

UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
FACULTAD DE MEDICINA

**"CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO  
DE LA RELACIÓN  
MATERNO-FETAL DE HIERRO"**

*Tesis Doctoral presentada por Sofía Bervel Clemente,  
Licenciada en Medicina y Cirugía, y Dirigida por el Prof.  
Dr. Alberto Valls Sánchez de Puerta Catedrático de  
Pediatria y Puericultura.*

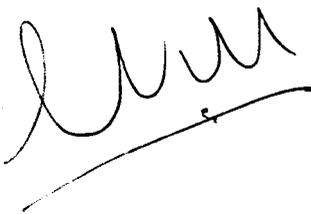
Alberto Valls Sánchez de Puerta, Catedrático de Pediatría y Puericultura jubilado de la Facultad de Medicina de Sevilla,

**CERTIFICA:**

Que D<sup>a</sup> Sofía Bervel Clemente, licenciada en Medicina y Cirugía, ha realizado bajo mi dirección, en la Residencia Sanitaria Manuel Lois de Huelva, el presente trabajo sobre "Contribución al estudio de la relación materno - fetal de hierro", con el que aspira al grado de doctor.

Y para que conste donde convenga, firmo en Sevilla, a cuatro de junio de mil novecientos ochenta y nueve.

Firmado: A. Valls.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters, likely 'AVS', written over a horizontal line.

*A todos los que de una forma u otra han  
contribuido en la realización de esta Tesis.*



Al Prof. Dr. D. ALBERTO VALLS SÁNCHEZ DE PUERTA por haberme dirigido este trabajo y haberme transmitido la ilusión de profundizar en el campo de la Pediatría.

Al Dr. J. GARZÓN, Jefe del Servicio de Obstetricia y Ginecología del Hospital "Manuel Lois", así como a todo el personal, por su colaboración y por la ayuda que me han facilitado en la toma de muestras.

Al Dr. D. PRADOS, Jefe del Servicio y a todo el personal de Hematología y Radioinmunoensayo, por su ayuda y excelente trabajo, porque sin ellos hubiera sido imposible la realización de las determinaciones de las muestras.

Al Dr. J. DOMINGUEZ, mi más sincero agradecimiento por todas las horas que sin interés, ha dedicado a la realización de este trabajo.

A D. J. GARCÍA y su equipo por su insustituible colaboración en la programación del texto y gráficas de mi estudio.

Ya todos aquellos que por distintos motivos han participado en mi laborioso empeño.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**INDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>I.- Importancia del hierro en el embarazo y en el recién nacido</b> .....	<b>2</b>
<b>II.- Metabolismo del Hierro. Esquema general. Hierro corporal</b> .....	<b>4</b>
- <b>HIERRO NO HEME.</b>	
- Absorción y transporte.	
- Valoración del Hierro de transporte.	
- Reservas de Hierro:	
- Hemosiderina.	
- Ferritina. Estructura. Síntesis, niveles séricos en relación con los depósitos de Hierro.	
- <b>HIERRO HEME.</b>	
- Hemoglobina. Síntesis.	
- Valoración de Hierro Hemoglobínico.	
- Parámetros eritrocitarios en la mujer.	
- Parámetros eritrocitarios en cordón del recién nacido.	
<b>III.- Estado del Hierro en el embarazo</b> .....	<b>32</b>
<b>IV.- Transporte maternofetal de Hierro</b> .....	<b>38</b>
<b>V.- Estado del Hierro en el recién nacido</b> .....	<b>41</b>

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	44
MATERIAL Y MÉTODO .....	48
RESULTADOS .....	68
DISCUSIÓN .....	117
CONCLUSIONES .....	129
RESUMEN .....	132
BIBLIOGRAFIA .....	135

---

---

---

---

---

---

---

---

# INTRODUCCIÓN

---

---

---

---

---

---

---

## **I. IMPORTANCIA DEL HIERRO EN EL EMBARAZO Y EN EL RECÍEN NACIDO**

Desde hace mucho tiempo es reconocida la extrema importancia que tiene el hierro en la biología humana. Los métodos hematológicos clásicos, bioquímicos citoquímicos y radiomunológicos, y los estudios dinámicos utilizando los radioisótopos han permitido explorar con gran precisión la dinámica cuantitativa de éste metal. (NAJEAN, 1980) (1).

