 50-70 micras cúbicas y en las anemias macrocíticas varia de 95-160 micras cúbicas.

### **2.2.6.2. HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA (HCM)**

Como su nombre lo indica, da idea del peso promedio de Hb. Contenida por eritrocito.

En la práctica se determina.

$$\text{HCM} = \frac{\text{Hb en gramos /100ml} \times 100}{\text{Dos primeras cifras de eritrocitos}}$$

Valores normales:

En la persona adulta oscilan entre 27-33 ug.

En el niño estos valores disminuyen hasta cerca de 7 ug.

**SIGNIFICADO:**      En anemias microcíticas simples varían de 22-26 ug  
                            En anemias microcíticas hipocromicas entre 14-21 ug  
                            En anemias normocíticas de 27-32 ug  
                            En las anemias macrocíticas de 30-52 ug.

### **2.2.6.3. CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA (CHCM)**

Indica la concentración hemoglobínica en por ciento por la unidad. Su cálculo se obtiene al dividir la cantidad de Hb contenida en una unidad de volumen de sangre por el volumen de los eritrocitos contenidos en esa cantidad.

$$\text{CHCM} = \frac{\text{Hb}/100\text{ml} \times 100}{\text{Volumen globular}}$$

Valores normales: oscilan entre 32-34 %

**SIGNIFICADO:** Este índice carece de valor, salvo en las hipocromicas graves donde se reducen a valores que llegan a un 24%.  
([http://www.hemoglobina.ellaboratorio\\_sangre.html](http://www.hemoglobina.ellaboratorio_sangre.html)).

## **2.2.7. ALTERACIÓN ERITROCITARIA**

Las anormalidades en el cuadro eritrocitario que se describen a continuación depende de 4 causas.

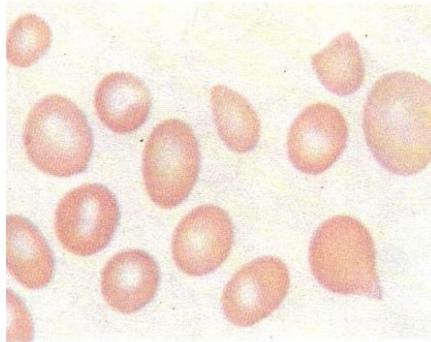
1. Eritropoyesis anormal.
2. Formación inadecuada de hemoglobina.
3. Daños a cambio que afectan los eritrocitos después de dejar la médula ósea.
4. Aumento de la eritropoyesis para compensar la anemia.

Estos procesos conducen a anormalidades del eritrocito como:

- Variación del tamaño (ANISOCITOSIS)
- Variación de la forma (POIQUILICITOCIS)
- Disminución o contenido de hemoglobina (HIPOCROMIA O ANISOCITOCIS)
- Concentración de células esféricas de tamaño pequeño, coloreadas más intensamente que los eritrocitos normales, fragmentación (ESFEROCITOS, ESQUISTOCITOS).
- Signos de inmadurez (POLICROMASIA, ERITROBLASTOS, PUNTEADO BASAÓFILO). (HERNER, Freíd. Atlas de Hematología. Novena edición. Editorial Mc-Grawn Hill 1998 España S.A.V.)

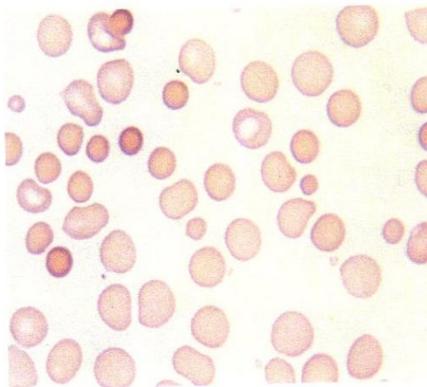
### **2.2.7.1. ALTERACIONES DEL TAMAÑO**

ANISOCITOSIS. Variación en el tamaño de los eritrocitos: Son hallazgos inespecíficos que se aprecian casi en todos los casos de Anemia severa.



(Fuente: Atlas de Hematología)

**MICROCITOSIS.** El examen de la morfología eritrocitaria suele mostrar una población uniforme de eritrocitos de pequeño tamaño y con escaso contenido hemoglobínico. Esto se observan en la anemia ferropénica y hemolítica.



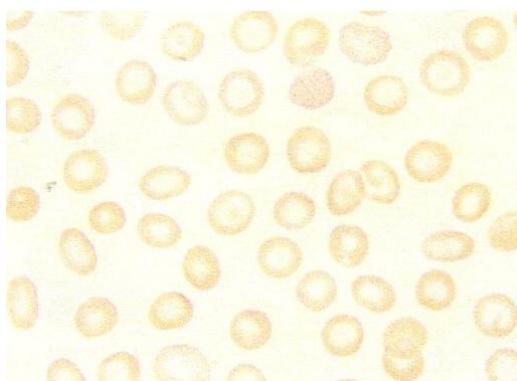
(Fuente: Atlas de Hematología)

### **2.2.7.2. ALTERACIÓN DE COLOR**

Su aparición refleja alteraciones en el contenido hemoglobínico.

**ANISOCROMIA:** Indica la coexistencia de eritrocitos con distintas intensidades cromáticas, son eritrocitos hipocromos y normocromos fenómeno que se observa en la Anemia ferropénica tratada, después de la práctica de una transfusión sanguínea o en el curso evolutivo de algunas anemias denominadas refractarias.

**HIPOCROMIA:** Es siempre consecuencia de una disminución del contenido hemoglobínico eritrocitario, los eritrocitos se tiñen débilmente, son pálidos con gran centro acromático corresponden a anemias ferropénicas. La ferropenia se debe a defectos de la síntesis del hemo o la talasemia defecto de la síntesis de la globina. (HERNER, Freíd. Atlas de Hematología. Novena edición. Editorial McGraw Hill 1998 España S.A.V.)



(Fuente: Atlas de Hematología)

## 2.2.8. EMBARAZO



(Fuente: <http://www.nutricion.pro/23-06-2011/colesterol/fumar-en-el-embarazo-reduce-colesterol-bueno-en-bebes>)

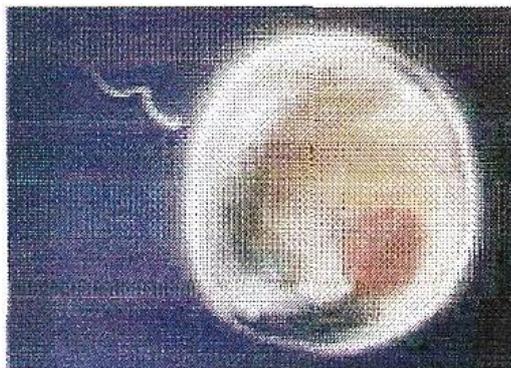
El embarazo comienza cuando el espermatozoide de un hombre fecunda al ovulo

de una mujer y este ovulo fecundado se implanta en la pared del útero. Como el embarazo altera los esquemas hormonales normales de una mujer, uno de los primeros síntomas del embarazo es la pérdida del periodo menstrual. Otros síntomas son: aumento de la sensibilidad de las mamas, cansancio náuseas sensibilidad a los olores, mayor frecuencia en la micción cambios de humor y aumento de peso. Ciertas mujeres también experimentan deseos de sustancias poco usuales, como hielo, arcilla, o almidón de maíz. Este estado llamado pica puede ser indicativo de una insuficiencia de hierro u otros nutrientes. Antes de la duodécima semana de embarazo es posible que algunos de estos síntomas remitan, pero aparecen otros. Por ejemplo, los senos aumentan de tamaño y se oscurecen los pezones. El síntoma más evidente es el aumento de peso.

El embarazo es un estado normal o fisiológico, que el ser humano tiene una duración. Promedio de 280 días contados a partir del primer día de la fecha de la última menstruación, sin embargo pueden existir desviaciones de los cambios normales y dirigirlo hacia un estado patológico o enfermedad.

El objetivo principal del control de la gestante es determinar en forma precoz las alteraciones que puedan ocurrir en la madre o en el feto para realizar un tratamiento adecuado.

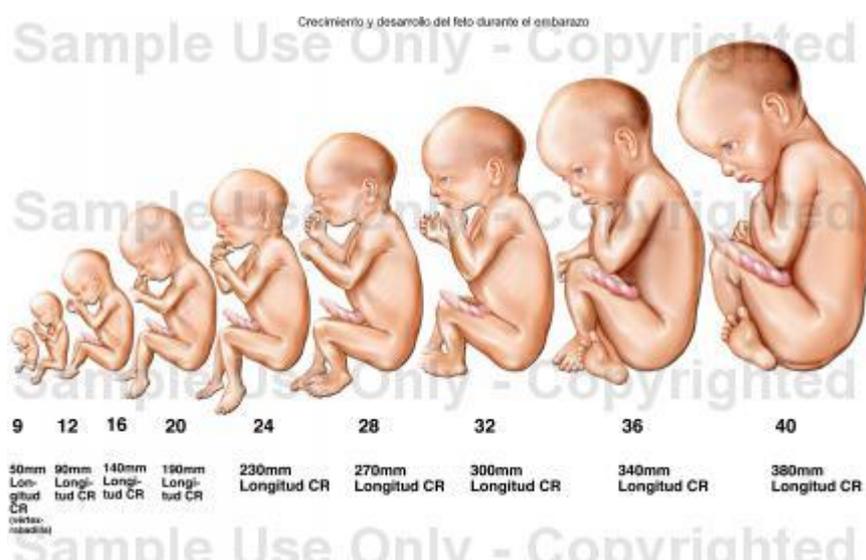
### **2.2.8.1. ETAPAS DEL EMBARAZO**



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

Las 40 semanas del embarazo se dividen en tres trimestres. En estas etapas se producen cambios fisiológicos tanto en el embrión como en la madre.

El bebé que se está desarrollando recibe el nombre de embrión durante las diez primeras semanas, después se denomina feto. Todos sus órganos importantes se desarrollan durante el primer trimestre.



(Fuente: <http://www.bebesyembarazo.com/index.php>)

En el segundo trimestre, el embarazo de la madre es evidente, tanto externa como internamente. Su ritmo cardíaco y presión sanguínea aumentan para adaptarse a las necesidades del feto.

En el tercer trimestre, la mujer embarazada tiende a sufrir calor e incomodidades durante este periodo, los órganos del feto maduran.

## 2.2.8.2. IMPORTANCIA DEL HIERRO EN EL EMBARAZO

Durante la gestación ocurre un incremento acentuado en la formación de tejidos que impone requerimientos elevados de nutrición el aumento de volemia materna

y la formación acelerada la sangre fetal representa exigencias mayúsculas de hierro.

A diferencia de otros minerales, las reservas férricas del organismo son limitadas y es preciso aumentar el consumo de este elemento en forma significativa durante el embarazo.

### **2.2.8.3. REQUERIMIENTOS EN CADA TRIMESTRE**

#### **PRIMER TRIMESTRE**



(Fuente <http://www.olebebe.com/2009/02/16/aborto-espontaneo/>)

Las necesidades nutricionales no aumentan durante este periodo pero sí es importante que la alimentación sea variada y balanceada.

Es frecuente que algunas mujeres lleguen al embarazo con unas bajas reservas de algunas vitaminas o minerales, como consecuencia de la poca ingesta de leche, yogurt y queso imprescindible para el aporte de calcio.

Las frutas y las verduras pueden no ser parte de la alimentación habitual por seguir dietas no equilibradas para adelgazar o por comer las llamadas "comidas rápidas", con el consiguiente déficit de vitaminas.

Por lo tanto la embarazada deberá ser cuidadosa en la elección de alimentos,

prefiriendo carnes o pescados. Legumbres, leche y quesos, verduras y frías. El azúcar, los dulces y las gaseosas deben ser ingeridos con moderación, como así también la sal o las comidas saladas.