La carencia de hierro es la causa más común de anemia en el embarazo, existiendo tres importantes razones para ésta deficiencia:

- 1º.- En primer lugar muchas mujeres en edad fértil presentan un precario balance de Fe, producido tanto por la pérdida en la menstruación como por los hábitos dietéticos.

- 2º.- En segundo lugar, los cambios fisiológicos que se producen en la embarazada, requieren hierro extra, que normalmente suele ser insuficiente y,
- 3º.- En tercer lugar el feto necesita cierta cantidad de hierro para la formación de hemoglobina, mioglobina y algunas enzimas., (WALLERSTEIN, 1973) (2).

Actualmente se considera que una anemia ferropénica no tratada durante el embarazo puede comprometer el crecimiento del feto, disminuyendo su actividad física y aumentando el riesgo de infección. Por ello es importante diagnosticar y tratar a las embarazadas con déficit de hierro, porque la anemia materna suele estar asociada a una mayor frecuencia de prematuridad y a un aumento de morbilidad y mortalidad perinatal (MILMAN N. y cols., 1987) (3).

---

---

---

---

---

---

---

## **II METABOLISMO DEL HIERRO.**

### **ESQUEMA GENERAL.**

#### **I.1.- HIERRO CORPORAL.**

El contenido de hierro de un hombre adulto es aproximadamente 50 mg/Kg. de peso, mientras que el de la mujer está alrededor de 35 mg/Kg. (PUOLAKKA, 1980) (4); (BRITTENHAM y cols. 1981) (5). Por estudios realizados durante diversos períodos de gestación se observa que el contenido en hierro del feto tiende a mantenerse constante siendo de 75 mg/Kg.

La figura 1 indica las principales etapas del metabolismo; de cada una de estas etapas se podrán deducir los procesos fisiológicos, los métodos de estudio y las consecuencias clínicas de las anomalías (NAJEAN, Y. 1980) (1).

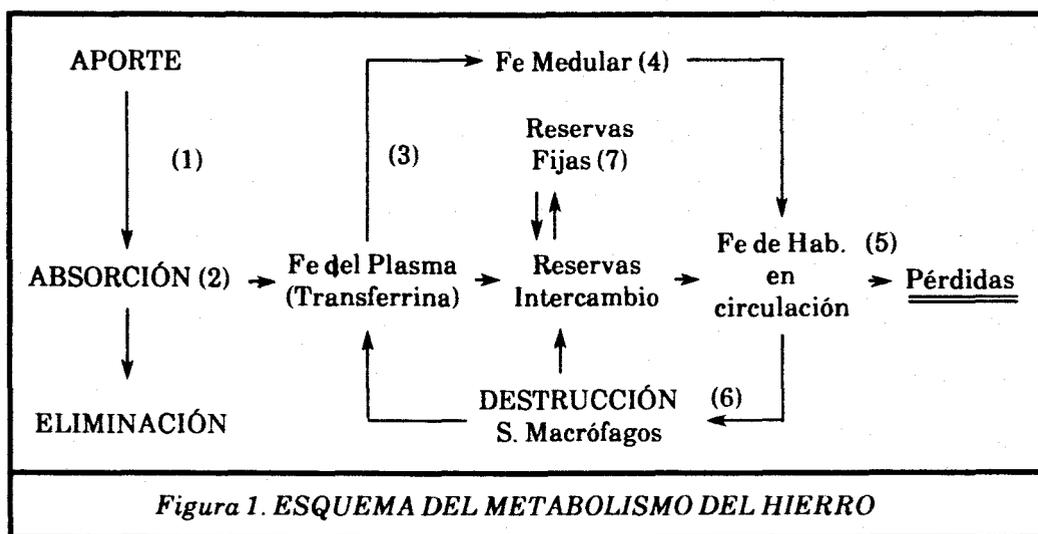


Figura 1. ESQUEMA DEL METABOLISMO DEL HIERRO

En la tabla 1 vemos el reparto del hierro del organismo en un adulto, masculino, normal de 70 Kg. de peso.