## **SEGUNDO Y TERCER TRIMESTRE**



(Fuente: <http://www.embarazosemanasemana.com/etapas-del-embarazo-paso-a-paso/>)

Durante estos meses, el tamaño del bebe aumenta de forma importante la madre debe optar por una alimentación variada, pero en mayores cantidades en relación al primer trimestre. Por otro lado, debe mantener una placenta rica en estos nutrientes, de donde el bebé Toma las sustancias necesarias para su adecuado crecimiento y desarrollo.

### **2.2.8.4. CONSECUENCIAS DE LA CARENCIA DE HIERRO EN EL EMBARAZO**

Con el embarazo aparece una serie de cambios en el metabolismo de la mujer que implican un aumento de las necesidades nutricionales para abastecer satisfactoriamente las demandas del nuevo ser que comienza a gestarse en el vientre.

El nuevo territorio sanguíneo provocado por la placenta causa un aumento progresivo del volumen de sangre circulante a expensas del plasma. Este aumento

comienza alrededor de la décima semana de gestación y se extiende hasta las 30 a 40 semanas, para posteriormente estabilizarse hasta el parto.

Esto va a originar una dilución de la sangre en sus componentes, lo que conllevará a una elevación de los glóbulos rojos, pero igualmente no alcanzará a compensar el acumulo del plasma. Para que dicha elevación se lleve a cabo es imprescindible que el organismo disponga de una cantidad adecuada de hierro para formar la hemoglobina, principal componente de los glóbulos rojos, encargada, del transporte del oxígeno hacia los distintos órganos.

Con los alimentos normalmente se ingieren de 12 a 15mg. Por día de hierro, el cual es transformado en el estómago para finalmente absorberse a nivel intestinal solo de 0.5 a 1.5 mg.

(<http://escuela.med.puc.cl/departamentos/obstetricia/altorieso/anemia.html>.)

En la mujer embarazada, dicha absorción se encuentra elevada alcanzando cifras entre 1,5 y 2,6mg.

Cuando el estado nutricional de estas mujeres es saludable sus depósitos de hierro son suficientes para satisfacer el volumen sanguíneo circulante.

Pero en otras, es necesario la administración de suplementos de hierro y de ácido fólico ya que no cuentan con las cantidades suficientes Dará afrontar este nuevo estado.

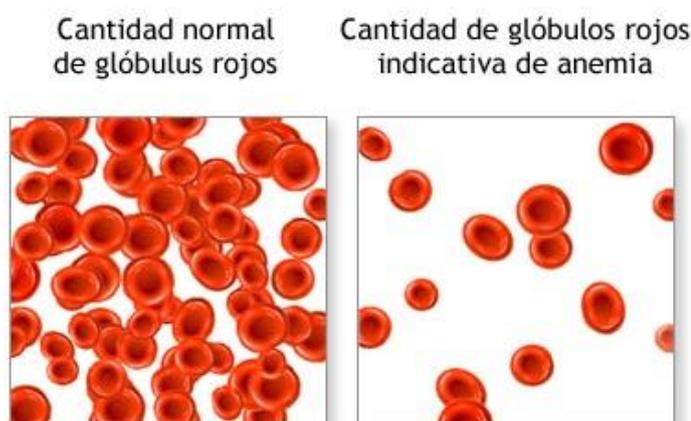
La aparición de una anemia ferropénica es la consecuencia de un consumo bajo y mantenido de hierro respecto a las necesidades. La causa principal en la aparición y desarrollo de la anemia ferropénica es el descenso de los depósitos de hierro orgánicos, provocando paralelamente una reducción del número de hematíes o glóbulos rojos.

La anemia ferropénica que se debe a una ingesta inadecuada de hierro es la más frecuente en nuestro medio. Una alimentación insuficiente o monótona puede favorecer un consumo habitual bajo en hierro.

La anemia se caracteriza por una disminución en la concentración de la hemoglobina o en la capacidad de transportar oxígeno en la sangre.

La deficiencia de hemoglobina se puede deber a la disminución del número de eritrocitos, por volumen de sangre o a una reducción del contenido de hemoglobina del interior de los mismo.

### 2.2.9. ANEMIA



(Fuente: Atlas de Hematología)

Definición:

La anemia es una disminución de la concentración de la hemoglobina (Hb) en la sangre. Toda anemia se acompaña invariablemente de un descenso del hematocrito y casi siempre del número de eritrocitos. Según la OMS existe anemia cuando la concentración de hemoglobina de la sangre es inferior a 13 gr/dl en el hombre y en la mujer menor a 12 g/dl.

Al valorar una anemia debe tenerse en cuenta todas las situaciones en las que

pueda existir una alteración de la distribución entre el volumen plasmático y el globular, ya que esta puede dar lugar a falsas disminuciones de la concentración de hemoglobina (falsa anemia por hemodilución). Tal sucede en algunas situaciones fisiológicas como el embarazo (anemia fisiológica). La anemia constituye una de las causas más frecuentes de consulta hematológica, por lo tanto su diagnóstico clínico como el etiopatológico revisten un gran interés.

Debido a su frecuente asociación a numerosos procesos patológicos, las causas de la anemia son muy diversas aunque su mecanismo común es el desequilibrio entre la formación de eritrocitos por la médula ósea (eritropoyesis) y su eliminación por el sistema mono nuclear fagocítico (SMF). El descenso de la eritropoyesis se caracteriza fundamentalmente por una alteración cualitativa o cuantitativa de los eritroblastos y una disminución del número de reticulocitos en sangre periférica (anemia arregenerativa) por el contrario, el aumento de los eritroblastos y reticulocitos es un índice de elevada capacidad de regeneración medular (anemia regenerativa).

La causa más frecuente de anemia es la ferropenia (anemia ferropénica) que afecta de forma especial a las mujeres y a los niños en edad de crecimiento.

Desde el punto de vista fisiopatológico la anemia puede clasificarse en dos grandes grupos: Anemia regenerativa y anemia arregenerativa.

### **ANEMIA REGENERATIVA**

Se caracteriza por un aumento de los precursores eritroides a nivel de la médula ósea o regeneración eritroblástica en un intento por compensar el déficit hemoglobínico de la periferia.

Una anemia regenerativa puede ser causada por hemorragias (pérdida de eritrocitos hacia el exterior) o hemólisis (destrucción acelerada de eritrocitos en el propio organismo).

## **ANEMIA ARREGENERATIVA**

Se caracteriza por la incapacidad medular para compensar el descenso de la concentración de la hemoglobina mediante un aumento de la actividad eritropoyética, es decir la médula ósea es incapaz de producir hematíes.

Obedece a dos mecanismos principales:

1. Lesión de la célula madre pluripotente
2. Trastorno de la maduración eritroblástica.

### **2.2.9.1. PRINCIPALES TIPOS DE ANEMIA**

<b>TIPO DE ANEMIA</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>TRATAMIENTO</b>
Por deficiencia de hierro o ferropénica	Principalmente hemorragias digestivas y hemorragias postmenopáusicas en las mujeres.	Debilidad y trastornos tróficos.	Suplemento de hierro, por ejemplo en forma de sulfato ferroso (sal de hierro).
Anemia perniciosa	Trastornos inmunológicos.	Gastritis atrófica. Hay un déficit de "factor intrínseco" en el estómago.	Administración de vitamina B12 por vía parenteral.
Hemolítica	Trastorno de la membrana de los eritrocitos, destrucción de los hematíes por	Palidez, ictericia y debilidad.	Politransfusiones y, a veces, uso de fármacos inmunosupresores.

	anticuerpos.		
Talasemia	Alteración de la síntesis de una cadena polipeptídica de la hemoglobina.	Puede ser asintomática o resultar mortal.	Transfusiones en los casos graves.
Anemia de células falciformes	Alteración de la hemoglobina.	Episodios de dolor agudo, principalmente en articulaciones y extremidades.  Susceptibilidad a las infecciones. Retardo en el desarrollo del niño.	No tiene cura. Se trata con medicamentos para aliviar el dolor y paliar los síntomas.

(Fuente: Microsoft ® Encarta ® 2008. © 1993-2005 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos)

### 2.2.9.2. VALORES DE REFERENCIA PARA DETERMINAR EL GRADO DE ANEMIA

TIPO	LEVE	MODERADA	SEVERA
Hemoglobina gr	9 - 11	7 - 9	<7
Hematocrito %	33 - 27	26 - 21	<20

## 2.2.10. ANEMIA EN EL EMBARAZO



(Fuente: <http://www.guia-padres.com/embarazo/noveno-mes-embarazo.html>)

Las enzimas de los tejidos que requieren hierro pueden afectar la función de las células en los nervios y los músculos. El feto depende de la sangre de la madre y la anemia puede ocasionar un crecimiento fetal deficiente, un nacimiento prematuro y un bebé de bajo peso al nacer.

¿Cuáles son los tipos de anemia más comunes durante el embarazo?

Existen diversos tipos de anemia que pueden presentarse durante el embarazo. Éstos son los siguientes:

- Anemia gravídica
- Deficiencia de vitamina B12
- Pérdida de sangre
- Deficiencia de folato

### **2.2.10.1. ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN EL EMBARAZO**



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

Es la anemia nutricional más común en el hombre y por lo tanto en la embarazada.

La demanda de hierro durante el embarazo es 350 mg para el feto y la placenta, 450 mg para el incremento de la masa de Hemoglobina, 250 mg por las pérdidas durante el parto (se duplica en la cesárea) y 250 mg en las pérdidas basales.

Esto se agrega a las necesidades diarias de hierro (2 mg en la mujer no embarazada; 6 mg/día a partir del 4 mes).

El período de lactancia implica un consumo extra de aproximadamente 1 mg/día. Como el fierro dietético no supera los 2 mg/día, si una mujer empieza su embarazo sin hierro de depósito, no recibe suplemento o presenta una hemorragia continúa, es de regla que se establezca una anemia.

Un embarazo de alto riesgo es aquel en el cual las cantidades de hemoglobina y de glóbulos rojos se encuentran por debajo de los valores considerados como normales ya que favorecerán el desarrollo de un sufrimiento fetal al no proporcionarle los niveles de oxígeno adecuados para su normal desarrollo.

Las anemias severas influyen en forma desfavorable sobre las afecciones cardíacas y pulmonares que presentaban previamente la madre, lo cual a su vez repercute en forma negativa en la gestación.

Aquellas mujeres que comen en forma deficiente durante este periodo pueden presentar mayores complicaciones que las que están nutridas.

Los cambios metabólicos se producen en la madre y en el bebé en crecimiento producen en el organismo materno demandas nutricionales adicionales, las cuales deben ser satisfechas ingesta de algunos nutrientes sin que esto implique que la madre deba comer por dos.

Para cubrir los requerimientos adicionales del embarazo y la lactancia, la madre aumentará de peso fundamentalmente durante el segundo y tercer trimestre de la gestación. Corresponde al peso del bebé, al peso de la placenta y al aumento de tamaño de los órganos de (útero y mama).

Generalmente, durante el primer trimestre no se observa un aumento de peso, la ganancia del mismo se produce durante el segundo y el tercer trimestre dependiendo del peso previo al embarazo. (<http://orbita.starmedia.com/-forobioq/art.anemias.html>.)

### **2.2.10.2. SÍNTOMAS DE LA ANEMIA FERROPÉNICA**

Generalmente en el embarazo el 90% de las anemias son anemias de tipo ferropénico, por una deficiencia de hierro. Más raramente existen las anemias megaloblásticas en la cual lo que ocurre es un déficit de la vitamina B12.

La clínica dependerá de la reserva funcional, intensidad y causa de la anemia.

- En el grado leve se produce fatigabilidad, palpitations y somnolencia, síntomas por lo demás comunes del embarazo.
- En el grado moderado existe taquicardia, palidez, sudoración y disnea de esfuerzo (dificultad para respirar).
- La inestabilidad hemodinámica en el grado severo se asocia a pérdidas agudas e intensas de sangre que obligan a su hospitalización.

### Signos y exámenes

El comienzo suele ser insidioso. La piel las mucosas y las uñas están pálidas, por la disminución de hemoglobina circulante. Estos signos nos pueden hacer pensar que hay una deficiencia de hierro, que se ha de comprobar con unos análisis de sangre en los que aparezcan los niveles bajos de hemoglobina, ferritina y hematocrito. (<http://orbita.starmedia.com/-forobioq/art.anemias.html>.)

### 2.2.10.3. DIAGNOSTICO DE LABORATORIO

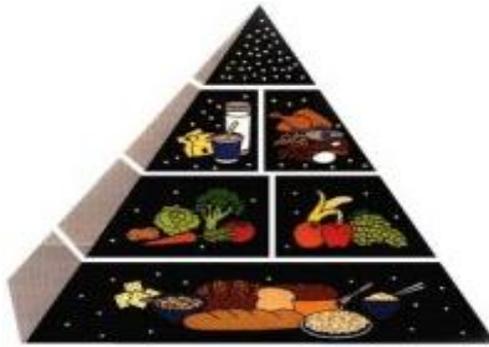
Masa de Hemoglobina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hematocrito</li> <li>- Hemoglobina</li> <li>- Índice eritrocitarios: volumen corpuscular medio (VCM) concentración media corpuscular (CMHC)</li> <li>- Frotis Sanguíneo</li> </ul>
Transporte de hierro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hierro sérico (80 - 180 ug%)</li> <li>- Transferrina (TIBC)250-460UG%</li> <li>- Saturación de transferían (20-45%)</li> </ul>
Depósito de hierro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ferritina sérica (15-200ug/l)</li> </ul>

#### **2.2.10.4. FACTORES QUE INCREMENTAN LOS REQUERIMIENTOS DE HIERRO EN EL EMBARAZO**

- \* Anemia o deficiencia de hierro preexistentes
  - Multiparidad
- \* Menorragias
  - Adolescencia
- \* Donación frecuente de sangre
  - Embarazo gemelar o múltiple
- \* Amenazas de aborto
  - Mala nutrición
- \* Parasitismo (malaria, helmintiasis)
  - Interferencia en la absorción (calcio, fibra).

#### **2.2.10.5. TRATAMIENTO DE UNA ANEMIA FERROPENICA**

##### **1. Dieta:**



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

Los alimentos que permiten la mayor absorción de hierro son la carne de res, pescado y pollo, interiores: hígado, riñones y embutidos de sangre. La absorción disminuye notoriamente con la ingesta de taninos del té y café, fitatos de los cereales, y calcio y fósforo de la leche.

## **2. Profilaxis:**

Se realiza con 60 mg/día de hierro elemental en los dos últimos trimestres. Esto se logra con preparados farmacológicos de 600 mg de gluconato, 300 mg de sulfato o 200 mg de fumarato ferroso, vía oral. El efecto colateral es constipación, diarrea, náusea, malestar abdominal, cambio del color de la deposición.

## **3. Terapia:**

En caso de anemia leve a severa se administra hierro oral, doblando la dosis profiláctica por un período de 6 semanas. Se evalúa la respuesta con examen de Hcto/Hb.

## **4. Prevención:**



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

Una buena nutrición antes del embarazo puede no sólo ayudar a prevenir la anemia, sino que también puede ayudar a la formación de otras reservas nutricionales en el cuerpo de la madre. Una dieta saludable y equilibrada durante el embarazo ayuda a mantener los niveles de hierro y otros nutrientes de importancia necesarios para la salud de la madre y del bebé en gestación.

La dieta de todas las personas debe incluir cantidades adecuadas de hierro. Las carnes rojas, el hígado y la yema de huevo son fuentes importantes de hierro en la

dieta. La harina, el pan y algunos cereales están fortificados con hierro. Si la dieta es deficiente en hierro (situación poco común en los Estados Unidos), se deben tomar suplementos de éste.

Entre las fuentes de hierro se incluyen las siguientes:

- Carnes: res, cerdo, cordero; el hígado y otros órganos
- Aves: pollo, pato, pavo; el hígado (especialmente la carne oscura)
- Pescado y mariscos, incluyendo las almejas, los mejillones, las ostras, las sardinas y las anchoas
- Vegetales de hojas verdes de la familia del repollo, como el brócoli, la col rizada, el nabo verde y la acelga
- Legumbres, como las habas y los guisantes (arvejas); los frijoles y guisantes secos, como los frijoles pintos, los frijoles de careto y los frijoles cocinados enlatados
- El pan y los bollos de harina integral con levadura
- El pan blanco, la pasta, el arroz y los cereales enriquecidos con hierro

Siempre consulte a su médico sobre los requisitos de hierro diarios recomendados. Durante períodos en que se requiere mayor consumo, como el embarazo y la lactancia, debe aumentarse el consumo en la dieta o tomar suplementos de hierro. (<http://www.cosumer.es/web/es/nutricion/aprenderacomerbien/complementos>)

### **2.2.11. NORMAS BÁSICAS GENERALES**

Son muchas las consideraciones generales que deben guiar la recogida y el envío de muestras para el análisis de bioquímica clínica y hematológica, con criterio didáctico y no solo temporalmente ya que muchas de ellas son simultáneas.

### **2.2.11.1. PEDIDO DE EXÁMENES**

Las muestras deben ir acompañadas de una hoja de pedido, que deberá estar correcta y con todos los datos completos, claros y legibles en general cada petición debe suministrar al laboratorio la suficiente información para que la muestra sea procesada convenientemente. Las copias sirven para la comparación de exámenes repetidos, futuras investigaciones o peticiones judiciales. La utilización de ordenadores en el área administrativa en los laboratorios facilita enormemente el almacenamiento y recuperación de los datos de todo tipo ya programados.

Toda hoja de petición debe poseer la siguiente información:

- Filiación y datos administrativos: Se debe especificar los nombres, apellidos, sexo y edad del paciente, nombre del médico solicitante, servicio o consulta al que pertenezca, así como cualquier otro dato de identificación como número de cama, de afiliación a la seguridad social, historia clínica, etc.
- Datos Clínicos: Fecha del comienzo de la enfermedad, diagnóstico clínico presuntivo, estado inmunitario del paciente, etc.
- Datos de la Muestra: Como fecha y hora de obtención de la muestra y la naturaleza del producto.
- Área para la solicitud: Indicando claramente el tipo o tipos de determinaciones que deben ser realizadas.

En muchos laboratorios se hace constar la hora de entrada de la muestra al laboratorio en especial en las peticiones de emergencia.

## **2.2.11.2. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS**

### **EQUIPOS**

- Fotómetro STAT FAX
- Baño María
- Centrífuga
- Microcentrifuga
- Computador

### **MATERIALES**

- Pipetas automáticas de 50, 100, 500, 1000 ul
- Pipetas serológicas de 50 ml
- Puntas azules y amarillas para pipetas automáticas.
- Tubos vacutainer tapas roja y lila.
- Aguja vacutainer
- Marcador para material de vidrio
- Torniquete
- Ábaco para lectura de hematocrito
- Capilares sin heparina ( azules )
- Hojas de Reporte
- Cronómetro

### **REACTIVOS**

- Set de Hierro Sérico
- Reactivo de Dradkin

### **2.2.11.3. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA**

La mayor parte de muestra de sangre se obtiene por punción venosa, siendo el método más sencillo y adecuado para obtener un volumen de sangre suficiente para llevar a cabo un determinado número de pruebas.

El método ideal es la punción venosa con el sistema vacutainer pues éste permite variaciones en cuanto al volumen de las muestras y anticoagulante según el tipo de análisis. Proporciona tubos limpios y estériles, las agujas desechables eliminan el riesgo de contagio. En muchos de los análisis se usan suero por eventual interferencia con los anticoagulantes, además es necesario separarlo enseguida de las células sanguíneas para obtener una muestra adecuada para la mayoría de determinaciones enzimáticas.

### **2.2.11.4. TOMA DE MUESTRAS**

La sangre venosa es la ideal para la realización del hematocrito, hemoglobina y hierro sérico.

La punción debe hacerse en la vena mediana cefálica o basílica; esta se localiza o palpa fácilmente en todos los pacientes, en algunos casos en los cuales resulta difícil localizar la vena se la puede resaltar pidiendo al paciente que abra y cierre la mano o mediante masaje o por combinación de ambos procedimientos.

A veces se tiene que usar las venas del dorso de la mano, pero se necesita un cuidado especial y experiencia para evitar la formación de hematomas alrededor de estos vasos móviles que carecen de fijación. (DEKSA, Kather y otros. Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio, Segunda edición Editorial Mosby, 1996 Madrid.)

## Extracción de la muestra

- Con el paciente sentado en una posición cómoda y su brazo extendido sobre una superficie fija se localiza la vena.
- Se coloca un torniquete de goma a unos 7 cm. por encima del codo, teniendo la precaución de no comprimir el brazo demasiado ni durante un lapso mayor de dos minutos para evitar modificaciones en la composición sanguínea. El paciente debe mantener bien cerrada la mano, esto ayuda a dilatar las venas periféricas.
- Se desinfecta la región con una torunda de algodón empapada con alcohol antiséptico.
- Se atraviesa la piel con la aguja, la cual debe formar un ángulo agudo con la superficie del brazo, manteniendo el bisel hacia arriba paralelamente a un borde del trayecto venoso; la llegada a la luz de la vena produce una sensación de pérdida de la resistencia al avance de la aguja.
- Una vez canalizada la vena se empuja el tubo y así la sangre ingresa a éste con facilidad por el vacío que posee.
- Se procede a soltar el torniquete. Una vez terminada la extracción se coloca una torunda sobre la punción y se retira la aguja indicando al paciente que la comprima con los dedos de la otra mano.



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

#### **2.2.11.5. TRANSPORTE**

Durante la extracción y así como en el transporte de la muestra, las enzimas son influenciadas por múltiples factores perturbadores que pueden conducir a resultados falsos.

El transporte de las muestras deberá efectuarse con el suficiente cuidado al efecto de evitar derrames, pérdidas o contaminación de las mismas por otras sustancias, así como posibles alteraciones debidas a acciones mecánicas, calentamiento excesivo o exposición a luz intensa.

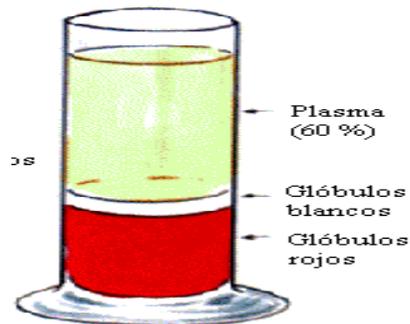
#### **2.2.11.6. CENTRIFUGACIÓN**

La centrifugación es importante en la separación del paquete globular para obtener derivados plasmáticos o séricos.

Se colocan los tubos que deben ser de tamaño, forma y peso igual en situación opuesta unos a otros, se cierra la tapa y se prende la centrífuga por 10 minutos a 3000 rpm.

#### **2.2.11.7. OBTENCIÓN DEL SUERO**

Dejar coagular la sangre a temperatura ambiente, generalmente de 15 a 20 minutos, centrifugar la sangre, separar el suero y rotular; si el análisis va a tardar más de cuatro horas para realizarlo se recomienda guarda la muestra en refrigeración (2-8 °C)



(Fuente: <http://www.tusalud.com.mx/120411.htm>)

### **2.2.11.8. CONSERVACIÓN DEL SUERO**

Las muestra de suero se pueden conservar algún tiempo a temperatura ambiente o en refrigeración con una mínima pérdida de actividad como es el caso de las enzimas, la medición de la actividad se debe hacer el mismo día. Si el análisis de las muestras demora varios días se debe contar con una pérdida de la actividad enzimática del 5 al 30 %.

Hay enzimas que pueden congelarse o liofilizarse sin lesión alguna de su actividad, mientras en otras no es posible o solo es agregando determinadas sustancias estabilizadoras de su estructura. (DEKSA, Kather y otros. Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio, Segunda edición. Editorial Mosby, 1996 Madrid.)

## **2.2.12. MÉTODO DE ANÁLISIS**

### **2.2.12.1. PRUEBA FOTOMÉTRICA COLORIMÉTRICA PARA EL HIERRO CON FACTOR ACLARANTE DE LÍPIDOS (LCF)**

#### **MÉTODO**

El hierro (+3) reacciona con el cromazotol B (CAB) y cetiltrimetilbromuro de amonio (CTMA) para formar un complejo ternario coloreado con una máxima absorbancia a 623 nm. La intensidad del color producido es directamente proporcional a la concentración de hierro en la muestra.