TABLA 1

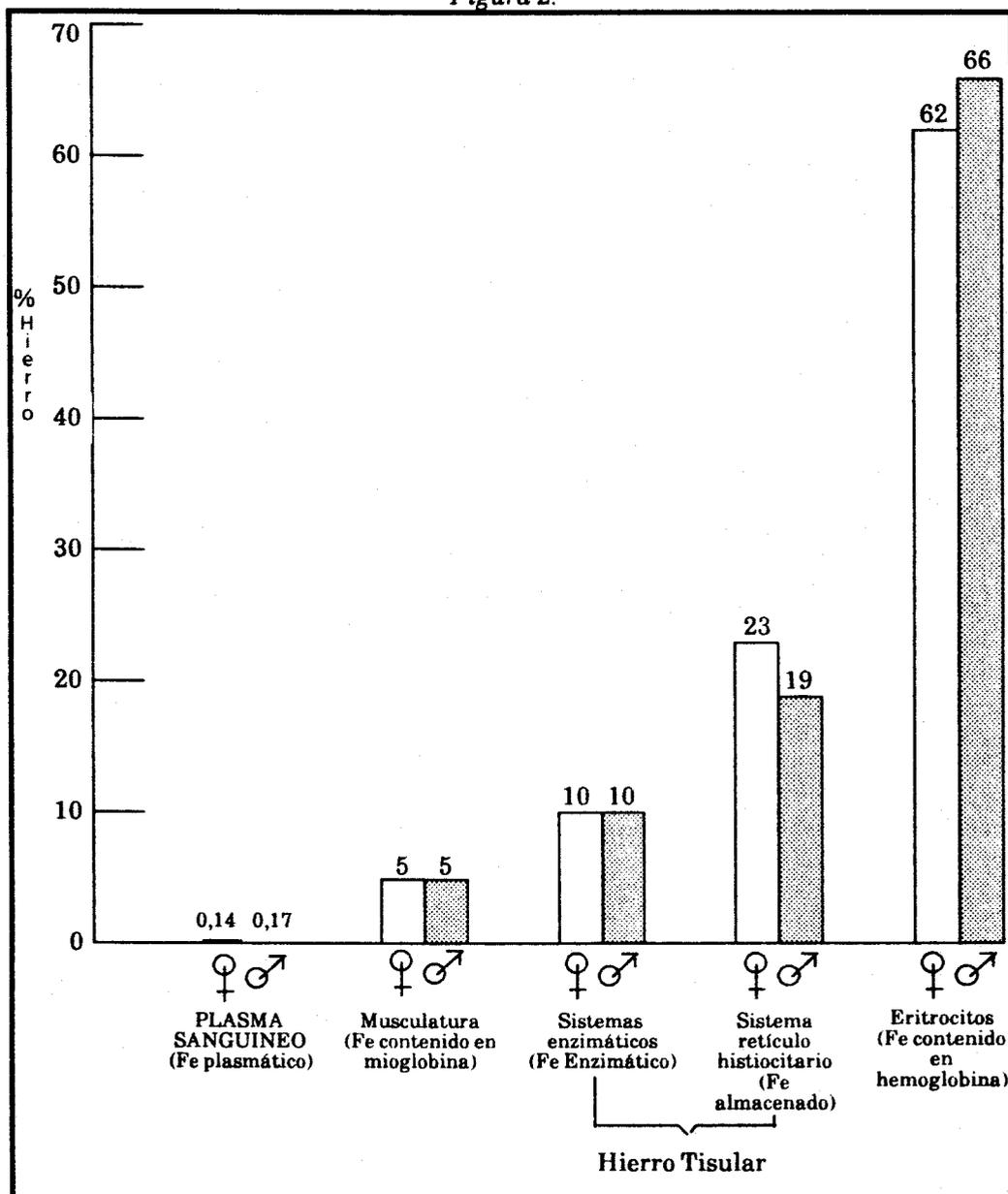
COMPOSICIÓN	FUNCIÓN	CONTENIDO EN Fe	RENOVACIÓN COTIDIANA
TRANSFERRINA	TRANSPORTE	3 mg.	25 mg. hacia la médula 5-10 mg. cambio con las reservas
HEMOGLOBINA DE LA MÉDULA	SÍNTESIS MEDULAR	100 mg.	25 mg / día
Hgb CIRCULANTE	TRANSPORTE DE OXÍGENO	2.800 mg.	25 mg / día
MIOGLOBINA	TRABAJO	150 mg.	≤ 1 mg / día
ENZIMAS HEMÁTICAS O NO HEMÁTICAS	DIVERSAS	10 mg.	no contabilizado
FERRITINA	RESERVAS CAMBIABLES	600 mg.	5 - 10 mg / día
HEMOSIDERINA	RESERVAS FIJAS	600 mg.	nulo

Como se puede observar la cantidad total de hierro está en estrecha correlación con el peso corporal. Según las investigaciones más recientes, la cantidad total de hierro se sitúa aproximadamente en una quinta parte por debajo de la que se admitía hasta hace pocos años. En un gran conjunto de hombres sanos y de mujeres con menstruación se averiguaron los siguientes valores medios:

- Mujeres (60Kg) : 2.100 mg.
- Hombres (70 Kg): 3.500 mg.

La distribución del hierro en el organismo, investigada en el mismo conjunto proporcionó los siguientes valores

Figura 2.



El hierro en el organismo tiene múltiples funciones de las cuales la más conocida es la de ser el responsable del transporte del oxígeno

mediante la hemoglobina. También son funciones suyas, de la mayor importancia, las de activación de las moléculas de nitrógeno y oxígeno, ya que forma parte de los sistemas enzimáticos como nitrogenasas oxigenasas y oxidasas. Por último, también interviene en la constitución de los citocromos, por lo que participa en los mecanismos de transporte de los electrones.

El hierro es transportado en el organismo a los lugares donde es necesario mediante una proteína: la Transferrina y conservado en los depósitos de hierro en forma de Ferritina y Hemosiderina.

Existen en el organismo dos categorías de compuestos de hierro, según se trate de proteínas que contengan HEME o que no la contengan en su molécula.

Proteínas con HEME son: 1) La Hemoglobina y la Mioglobina en las que el HEME se combina con el oxígeno 2) Los citocromos A, B y C que transportan electrones 3) Las peroxidasas que activan el peróxido de hidrógeno para aceptar los electrones a partir de diferentes sustratos. 4) Las catalasas que convierten el peróxido de hidrógeno en agua y en oxígeno.

Las proteínas que no contienen HEME son: 1) Deshidrogenasas succínica y láctica, xantinoxidasas que son flavoproteínas ligadas al hierro y que funcionan como receptores de electrones. 2) La Transferrina, Ferritina y Hemosiderina son proteínas de transporte y almacenamiento. También existe la Lactoferrina que es una proteína semejante a la Transferrina que se encuentra en la leche, otras secreciones y en los neutrófilos (MILLER, DR., 1985) (6).

TABLA 2

PROTEINA	PESO MOL.	DISTRIBUCIÓN	FUNCIÓN
<b><u>CON HEME:</u></b>			
HEMOGLOBINA	65.000	Hematies	Transporte Oxígeno
MIOGLOBINA	17.000	MÚSCULO	Transporte Oxígeno
CITOCROMO aa <sub>1</sub>	180.000	MITOCONDRIAS	Oxidasa Terminal
b	18.000 - 30.000	MITOCONDRIAS	Transporte Electrones
C <sub>1</sub>	37.000	MITOCONDRIAS	Transporte Electrones
C	12.000	MITOCONDRIAS	Transporte Electrones
CATALASA	240.000	HEMATÍES	Rotura del Peróxido
LACTOPEROXIDASA	93.000	LECHE	Rotura del Peróxido
<b><u>SIN HEME:</u></b>			
Succinato deshidrogenasa de proteina Fe - S	27.000	MITOCONDRIAS	Transporte Electrones
Succinato deshidrogenasa de la Flavoproteina	70.000	MITOCONDRIAS	Transporte Electrones
NADH-deshidrogenasa xantinoxidasa	275.000	MITOCONDRIAS leche, tejidos	Transporte Electrones Hipoxantina ac. úrico
TRANSFERRINA	77.000	Plasma	Transporte Fe
LACTO FERRINA	77.000	leche, secreciones	Transporte Fe
FERRITINA	450.000 - 900.000	Todos los tejidos	Almacenamiento Fe
HEMOSIDERINA		Hígado, bazo, médula osea	Almacenamiento Fe

## HIERRO NO HEME

### - ABSORCIÓN Y TRANSPORTE.

El hierro tomado con la alimentación y liberado en el estómago, llega a absorberse principalmente en forma de  $Fe^{++}$  y sólo en pequeña parte en forma de  $Fe^{+++}$ . En éste sentido, el jugo gástrico favorece la solubilización y reducción del hierro mediante la Gastroferrina que es una glicoproteína de alto peso del hierro molecular que existe en todos los sujetos sanos y que liga el hierro con objeto de mantener la solubilidad del mismo en el medio alcalino del duodeno.