La prueba también puede ser usada en la combinación con el equipo TIBC para determinar la capacidad total de fijación de hierro.

El hierro se libera de su unión con su proteína transportadora específica, la transferrina, en buffer succinato de PH 3.7 y en presencia de un reductor, el ácido mercaptoacético.

Posteriormente reacciona con el reactivo de color, piridil bisfenil triazina sulfonato (PBTS) dando un color magenta.

Estabilidad de los reactivos

Aún después de abierto son estables hasta su fecha de caducidad cuando es almacenado de 2 a 25 grados centígrados.

## MUESTRA

Recolección: Debe usarse únicamente suero ya que los anticoagulantes interfieren en la reacción.

Suero, plasma heparinizado.

## ENSAYO

- Longitud de onda: 623 nm en espectrofotometro o 450-560 nm en fotocolorímetro con filtro verde.
- Paso de luz 1cm
- Temperatura de reacción: temperatura ambiente 20-25 C
- Medición frente al blanco de reactivo, solo se requiere un blanco de reactivo por serie analítica.
- Tiempo de reacción 10 minutos.

PROCEDIMIENTO			
En tres tubos de fotocolorímetro marcados con B ( Blanco de Reactivo ) , S ( Estándar ) y D ( Desconocido ) colocar :			
	B	STD	D
Estándar	-	50 ul	-
Suero	-	-	50 ul
Reactivo	1 ml	1 ml	1 ml
Mezclar bien, incubar por 15 minutos de 20-25 C. Leer la absorbancia de la muestra, absorbancia del estándar frente al blanco de reactivo antes de los 60 minutos.			

## CÁLCULOS DE LOS RESULTADOS

### CÁLCULO CON FACTOR

Longitud de onda	Hierro (ug/dl)	Hierro (umol/l)
Hg 623 nm	830 x A muestra	149 x A muestra

### CÁLCULO CON ESTANDAR

Si se usa una longitud de onda diferente (620-640 nm) para la medición se debe usar el estándar previsto con el estuche para realizar el cálculo.

$$C = 100 \times \frac{A \text{ muestra}}{A \text{ estándar}} \text{ ug/dl}$$

$$C = 17.9 \times \frac{A \text{ muestra}}{A \text{ estándar}} \text{ umol/l}$$

**LINEALIDAD:** La prueba es lineal hasta concentraciones de 500 ug/dl o 89.5 umol/l

### VALORES DE REFERENCIA

Hombres: 59-148 ug/dl	10.0 – 28.3 umol/l
Mujeres: 37-145 ug/dl	6.6 – 26.0 umol/l
Niños menores de 1 año:	100-250 ug/dl
Niños:	50-120 ug/dl

## **CONTROL DE CALIDAD**

Pueden ser empleados todos los sueros control con valores de hierro determinados por este método.

## **CAUSAS DE ERROR**

- No usar plasma con EDTA o con citrato, no usar suero hemolizado.
- Las muestras lipemicas usualmente generan turbidez cuando se mezclan con el reactivo lo que causan resultados elevados falsos.

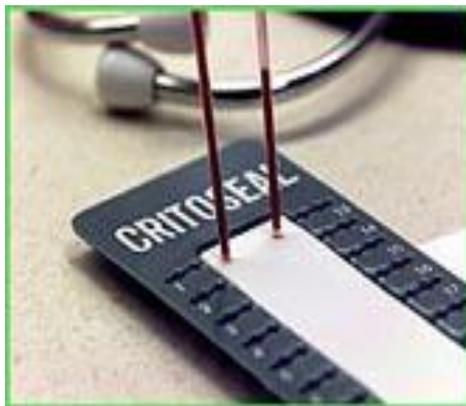
Esta prueba de IRON Liquicolor evita estos resultados elevados falsos por medio del factor aclarante de lípidos, durante la incubación, el LCF aclara totalmente la turbidez causada por muestras lipemias.

- La muestra debe ser tomada durante la mañana, sobre todo cuando los resultados se necesitan para controlar el efecto del tratamiento de sustitución con hierro.
- El paciente debe permanecer en ayunas durante 12 horas aproximadamente para evitar las cifras artificialmente altas producidas por la ingestión de alimentos ricos en hierro.
- La prueba de hierro es muy sensible: Para evitar una posible contaminación el material de vidrio usado debe estar libre de hierro.

Recomendamos fuertemente el uso de material plástico desechable.

- Asegúrese de utilizar agua destilada completamente libre de hierro.
- No usar suero plasma turbio o hemolizado.

## 2.2.12.2. MICRO MÉTODO (MICROHEMATOCRITO)



(Fuente [http://www.hematocrito.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hematocrito.cl/laboratorio_sangre.htm))

Principio: Este valor hematocrito se determina aplicando a la sangre total una fuerza centrífuga de 12.000 a 15.000 RPM en tubo capilar por 5 minutos. Por su mayor rapidez, simplicidad y fiabilidad es el método recomendado.

### MATERIALES

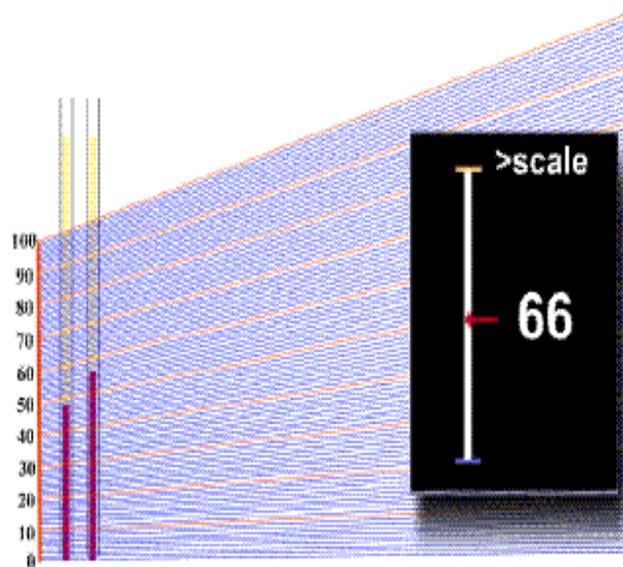


(Fuente: [http://www.hematocrito.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hematocrito.cl/laboratorio_sangre.htm))

1. Sangre total (50 ul) mantenida incoagulable con EDTA.
2. Tubos capilares de vidrio desechables y no graduados cuyas dimensiones son: 1mm de diámetro interior 7.5 cm de longitud. Estos capilares son con anticoagulante o sin él. Los capilares con anticoagulante contienen heparina y una franja roja en uno de sus extremos. Los anticoagulantes carecen de la franja roja son capilares con filo azul.

3. Cera o plastilina para cerrar uno de los extremos del tubo capilar una vez lleno de sangre.
4. Centrífuga de Micro hematocrito
5. Lector de Micro hematocrito capaz de indicar directamente la relación entre la longitud total de la columna sanguínea y la correspondiente columna de eritrocito.

## MÉTODO



(Fuente: [http://www.hematocrito.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hematocrito.cl/laboratorio_sangre.htm))

1. Llenar hasta un máximo de tres cuarta partes de la cantidad del tubo capilar con sangre total y sellar un extremo de este con plastilina.
2. Centrifugar el capilar durante 5 minutos.
3. Finalizar la centrifugación, comprobar que no se haya producido salida de sangre del capilar y extraerlo de la centrífuga. Para leer el resultado se utiliza el lector de micro hematocrito. La determinación de hematocrito debe realizarse por duplicado y la diferencia entre los dos valores no debe ser nunca superior a 0.01.

### 2.2.12.3. DETERMINACIÓN DEL HEMATOCRITO MEDIANTE EL MACROMETODO (MACROHEMATOCRITO)



(Fuente: [http://www.hematocrito.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hematocrito.cl/laboratorio_sangre.htm))

1. Sangre total (0.6ml) mantenida incoagulable en EDTA.
2. Tuvo Wintrobe con diámetro interno de 3 mm.
3. Centrífuga cuyos brazos tengan un longitud de 15 cm. con una velocidad de 2000 - 2300 rpm.
4. Cánula para llenar tubo de Wintrobe.

Una vez determinados el número de glóbulos rojos, hemoglobina y el hematocrito, es posible calcular el VCM, HCM. CHCM. Que tiene gran interés el estudio de la anemia.

El valor de hematocrito, al igual que la concentración de eritrocitos en sangre y se expresan %, son diferentes para el hombre, mujer, niños y embarazo.

Recién nacido de	49 - 60 %.
Niños mayores	36 - 45 %
Adultos hombres	57 - 54 %
Adultos mujeres	37 - 47 %
Embarazo	32 - 43 %

## 2.2.12.4. MÉTODO DE LA CIANMETAHEMOGLOBINA (ICSH-OMS)

### PRINCIPIO

- La hemoglobina de la sangre se une al ferricianuro de potasio y se forma la metahemoglobina.
- La metahemoglobina se une al cianuro de potasio y se forma la cianmetahemoglobina.

Se utiliza los siguientes reactivos:

Solución de Drabkin

Bicarbonato de sodio

Cianuro de potasio

Ferricianuro de potasio.

Agua destilada.

Esta solución debe ser limpia y colocada en frasco de vidrio oscuro resguardada de la luz. No debe conservarse más de un mes:

Patrón estándar de cianmetahemoglobina.

### MATERIALES



(Fuente: [http://www.hematocrito.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hematocrito.cl/laboratorio_sangre.htm))

1. Espectrofotómetro.
2. Tubos de 12-100 mm
3. Sangre venosa total, mantenida con anticoagulante EDTA –K3 o en heparina.

Puede también utilizarse sangre capilar.

4. Pipetas volumétricas calibradas de cristal de 5 ml.
5. Pipetas automáticas de 0.02ml (20 ml) o pipeta se sahlí.

## MÉTODO Y TÉCNICA



(Fuente: [http://www.hematocrito.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hematocrito.cl/laboratorio_sangre.htm))

1. Conectar el espectrofotómetro según las especificaciones de la casa comercial.
2. Homogenizar bien la sangre mediante agitación suave durante un tiempo mínimo de 5 minutos o por inversión del tubo 20 veces.
3. Pipetear 5 ml solución de Drabkin en tubo.
4. Mediante micro pipeta añadir 0.02 ml de sangre o 20 ul de sangre homogenizada en el tubo con solución de Drabkin. Al realizar esta operación, es fundamental eliminar el exceso de sangre que puede quedar en las paredes externas del capilar antes de introducirlo en el reactivo y procurar así mismo que no quede sangre adherida a las paredes internas de la pipeta.
5. Agitar el tubo mediante inversión (4-5 veces) con el fin de homogenizar bien la mezcla sangre –reactivo y esperar mínimo 5 minutos para que se produzca

la hemólisis total y se completa la transformación de toda la hemoglobina en cianmetahemoglobina.

6. Leer la absorbancia de la solución a 540 nm o 546 nm con blanco de reactivo.
7. para calcular la concentración de hemoglobina es recomendable disponer de una gráfica o curva de calibración o aplicando la siguiente fórmula.

$$\text{Hemoglobina g/dl} = \frac{\text{A (muestra)} \times \text{Concentración de Standard}}{\text{A (Estándar)}}$$

A. absorbencia o densidad óptica.

8. Cuando utilizamos factor.

$$\text{Hemoglobina g/dl} = \text{A (muestra)} \times \text{Factor (36.7)}$$

## **VALORES DE REFERENCIA E INTERPRETACIÓN**

Los valores normales de hemoglobina varían según la edad, sexo, altitud geográfica y otros factores. Se expresan en gramos / 100 ml

Adultos hombres	14.0 -17.5 g /100 ml
Adultos mujeres	13.0 - 16.0 g / 100 ml
Embarazo	10.0 - 14.0 g / 100 ml
Recién nacido	17.0 - 19.0 g / 100 ml

En el embarazo suele bajar la concentración de hemoglobina para ascender luego del parto.