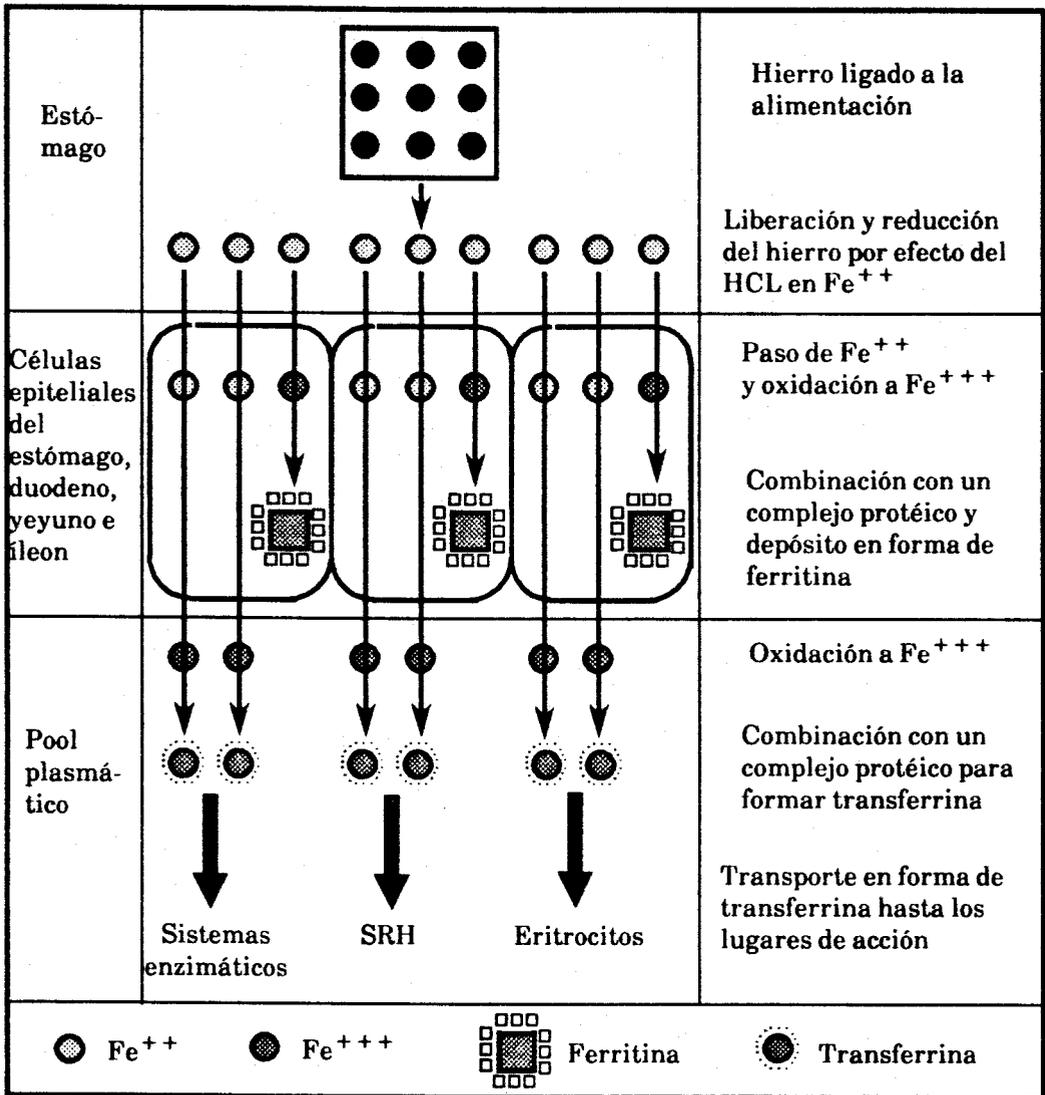
Normalmente hay en el jugo gástrico cantidad suficiente de ésta proteína para ligar los 15 grs. de hierro que aproximadamente tiene una dieta normal (OSKI. F.A. 1981) (7).

La absorción tiene lugar principalmente en el duodeno y yeyuno. El estómago y el íleon tienen una actividad absorbente considerablemente menor.

Los iones de hierro liberados, llegan primero a las células epiteliales; una parte de ellos es oxidada almacenándose en este lugar en forma del compuesto ferroprotéico - ferritina.

El resto de los iones  $Fe^{++}$  atraviesa las células epiteliales y en el pool plasmático se oxida a  $Fe^{+++}$  el cual se combina con un complejo protéico formando la TRANSFERRINA y así queda asegurado el transporte fisiológico del hierro ya que éste no circula libre en el plasma y la pequeña cantidad de ferritina presente no transporta hierro (ver esquema 1).

## ESQUEMA DE LA ABSORCIÓN Y TRANSPORTE DE HIERRO



La transferrina es una glucoproteína de movilidad en la zona beta del proteinograma con un peso molecular de alrededor de 76.000 Daltons (NAJEAN, 1980) (1) o entre 88.000 y 95.000 Daltons como refiere MILLER DR. (1985) (6). Está formada por dos cadenas polipeptídicas y cada una de ellas tiene dos cadenas laterales que terminan en una molécula de Ácido Siálico.

Normalmente existen unos 200 mg/100 cc. de sangre. Cada molécula se liga con dos átomos de hierro férrico y en sitios de la proteína especialmente separados.

La vida media es de 12 días en los niños normales y de 6 a 8 en el adulto.

La transferrina es esencialmente sintetizada por el hígado y la cantidad por día ha sido calculada por estudios con isótopos de proteína marcada, teniendo en cuenta la repartición entre el pool intra y extracirculantes. La repartición es de aproximadamente 45/55, similar a lo que se observa en otras proteínas y la renovación del orden del 15% por día no se modifica según las necesidades.

**TABLA 3.- CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE LA TRANSFERRINA**

Peso molecular	≈ 76.000 daltons
Constante de sedimentación (S <sub>20</sub> )	5,1
Punto isoéctrico pH	5,8
Tasa normal de saturación en hierro	2,5 - 4 mg./l
Repartición entre Pools vascular y no vascular	0,45/0,55
Tasa fracción de renovación de la proteína	0,1 - 0,22 (m = 0,16 por día)

**- VALORACIÓN DEL HIERRO DE TRANSPORTE.  
PARÁMETROS.**

La máxima capacidad de transporte de hierro por la transferrina se designa con el nombre de **CAPACIDAD TOTAL DE FIJACIÓN DE**

**HIERRO.** Asciede en promedio a  $300 \pm 60 \mu\text{g}\%$  y prácticamente nunca está completamente aprovechada.

Esto se evidencia por la cantidad de hierro transportado por la transferrina, el denominado *hierro plasmático (sideremia)* que se determina colorimétricamente y en personas sanas alcanza un valor medio de  $100 \pm 40 \mu\text{g}\%$ , por lo que normalmente se comprende que sólo se ocupa una tercera parte de los sitios disponibles.

El cociente hierro plasmático/capacidad total de fijación de Fe nos proporciona el **ÍNDICE DE SATURACIÓN DE TRANSFERRINA**, que en personas sanas se cifra en un  $37,5 \pm 12\%$  (7).

## HIERRO NO HEME.

### - RESERVAS DE HIERRO.

El nivel de los depósitos de hierro refleja el balance entre la entrada y pérdida de éste mineral. Teniendo en cuenta éste balance, las reservas de hierro en las mujeres en edad fértil, son de 300 mg. aproximadamente (10 - 20% no está en depósito) mientras que en el hombre las reservas de hierro suponen alrededor de 1.000 mg. (COOK, 1983) (11).