El aumento de este pigmento sugiere hemoconcentración, por policitemia o deshidratación.

La concentración baja de hemoglobina puede indicar anemia, hemorragia reciente o extensión de líquidos.

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

ACROMIA: El arca central de los hematíes es pálida.

ALCALI: Compuesto de características físicas de una base.

ALCALINOS: Sufijo que significa relativo al alcalino, sicoalcalino, subalcalino, vegetoalcalino.

AM: Aplasia medular

ANEMIA: Empobrecimiento de la sangre por disminución de su cantidad total, que merman la cantidad de hemoglobina, o el número de glóbulos rojos.

ANISOCITOSIS: Se refiere a la variación de tamaño de los hematíes.

CALORIAS: Unidad igual a la caloría

CBS: recuento complejo de sangre

CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media

CNS: Sistema nervioso central

EMBARAZO: Proceso de gestación que abarca el crecimiento y desarrollo de un nuevo individuo dentro de una mujer.

FERRITINA: Proteína férrica que se encuentra en la mucosa intestinal, bazo e

hígado.

HbF: Hemoglobina Fetal.

HEMOSIDERINA: Pigmento rico en hierro que se produce en la hemólisis del hematíe compuesto por óxido ferroso en combinación con una proteína.

HCM: Hemoglobina corpuscular media

HISTIDINA: Aminoácido básico presente en muchas proteínas precursora de histamina.

MACROCITOS: Hematíes de 10-12 micras

MICROCITOS: Hematíes menos de 5 micras.

PLASMA: Parte líquida de la sangre o de la linfa, que contiene en suspensión sus células componentes.

POIQUILOCITOCIS: Son hematíes ovales, peroformes. Colados o en forma de raqueta.

SMF: Sistema mononuclear fagocítico.

SUERO: Parte de la sangre o de la linfa que permanece líquida después de haberse producido la coagulación.

TBIC: Capacidad total de fijación de la transferina.

TETRAPIRROL: Estructura que compone el grupo hemo y otras porfirinas, clorofilas bacterioclorofilas ,fotocromos y fitomilinas .

TOXEMIA: Presencia de toxinas bacterianas en el torrente sanguíneo.

TRANSFERRINA: Glubulina serica que se combina con el hierro y lo transporta

VASO SANGUINEO: Cualquier componente de la red de estructuras tubulares que transportan sangre.

VCM: Volumen corpuscular medio

## **2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS**

La disminución de los valores de laboratorio Hierro sérico, hematocrito Hemoglobina son los factores preponderantes para el diagnóstico temprano de anemia ferropénica en el grupo de pacientes que acuden al Hospital Andino Alternativo de Chimborazo.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Determinación de Hierro Sérico, Hematocrito, Hemoglobina.

### **2.5.2. Variable Dependiente**

Anemia Ferropénica.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
V.I. Determinación de Hierro Sérico., Hematocrito, Hemoglobina.	Medida del volumen del conjunto de hematíes, expresado como un porcentaje sobre el volumen de sangre total, son pruebas que parte del estudio de muestra sanguínea de las fracciones suero y plasma, que contiene Hierro, que pueden ser medibles para determinar valores inferiores ayudando al diagnóstico de una anemia.	Pruebas de laboratorio.	Valores de referencia de las pruebas analizadas	Observación Guía de observación. Manual de técnicas y procedimientos.

<p>V.D.</p> <p>Anemia ferropénica en el Embarazo.</p>	<p>La anemia es la insuficiencia de glóbulos rojos o la capacidad reducida de los glóbulos rojos para trasportar oxígeno - hierro. Las enzimas de los tejidos que requieren hierro pueden afectar la función de las células en los nervios y los músculos. El feto depende de la sangre de la madre y la anemia puede ocasionar un crecimiento fetal deficiente, un nacimiento prematuro y un bebé de bajo peso al nacer.</p>	<p>Tiempo que dura la gestación</p>	<p>Hipocromia, Anisocitoscis en frotis sanguíneo Decaimiento, mucosas pálidas, bajo peso y dificultad al respirar.</p>	<p>Determinación de Hierro Sérico Hematocrito hemoglobina Hojas de registro de resultados</p>
---	---	-------------------------------------	--	---

## **CAPITULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. MÉTODO CIENTÍFICO**

En la presente investigación se utilizó el método inductivo - deductivo con un procedimiento analítico - sintético, porque va de lo particular a lo general. A partir de varios casos observados se obtiene una ley general.

##### **3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación se caracteriza por ser de tipo descriptiva - explicativa.

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptiva partiendo de la observación del problema que se detectó pero no se limita a la simple recolección y tabulación de datos de historias clínicas, sino que se procuró la interpretación racional así como el análisis objetivo de los mismos con la finalidad de cumplir con el propósito de la investigación.

También es de tipo explicativa por que sobre la base del procesamiento e interpretación de la información recabada en textos, libros, registros estadísticos, etc., se podrá explicar las causas y consecuencias que está produciendo el fenómeno en un contexto determinado.

##### **3.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es de campo no experimental.

- De campo no experimenta se trata de la investigación aplicada para comprender y resolver alguna situación ,necesidad o problema en un contexto

determinado .El investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas de las que obtendrán los datos más relevantes a ser analizado, son individuos , grupos y representaciones de las organizaciones científicas no experimentales dirigidas a descubrir relaciones e interacciones entre variables sociológicas ,psicológicas y educativas en estructuras sociales , reales y cotidianas por que se realizara en el mismo lugar donde se detectó el problema en el Hospital Andino Alternativo de Chimborazo

### **3.1.3. TIPO DE ESTUDIO**

Transversal porque se investigo a los pacientes en un instante determinado de tiempo.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población, de la presente investigación la conformaron pacientes embarazadas que acuden al Control prenatal al Hospital Andino Alternativo de Chimborazo por ser el universo de estudio pequeño no se procedió a la extracción de muestras.

### **3.2.2. MUESTRA**

Se tomo como muestra a 50 pacientes embarazadas que acudan al Hospital Andino Alternativo de Chimborazo.

## **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

- Observación - Guía de Observación, se revisan los reportes diarios del laboratorio, de los Doctores Ginecólogos con respecto al control materno en

el período de investigación antes señalado, se procederá a revisar cada historia clínica y llevar apuntes sobre el resultado del Hierro Sérico, Hematocrito Hemoglobina y la etapa de embarazo en que se encuentre la gestante, para luego analizar los datos obtenidos.

- Instrumentos :el manual de técnicas y procedimientos para las determinaciones de los análisis

### **3.4. TECNICAS PARA EL ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

- Se utilizo la tabulación de cuadros y gráficos correspondientes a los análisis.

### **3.5. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **3.5.1. RESULTADOS PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO**

<b>Nº</b>	<b>EDAD</b>	<b>TRIMESTRE DE GESTACION</b>	<b>HIERRO SERICO ug/dl</b>	<b>MICROHEMATOCRITO %</b>	<b>HEMOGLOBINA g/dl</b>
1	19	1	34	30	9.9
2	20	1	32	30	9.9
3	22	1	36	32	10.6
4	21	2	90	40	13.3
5	25	2	37	38	12.6
6	23	1	38	40	13.3
7	28	2	36	32	10.6
8	18	1	35	36	11.9
9	22	1	35.2	30	9.9
10	24	2	70	39	12.9
11	25	1	35	31	10.3

12	26	2	31	32	10.6
13	30	1	30	30	9.9
14	21	2	80	40	13.9
15	19	1	35	34	11.3
16	24	3	80	44	14.6
17	25	1	35	33	10.9
18	29	2	36	35	11.6
19	33	2	75	42	13.9
20	31	1	32	29	9.6
21	30	1	31.5	33	10.9
22	21	3	50	40	13.3
23	22	3	58.9	39	12.9
24	26	1	30.2	32	10.6
25	25	2	34	31	10.3
26	24	2	35	32	10.6
27	29	1	35	33	10.9
28	19	1	32	30	9.9
29	21	2	34.2	35	11.6
30	20	1	33.5	33	10.9
31	21	2	35	32	10.6
32	30	1	34	33	10.9
33	19	1	36	35	11.6
34	24	1	35	34	11.3
35	26	2	34.5	33	10.9
36	24	2	36	32	10.6
37	25	1	47	39	12.9
38	19	1	36	35	11.6
39	25	1	34	32	10.6
40	26	2	34.5	33	10.9
41	19	1	36	35	11.6
42	22	1	37	36	11.9
43	24	3	110	42	13.9
44	26	1	35	32	10.6
45	22	1	35.1	30	9.9
46	23	1	32	34	11.3
47	26	2	35.3	29	9.6

48	23	1	36.1	31	10.3
49	21	1	33	34	11.3
50	23	1	35.4	30	9.9

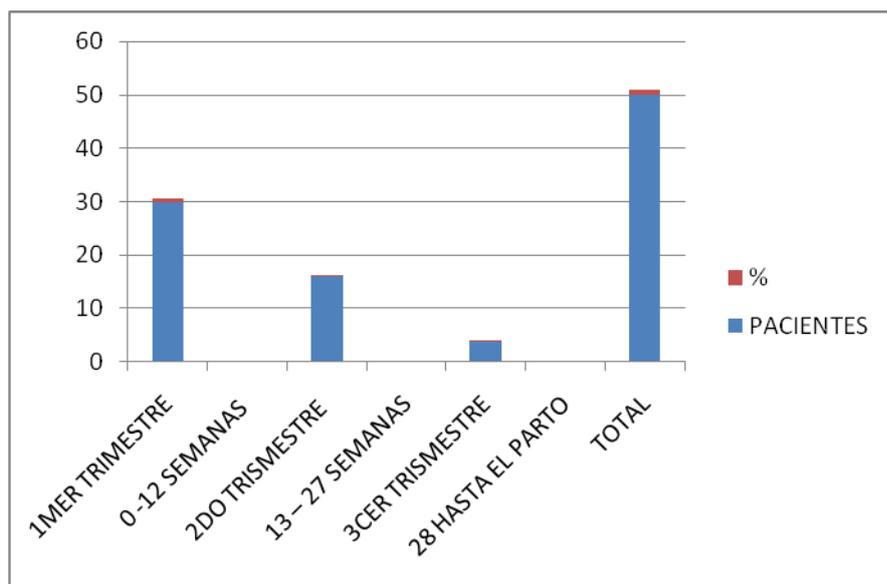
**TABLA N° 1**

**PACIENTES POR GRUPO DE ACUERDO AL TIEMPO DE GESTACION**

<b>TIEMPO DE GESTACIÓN</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>%</b>
1MER TRIMESTRE 0 -12 SEMANAS	30	60%
2DO TRIMESTRE 13 – 27 SEMANAS	16	32%
3CER TRIMESTRE 28 HASTA EL PARTO	4	8%
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

FUENTE: PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO  
AUTORES: BLANCA GUANGA, MARLENE MOROCHO

**GRÁFICO N° 1**



**ANÁLISIS:** De la población total de cincuenta pacientes embarazadas el 60% cruza el primer trimestre de embarazo (0-12 semanas), 32% de paciente se encontraban en el segundo trimestre de gestación (13-27 semanas) y el 8% se hallan en el tercer trimestre de gestación (28 semanas en adelante).

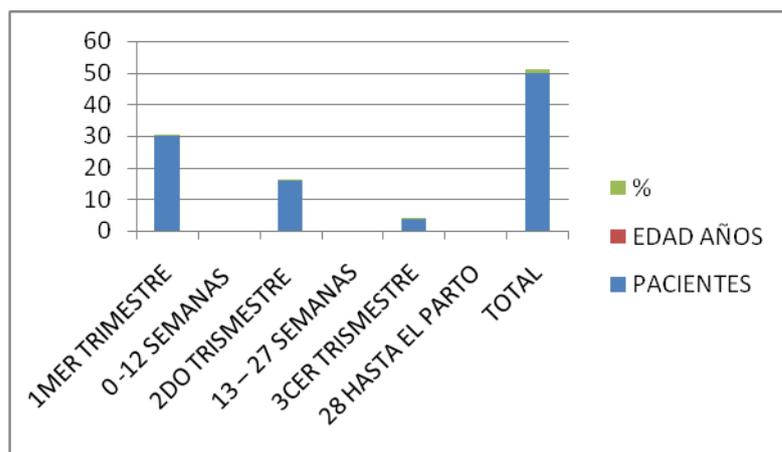
**TABLA N° 2**

**PACIENTE POR GRUPOS DE EDADES DE ACUERDO AL PERIODO DE GESTACIÓN**

<b>TIEMPO DE GESTACIÓN</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>EDAD - AÑOS</b>	<b>%</b>
1MER TRIMESTRE 0 -12 SEMANAS	30	18 – 31	60%
2DO TRISMESTRE 13 – 27 SEMANAS	16	21 – 33	32%
3CER TRISMESTRE 28 HASTA EL PARTO	4	21- 24	8%
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>		<b>100%</b>

FUENTE: PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO  
 AUTORES:BLANCA GUANGA, MARLENE MOROCHO

**GRÁFICO N° 2**



**ANÁLISIS:** Según los datos obtenidos por trimestre de embarazo se puede dar cuenta que el 60% de las pacientes su edad esta entre un minimo de 18 y un maximo de 31 años de edad, de igual manera para el segundo trimestre se encontro el 32% entre un minimo de 21 y un maximo de 33 y en el tercer trimestre se hallaron un 8% entre un minimo de 21 Años y un maximo de 24 años de edad.

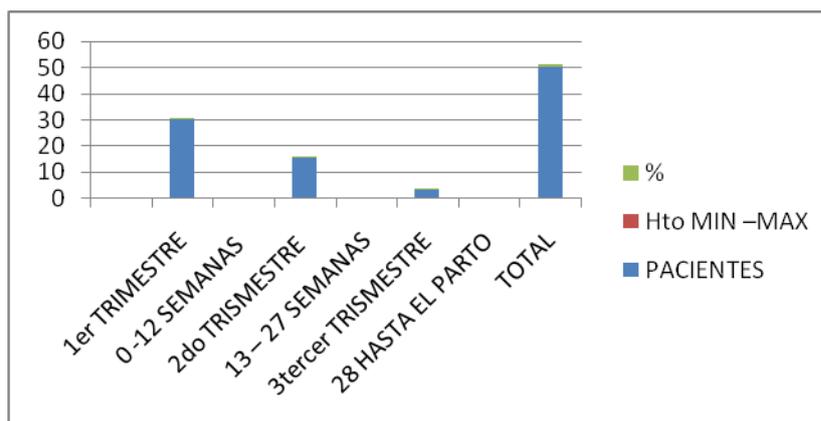
**TABLA N° 3**

**VALORES DE HEMATOCRITO POR TRIMESTRE DE EMBARAZO**

<b>TIEMPO DE GESTACIÓN</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>Hto MIN –MAX</b>	<b>%</b>
1er TRIMESTRE 0 -12 SEMANAS	30	29 - 40	60 %
2do TRIMESTRE 13 – 27 SEMANAS	16	31 - 42	32 %
3tercer TRIMESTRE 28 HASTA EL PARTO	4	39 - 44	8 %
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>		<b>100%</b>

FUENTE: PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO  
AUTORES: BLANCA GUANGA, MARLENE MOROCHO

**GRÁFICO N° 3**



**ANÁLISIS:** Con los porcentajes obtenidos por trimestre de embarazo, en el primer trimestre se observó que el 60% de pacientes su valor de hematocrito se encuentra entre un mínimo de 29% y un máximo de 40%, en el segundo trimestre el 32%, su valor de hematocrito se encontró entre un mínimo de 31% y un máximo 42% y en el tercer trimestre se hallaron el 8% entre un mínimo de 39% y un máximo de 44%.

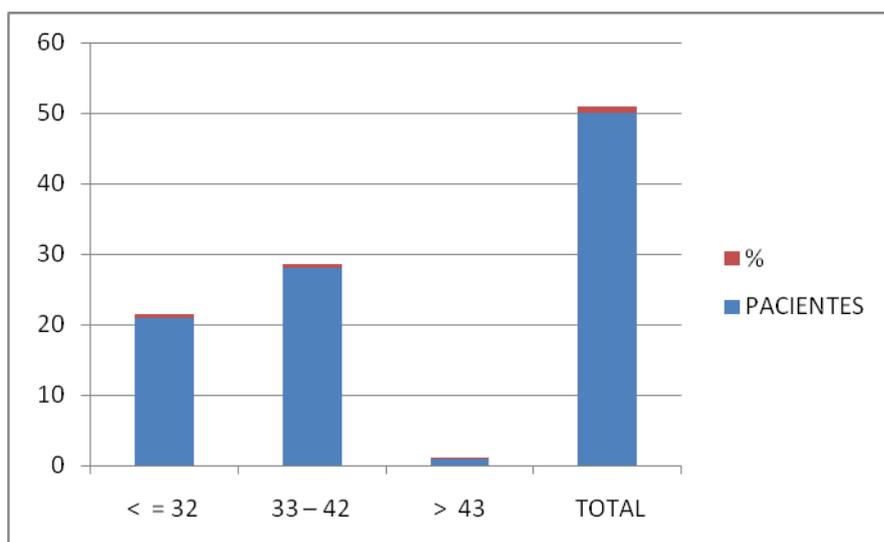
**TABLA N° 4**

**ANÁLISIS DE HEMATOCRITO EN PACIENTES EMBARAZADAS**

<b>RANGO HTO</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>%</b>
< = 32	21	42 %
33 – 42	28	56 %
> 43	1	2 %
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

FUENTE: PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO  
AUTORES: BLANCA GUANGA, MARLENE MOROCHO

**GRÁFICO N° 4**



**ANÁLISIS:** Según la gráfica se interpretó que de los valores, de hematócrito el 42% de las pacientes embarazadas se hallan bajo el nivel normal del hematócrito, el 56% de las mujeres embarazadas están dentro de los valores normales del hematócrito y el 2% se encuentran sobre los valores normales.

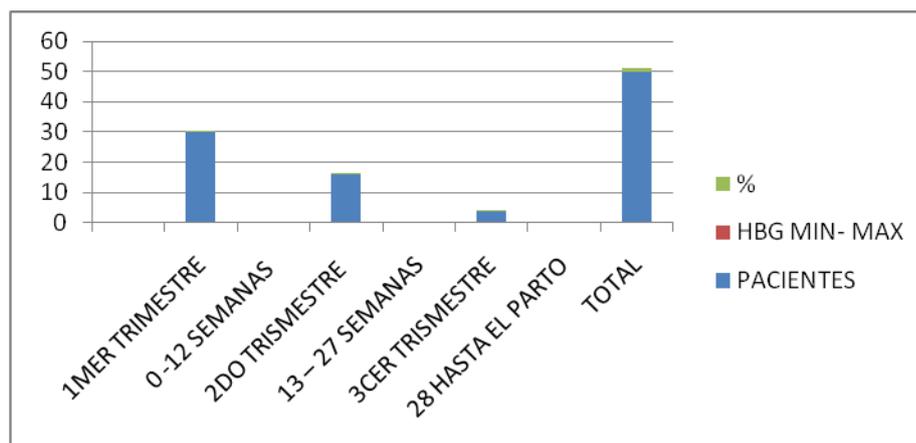
**TABLA N° 5**

**VALORES DE HEMOGLOBINA POR TRIMESTRE DE EMBARAZO**

<b>TIEMPO DE GESTACIÓN</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>HBG MIN- MAX g/dl</b>	<b>%</b>
1MER TRIMESTRE 0 -12 SEMANAS	30	9.6- 11.9	60 %
2DO TRISMESTRE 13 – 27 SEMANAS	16	10 - 13.9	32 %
3CER TRISMESTRE 28 HASTA EL PARTO	4	12.9– 14.6	8 %
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>		<b>100%</b>

FUENTE: PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO  
AUTORES:BLANCA GUANGA, MARLENE MOROCHO

**GRÁFICO N° 5**



**ANÁLISIS:** Por los porcentajes obtenidos por trimestre de embarazo, en el primer trimestre se observó que el 60% de pacientes su valor de hemoglobina se encuentra entre un mínimo de 9.6g/dl y un máximo de 11.9g/dl, en el segundo trimestre el 32%, su valor de hemoglobina se encontró entre un mínimo de 10g/dl y un máximo 13.9.g/dl y en el tercer trimestre se hallaron el 8% entre un mínimo de 12.9g/dl y un máximo de 14.6g/dl.

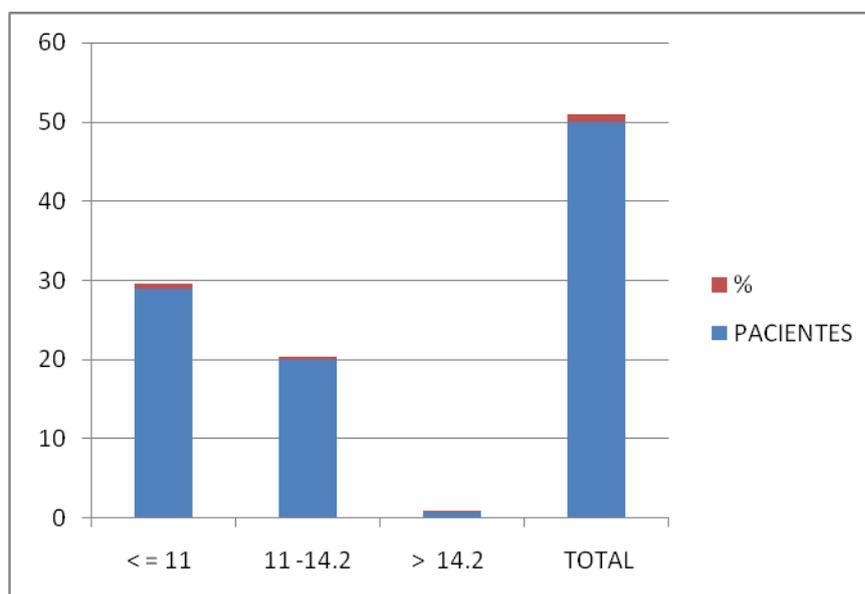
**TABLA N° 6**

**ANÁLISIS DE HEMOGLOBINA EN PACIENTES EMBARAZADAS**

<b>RANGO HBG</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>%</b>
< = 11	29	58 %
11 -14.2	20	40 %
> 14.2	1	2 %
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

FUENTE: PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO  
AUTORES: BLANCA GUANGA, MARLENE MOROCHO

**GRÁFICO N° 6**



**ANÁLISIS:** Según la gráfica se interpretó que de los valores, de hemoglobina el 58% de las pacientes embarazadas se hallan bajo el nivel normal del hemoglobina , el 40% de las mujeres embarazadas están dentro de los valores normales del hemoglobina y el 2% sobrepasa los valores normales.

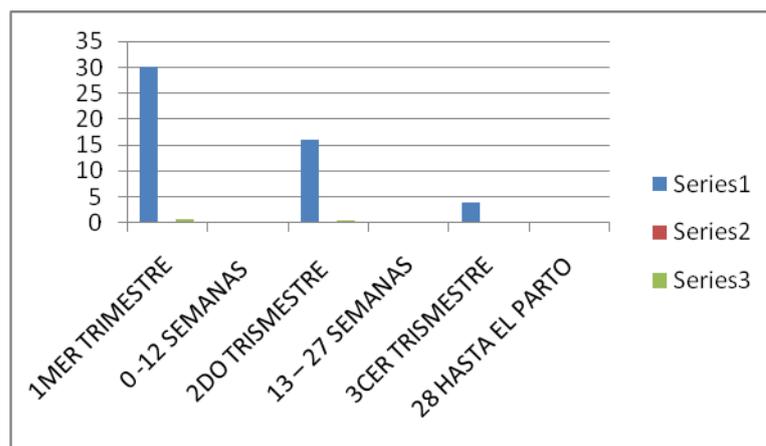
**TABLA N° 7**

**VALORES DE HIERRO SERICO POR TRIMESTRE DE EMBARAZO**

<b>TIEMPO DE GESTACIÓN</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>HIERRO SERICO Max-Min (ug/dl)</b>	<b>%</b>
1MER TRIMESTRE 0 -12 SEMANAS	30	30 – 47	60 %
2DO TRISMESTRE 13 – 27 SEMANAS	16	31 – 90	32 %
3CER TRISMESTRE 28 HASTA EL PARTO	4	50 – 110	8 %
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>		<b>100%</b>

FUENTE: PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO  
 AUTORES:BLANCA GUANGA, MARLENE MOROCHO

**GRÁFICO N° 7**



**ANÁLISIS:** Por los porcentajes obtenidos por trimestre de embarazo, en el primer trimestre se observó que el 60% de pacientes su valor de hierro serico se encuentra entre un mínimo de 30ug/dl y un máximo de 47ug/dl, en el segundo trimestre el 32%, su valor de hemoglobina se encontró entre un mínimo de 31ug/dl y un máximo 90ug/dl y en el tercer trimestre se hallaron el 8% entre un mínimo de 50ug/dl y un máximo de 110ug/dl.