En forma de transferrina, el hierro llega también al Sistema Retículo - Histiocitario (SRH), que está compuesto esencialmente por el hígado, el bazo y la médula ósea. Los sistemas redox celulares liberan  $Fe^{+++}$  a partir de la transferrina y éste hierro se va a depositar en el hígado preferentemente en las células parenquimatosas y poco en las células del Sistema Retículo-Endotelial (R.E). En el bazo y médula ósea principalmente se depositan en células del Sistema Retículo-Endotelial. El Sistema Nervioso Extrapiramidal contiene 25 mg./100 gr. de peso en fresco (concentración igual a la del hígado). En el resto del cerebro es aproximadamente de 2 - 5 mg/100 grs. de peso en fresco y éste depósito va aumentando con la edad.

Este hierro férrico  $Fe^{+++}$  se combina con complejos protéicos formando HEMOSIDERINA Y FERRITINA, que representan las dos formas de depósito de hierro.

## - HEMOSIDERINA

La hemosiderina es un complejo insoluble en agua que contiene una estructura heterogénea, con proteínas, nucleótidos, hidratos de carbono, porfirinas y también más hierro que la ferritina. Este hierro supone el 24 - 45% de la molécula (WINTROBE, 1979) (12).

Al parecer, en la mayoría de los casos, el hierro se deposita primero en la ferritina y luego, parte de él es transportado a la hemosiderina, transformándose en hemosiderina el hierro transportado más recientemente.

Con niveles altos de hierro en tejidos, éste se transfiere a la hemosiderina; sin embargo, cuando se moviliza de los depósitos lo hace por igual de ferritina y de hemosiderina. Aunque WINTROBE (1979) (12) observa que desde el punto de vista fisiológico la hemosiderina representa una forma más estable y menos disponible del hierro de depósito.

Antes se la distinguía de la ferritina por su solubilidad y por la reacción Azul de Prusia, de forma que se consideraba a la ferritina como soluble y Azul de Prusia negativa y a la hemosiderina insoluble y Azul de Prusia positiva (WINTROBE, 1979) (12).

## - LA FERRITINA

La Ferritina es una de la principales moléculas de hierro de reserva del organismo.

La cantidad de almacenamiento o depósito de hierro es muy variable, habiendo un equilibrio entre las pérdidas y las entradas de hierro.

La excreción de hierro es relativamente constante, 1mg/día, y la cantidad de hierro en el cuerpo está controlada por la cantidad de hierro absorbida. En el hombre puede haber alrededor de 2 grs. de hierro, aunque lo usual es que sea 1 gr. (JACOBS, 1980) (13).

En las mujeres en edad fecunda puede haber pérdidas de hierro tanto por la menstruación como por los partos. Estas pérdidas producen deplección de los depósitos de hierro y anemia por deficiencia de éste. (WORWOOD, 1982) (14).

Como ya hemos dicho anteriormente la mayor parte de los depósitos de hierro se realiza en forma de ferritina, pero también se encuentra bajo la forma de hemosiderina (0,5 grs.) (OLMEDA y cols., 1984) (15), e incluso está en creciente proporción cuando hay sobrecarga de hierro (POWELL and HALLIDAY, 1980) (16).

La ferritina está ampliamente distribuida en la naturaleza, encontrándose en bacterias, plantas y animales (HARRISON, P.M. GLEGG, G.A. and MAY, K. 1980) (17).

En el cuerpo humano particularmente, las concentraciones de ferritina están en el hígado, bazo y médula ósea, aunque también se han detectado en otras células como eritrocitos, leucocitos y plaquetas (WORWOOD, 1979) (18).

La ferritina tiene una larga y respetable historia bioquímica. La proteína pura fue detectada en el bazo de caballo por LAUFBERGER (1937), siendo descrita como proteína soluble que contenía hasta un

20% de hierro por peso. Más tarde, GRANIK en 1946, estudia la estructura y la función de transporte. También es en ésta época cuando se le considera importante como depósito protéico de hierro y en el papel de la regulación de la absorción de éste.

A partir de 1950 se empieza a estudiar los efectos biológicos de la ferritina y en la actualidad hay descripciones detalladas tanto de su estructura como de sus funciones.