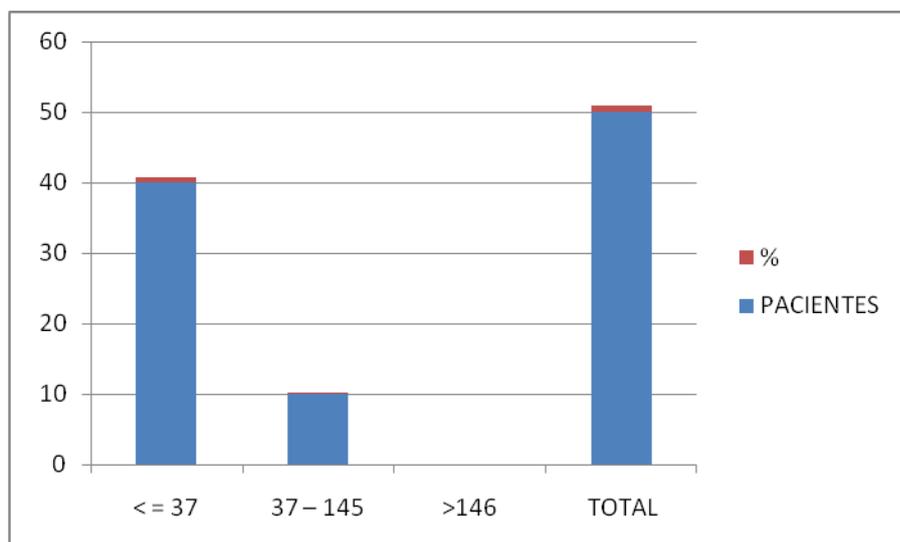
**TABLA N° 8**

**ANÁLISIS DE HIERRO EN PACIENTES EMBARAZADAS**

<b>RANGO FE</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>%</b>
< = 37	40	80 %
37 – 145	10	20 %
>146	0	0 %
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

FUENTE: PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO  
AUTORES: BLANCA GUANGA, MARLENE MOROCHO

**GRÁFICO N° 8**



**ANÁLISIS:** Según la gráfica se interpretó, que de los valores de hierro sérico el 80% de las pacientes embarazadas se hallan bajo el nivel normal del hierro sérico y el 20% de las mujeres embarazadas están dentro de los valores normales del hierro sérico.

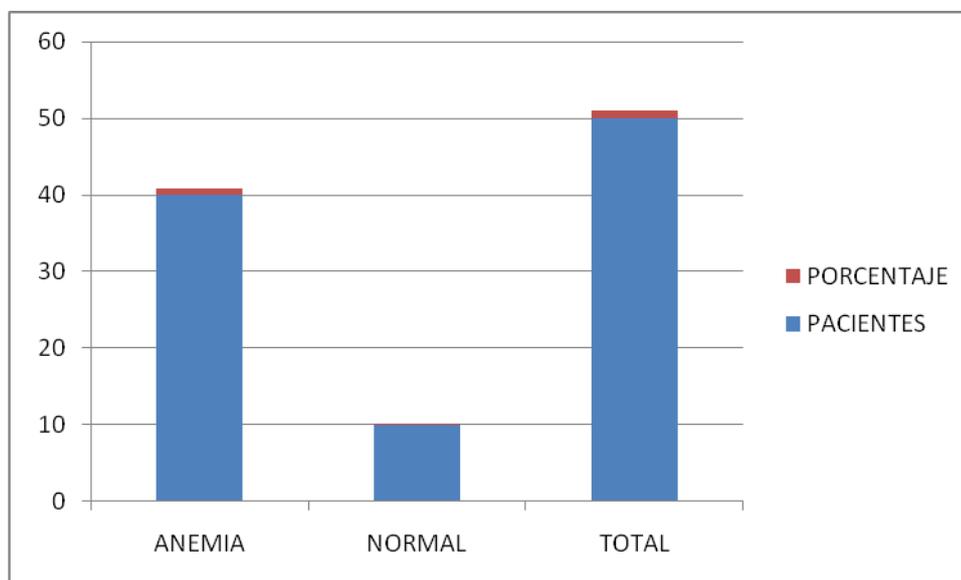
**TABLA N° 9**

**PACIENTES EMBARAZADAS CON ANEMIA FERROPENICA**

<b>ENFERMEDAD</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>%</b>
ANEMIA	40	80%
NORMAL	10	20%
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

FUENTE: PACIENTES EMBARAZADAS QUE ACUDEN AL HOSPITAL ANDINO ALTERNATIVO DE CHIMBORAZO  
AUTORES: BLANCA GUANGA, MARLENE MOROCHO

**GRÁFICO N° 9**



**ANÁLISIS:** La gráfica ayuda a interpretar, resultados de hierro serico y hemoglobina en el cual encontramos que el 80% presentan anemia.

## **CAPITULO IV**

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

- Se determinó que el hierro es un micronutriente que cumple un papel fundamental en el transporte de oxígeno indispensable para la vida .
- Se concluyó que mediante la tabulación de los resultados existe un mayor porcentaje de anemias ferropénicas en las mujeres embarazadas que fueron atendidas en el Hospital Andino Alternativo de Chimborazo .
- Se determinó que de las 50 pacientes embarazadas atendidas en el Hospital Andino Alternativo de Chimborazo el 80% de pacientes presentan anemia ferropénica, por ello es indispensable tener en cuenta que los efectos que produce el déficit de hierro durante el embarazo son múltiples.
- Se concluyó que para dar un diagnóstico de anemia se deben realizar exámenes de laboratorio (hierro sérico, hematocrito y hemoglobina) conjuntamente con un diagnóstico clínico.
- Se determinó que las causas y los factores que influyen para que las mujeres embarazadas adquieran anemia es la falta de conocimientos.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- Brindar información oportuna y adecuada a toda la comunidad con el fin de dar a conocer la importancia que tiene el realizarse un análisis en sangre periódicamente como son hierro sérico, hematocrito y hemoglobina para así evitar complicaciones en el desarrollo del feto y de esta manera evitar una anemia.
- Se debe infundir charlas sobre la importancia de la alimentación equilibrada que debe llevar la futura madre y de esta manera evitar complicaciones durante su embarazo.
- Concientizar a la madre sobre lo indispensable que es el consumo adecuado de alimentos ricos en hierro.

## **CAPITULO V**

### **5. BIBLIOGRAFÍA**

- 1.** DEKSA, Kather y otros. Guía de pruebas, diagnósticos y de laboratorio. Segunda Edición. Editorial Mosby. Madrid. 1996.
- 2.** FARRERAS, Rozman. Medicina Interna. El manual moderno 12. Editorial Barcelona.
- 3.** FERNANDEZ, Jaime: Diccionario Enciclopédico Interactivo siglo XXI, Edición 2001, Editorial Cultural S.A, Año 2002, Pág. 61-64.
- 4.** HARRISON, LOUIS. Principios de Medicina Interna. 14. ed. Vol.2. Madrid. Mc. Graw Hill Interamericana, 2000. pp. 1885-1938.
- 5.** HERNER, Freíd. Atlas de Hematología. Novena edición. Editorial Mc-Grawn Hill 1998 España S.A.V.)
- 6.** MCDONALD. Atlas de Hematología
- 7.** Organización Panamericana de la Salud, Manual de técnicas básicas para un Laboratorio de Salud, Washington 2001)
- 8.** SMITH Thier, Físio-Patología Principios biológicos de la enfermedad, Volumen 1, 2ª Ed. Editorial Médica Panamericana Toronto 2000.

## **5.1.WEBGRAFÍA**

**9.** [http://www.hematocrito.cl/laboratorio\\_sangre.htm](http://www.hematocrito.cl/laboratorio_sangre.htm)

**10.** <http://www.google.com.ec/search.hl=es&q=hemoglobina&meta>



**ANEXOS**

# TÉCNICA DE LA DETERMINACIÓN DE HIERRO SÉRICO

## IRON liquicolor

Test colorimétrique photométrique pour le fer avec facteur clarifiant des lipides (LCF)

Méthode CAB

### Présentation

<b>[REF]</b>	10229	2 x 30 ml	Kit complet
	10230	2 x 100 ml	Kit complet
<b>[IVD]</b>			

### Méthode<sup>1</sup>

Le Fer (III) réagit avec le chromazurol B (CAB) et le cétyltriméthyl-ammonium bromide (CTMA) pour former un complexe ternaire coloré avec une absorbance maximum à 623 nm. L'intensité de la couleur produite est directement proportionnelle à la concentration de fer dans l'échantillon. Le test peut être utilisé en liaison avec TIBC (**[REF]** 10670) pour la mesure de la capacité total de fixation du fer.

### Réactifs

<b>[RGT]</b>	<b>2 x 30 ml ou 2 x 100 ml Réactif CAB</b>	
	CAB	0,18 mmol/l
	CTMA	2,2 mmol/l
	Chlorure de guanidinium	2,6 mol/l
	Tampon acétate de sodium (pH 4,7)	45 mmol/l

### **[STD]** 5 ml Standard

Fer (ionisé)	100 µg/dl
ou	17,9 µmol/l

### Préparation des solutions

**[RGT]** et **[STD]** sont prêts à l'emploi.

### Stabilité des réactifs

Conservés à 2...25°C, **[RGT]** est stable, même après ouverture jusqu'à la date de péremption indiquée. Éviter de manière absolue la contamination.

### Echantillons

Sérum, plasma hépariné. Ne pas utiliser du plasma recueilli sur EDTA ou citrate et le sérum hémolytique.

### Remarque

Les sérum lipémiques génèrent habituellement une turbidité de la réaction qui donne des résultats faussement élevés. Le **IRON liquicolor** permet d'éviter ces faux résultats car il contient un facteur: Le facteur clarifiant des lipides (LCF). Pendant l'incubation, le LCF supprime la turbidité causée par les sérum lipémiques.

### Mode opératoire

Longueur d'onde:	623 nm, Hg 623 nm
Cuvette:	1 cm d'épaisseur
Température:	20...25°C
Zéro de l'appareil:	Contre le blanc réactif (BR). Utiliser un seul blanc par série.

### Procédure

Introduire dans des cuves	BR	Echantillon / <b>[STD]</b>
Echantillon / <b>[STD]</b>	-	50 µl
Eau distillée	50 µl	-
<b>[RGT]</b>	1000 µl	1000 µl

Bien mélanger, incubé 15 min. à 20...25°C. Mesurer l'absorbance de l'échantillon ( $\Delta A_{Ech}$ ) et du standard ( $\Delta A_{STD}$ ) contre le blanc réactif dans les 60 min.

### Calcul de la concentration en fer avec facteur

Longueur d'onde	Fer (µg/dl)	Fer (µmol/l)
Hg 623 nm	830 x $\Delta A_{Ech}$ / Echantillon	149 x $\Delta A_{Ech}$ / Echantillon

### Avec standard

Si la lecture se fait à une longueur d'onde différente (620 nm - 640 nm), utiliser le standard fourni avec le kit pour le calcul.

$$C = 100 \times \frac{\Delta A_{Ech}}{\Delta A_{STD}} \quad [\mu\text{g/dl}]$$

$$C = 17,9 \times \frac{\Delta A_{Ech}}{\Delta A_{STD}} \quad [\mu\text{mol/l}]$$

### Linéarité

Le test est linéaire jusqu'à une concentration en fer de 500 µg/dl ou 89,5 µmol/l.

### Valeurs usuelles<sup>3</sup>

Hommes:	59 - 148 µg/dl	ou	10,6 - 28,3 µmol/l
Femme:	37 - 145 µg/dl	ou	6,6 - 26,0 µmol/l

### Contrôle de qualité

Tous les sérum de contrôle de qualité avec des valeurs de fer déterminées par cette méthode peuvent être utilisés. Nous recommandons l'utilisation de nos sérum de contrôle de qualité animal **HUMATROL** ou du sérum de contrôle de qualité d'origine humaine **SERODOS**.

### Automatisation

Des suggestions pour l'application des réactifs sur des analyseurs sont disponibles sur demande. Chaque laboratoire doit valider l'application sous sa propre responsabilité.

### Caractéristiques typiques

Pour les caractéristiques typiques, veuillez consulter la fiche technique accessible à [www.human.de/data/gb/vr/su-fe.pdf](http://www.human.de/data/gb/vr/su-fe.pdf) ou [www.human-de.com/data/gb/vr/su-fe.pdf](http://www.human-de.com/data/gb/vr/su-fe.pdf)

### Remarques

- Ce test est très sensible. Pour éviter la contamination, la verrerie doit être exempt de fer. Nous recommandons vivement l'utilisation du matériel plastique à usage unique.
- S'assurer que l'eau distillée est absolument exempt de fer.
- Ne pas utiliser de sérum ou du plasma trouble ou hémolytique.
- Des taux de bilirubine jusqu'à 15 mg/dl et de cuivre jusqu'à 500 µg/dl n'interfèrent pas avec le test.

### Bibliographie

- Garcia A., Clin. Chem. Acta 94, 115-119 (1979)
- Callahan, J. H., Cook K. O., Anal. Chem. 54, 59-62 (1982)
- Weippl, G. et al., Blut 27, 261-270 (1973)

SU-FE  
INF 1022901 F  
09-2005-22



**Human**

Human Gesellschaft für Biochemica und Diagnostica mbH  
Max-Planck-Ring 21 · D-65205 Wiesbaden · Germany  
Telefon: +49 6122 9988 0 · Telefax: +49 6122 9988 100 · eMail: [human@human.de](mailto:human@human.de)

## IRON liquicolor

Prueba fotométrica colorimétrica para el hierro con factor aclarante de lípidos (LCF)  
Método CAB

### Presentación del estuche

<b>REF</b>	10229	2 x 30 ml	Estuche completo
	10230	2 x 100 ml	Estuche completo
<b>IVD</b>			

### Método<sup>1</sup>

El Hierro (+3) reacciona con el cromazurol B (CAB) y cetiltrimetilbromuro de amonio (CTMA) para formar un complejo ternario coloreado con una máxima absorbancia a 623 nm. La intensidad del color producido es directamente proporcional a la concentración de hierro en la muestra. La prueba también puede ser usada en la combinación con el equipo TIBC (**REF** 10670) para determinar la capacidad total de fijación de hierro.

### Contenidos

<b>RGT</b>	2 x 30 ml ó 2 x 100 ml Reactivo CAB	
	CAB	0,18 mmol/l
	CTMA	2,2 mmol/l
	Guanidina cloruro	2,6 mol/l
	Buffer acetato de sodio (pH 4,7)	45 mmol/l
<b>STD</b>	5 ml Estándar	
	Hierro (ionizado)	100 µg/dl 17,9 µmol/l

### Preparación de los reactivos

**RGT** y **STD** están listos para uso.

### Estabilidad de reactivos

Aún después de abierto, **RGT** es estable hasta su fecha de caducidad cuando es almacenado de 2...25°C. Evitar la contaminación.

### Muestras

Suero, plasma heparinizado.  
No usar plasma con EDTA o con citrato, no usar suero hemolizado!

### Nota

Las muestras lipémicas usualmente generan turbidez cuando se mezclan con el reactivo lo que causa resultados elevados falsos. La prueba de **IRON liquicolor** evita estos resultados elevados falsos por medio del **factor aclarante de lípidos (LCF)**. Durante la incubación, el LCF aclara totalmente la turbidez causada por muestras lipémicas.

### Ensayo

Longitud de onda:	623 nm, Hg 623 nm
Paso de luz:	1 cm
Temperatura:	20...25°C
Medición:	Frente a blanco de reactivo (Rb). Sólo se requiere un blanco de reactivo por cada serie analítica.

### Esquema de pipeteo

Pipetear en cubetas	Rb.	Muestra / <b>STD</b>
Muestra / <b>STD</b>	—	50 µl 25
Agua destilada	50 µl	—
<b>RGT</b>	1000 µl	1000 µl 550

Mezclar bien, incubar por 15 minutos de 20...25°C. Leer la absorbancia de la muestra ( $\Delta A_{\text{muestra}}$ ) y del estándar ( $\Delta A_{\text{STD}}$ ) frente al blanco de reactivo antes de 60 minutos.

### Cálculo con factor

Longitud de onda	Hierro [µg/dl]	Hierro [µmol/l]
Hg 623 nm	830 x $\Delta A_{\text{muestra}}$	149 x $\Delta A_{\text{muestra}}$

### Cálculo con estándar

Si se usa una longitud de onda diferente (620 nm – 640 nm) para la medición, se debe usar el estándar provisto con el estuche para realizar el cálculo.

$$C = 100 \times \frac{\Delta A_{\text{muestra}}}{\Delta A_{\text{STD}}} \quad [\mu\text{g/dl}]$$

$$C = 17,9 \times \frac{\Delta A_{\text{muestra}}}{\Delta A_{\text{STD}}} \quad [\mu\text{mol/l}]$$

### Linealidad

La prueba es lineal hasta concentraciones de 500 µg/dl ó 89,5 µmol/l.

### Valores de referencia<sup>3</sup>

Hombre:	59 - 148 µg/dl	ó	10,6 - 28,3 µmol/l
Mujeres:	37 - 145 µg/dl	ó	6,6 - 26,0 µmol/l

### Control de calidad

Pueden ser empleados todos los sueros control con valores de hierro determinados por este método. Nosotros recomendamos el uso de nuestro suero de origen animal **HUMATROL** ó nuestro suero de origen humano **SERODOS** como control de calidad.

### Automatización

Proposiciones para la aplicación de los reactivos sobre analizadores están disponibles sobre demanda. Cada laboratorio tiene que validar la aplicación en su propia responsabilidad.

### Características de la ejecución

Los datos típicos de ejecución de la prueba pueden ser encontrados en el informe de verificación, accesible via [www.human.de/data/gb/vr/su-fe.pdf](http://www.human.de/data/gb/vr/su-fe.pdf) ó [www.human.de/data/gb/vr/su-fe.pdf](http://www.human.de/data/gb/vr/su-fe.pdf)

### Notas

- La prueba de hierro es muy sensible. Para evitar una posible contaminación el material de vidrio usado debe estar libre de hierro. Recomendamos fuertemente el uso de material de plástico desechable.
- Asegurarse de utilizar agua destilada completamente libre de Hierro.
- No usar suero o plasma turbio ó hemolizado.
- Bilirrubina hasta 15 mg/dl y cobre hasta 500 µg/dl no interfieren.

### Literatura

- Garcia A., Clin. Chem. Acta 94, 115-119 (1979)
- Callahan, J. H., Cook K. O., Anal. Chem. 54, 59-62 (1982)
- Weippl, G. et al., Blut 27, 261-270 (1973)

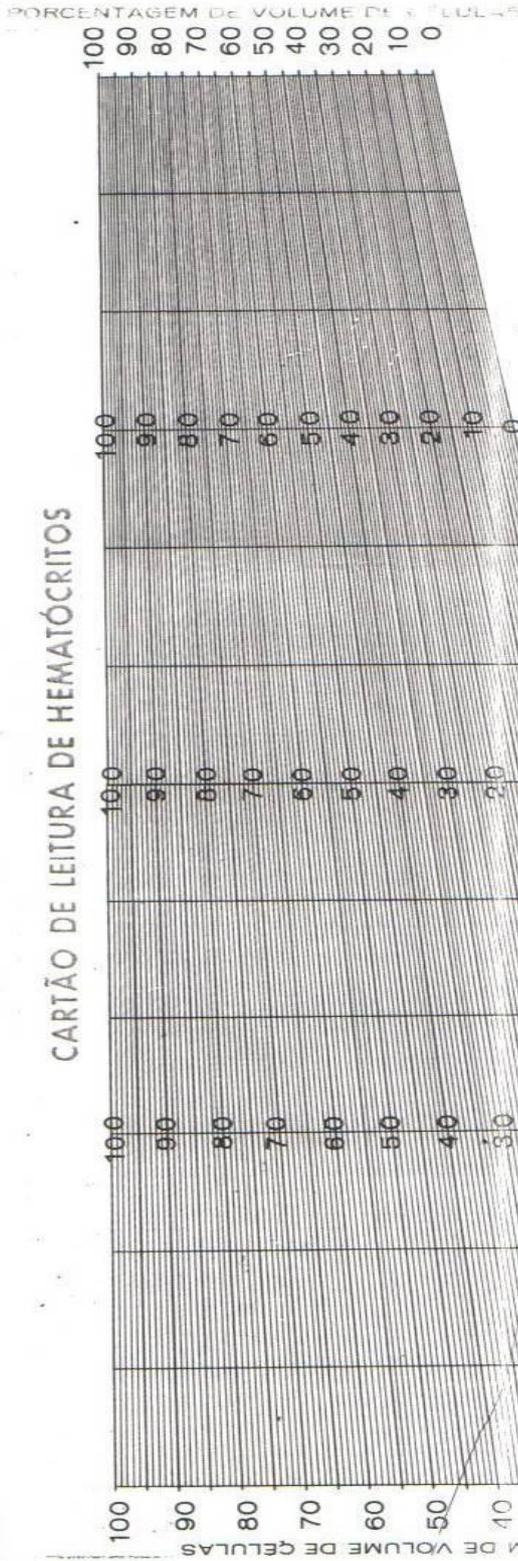
SI-FE  
INF 1022901 E  
08-2005-22

CE

human

Human Gesellschaft für Biochemie und Diagnostica mbH  
Max-Planck-Ring 21 · D-65205 Wiesbaden · Germany  
Telefon: +49 6122 9988 0 · Telefax: +49 6122 9988 100 · eMail: human@human.de

## CARTÃO DE LEITURA DE HEMATÓCRITOS



### INSTRUÇÕES

- 1 - Com o cartão seguro no fundo de uma das mãos, coloque o tubo de hematócrito sobre o cartão, com a extremidade superior segura levemente entre o polegar e o indicador da outra mão curvado sobre o alto do cartão.
- 2 - Alinhe o tubo tão proximamente paralelo quanto possível com as linhas verticais da área paulada e ajuste o menisco do plasma com a linha 100% em cima (no alto).
- 3 - Desloque o tubo através da superfície do cartão ou mova o mesmo (cartão) para um lado para levar o fundo das células para a linha 0 (zero).
- 4 - Controle outra vez o menisco do plasma na linha 100% e leia o alto da coluna das células em volume por cento de células, reunidas em todo sangue sob uma luz forte, usando uma lente de mão para facilitar a leitura.



**FANEM LTDA.**

FABRICA DE APARELHOS NACIONAIS DE ELECTROMEDICINA

## TOMA DE MUESTRA



## EQUIPO Y MATERIALES



## MUESTRAS



## HEMATOLOGÍA



## PREPARACIÓN DE MUESTRAS



## QUÍMICA SANGUÍNEA



## QUÍMICA SANGUÍNEA



## REPORTE DE RESULTADOS



## ESPECTROFOTOMETRO



## CENTRÍFUGA