## PURIFICACIÓN DE FERRITINA

La ferritina es soluble en agua y relativamente estable al calor, resistiendo a la desnaturalización hasta 15 minutos a 75° C. Después de la homogeinización en agua y calefacción a 70 - 75° C, la purificación depende de la sedimentación de las moléculas de ferritina ricas en hierro por ultracentrifugación en soluciones de sulfato de cadmio. Estos métodos hacen posible seleccionar la fracción de las moléculas de ferritina presentes en el hígado.

Una descripción detallada de métodos para la purificación de la ferritina están descritas por WORWOOD M. (1980) (19) por el método de ultracentrifugación y por BOTHWELL y cols (1979) (20) por el método de sulfato de cadmio.

Estos métodos han sido discutidos por HARRISON, GLEGG y MAY (1980) (17) que incluso han obtenido la apoferritina por reducción del hierro de la ferritina investigada por diálisis.

## COMPOSICIÓN. ESTRUCTURA

La ferritina está compuesta de una corteza protéica, la apoferritina, y un núcleo, susceptible de contener hasta 5.000 átomos de hierro bajo la forma de hidroxifosfato férrico. (VIALA J.J. 1984) (21).

El peso molecular de la apoferritina, estudiada en el bazo de caballo es aproximadamente de 450.000 Daltons y está compuesta de 24 subunidades dispuestas simétricamente y de peso molecular aproximado de 18.500 Daltons (HARRISON y cols. 1980) (17). Sin embargo, se puede distinguir por técnicas electroforéticas dos tipos de subunidades, tipo H (ácidas, extraídas del corazón) y tipo L (extraídas del hígado), que tienen un peso molecular aproximado de 19.000 y 21.000 Daltons respectivamente (WORWOOD, 1982) (14).

Estructuralmente las 24 subunidades están dispuestas en grupos 4 - 3 - 2 simétricamente, formando una caverna esférica con una corteza de diámetro externo de aproximadamente 13 nm. y uno interno de 8 nm. (HARRISON y cols. 1980) (17). Estudios realizados por difracción de rayos X.

También ha sido demostrada la secuencia de aminoácidos en bazo de caballo por HEUSTERSPREUTE y CRICHTON (1981) (22).

## SÍNTESIS Y DEGRADACIÓN

Aunque se ha considerado que la síntesis de ferritina tiene lugar en los polisomas libres según experimentos llevados a cabo en animales,

células o extractos celulares (ZHRINGER y cols. 1975) (23), (WORWOOD, 1977) (24), (BOMFORD y MUNRO, 1980) (25).

Estos autores han demostrado que la estimulación de la síntesis de apoferritina por el hierro es debida a un aumento de la cantidad y/o disponibilidad del RNAm de la apoferritina en los polisomas. También ha sido demostrada dicha síntesis en los ribosomas del Retículo Endoplásmico, y éste, según JACOBS y cols. (1975) (26), puede ser el camino por el cual la ferritina entra al plasma.

Los complejos protéicos que van a ser exportados están adheridos a los polirribosomas del Retículo Endoplásmico, mientras que las proteínas que se van a mantener en la célula tienen que ser sintetizadas en los polirribosomas libres. (WORWOOD, 1982) (14).

Es evidente que el gran incremento de síntesis de apoferritina en respuesta al hierro es función de los polirribosomas libres (ZHRINGER y cols, 1977) (27), pero el significado de la síntesis de la ferritina en los ribosomas agregados al Retículo endoplásmico es aún desconocido. (WORWOOD, 1982) (14).

La administración de Actinomicina D suprime la síntesis de RNAm quedando suspendida la síntesis de ferritina por la administración de hierro.

ZHRINGER, BALIGA y MUNRO (1976) (28) han sugerido que la estimulación de la síntesis de ferritina es asociado con el movimiento del RNAm hacia el pool citoplásmico de los ribosomas libres en respuesta al hierro.

Aún es desconocida la degradación de las moléculas de ferritina en los tejidos. Experimentos llevados a cabo por radioactividad han

demostrado que las moléculas de ferritina tienen una vida media aproximada de 72 horas. La inyección de hierro produce un aumento considerable del tiempo de supervivencia de las moléculas de ferritina.

Recientemente KOHGO, YOKOTA y DRYSDALE (1980) (29) han investigado la velocidad de movimiento usando la técnica de doble isótopo en la que la síntesis de ferritina era estimulada inyectando hierro marcado en ratas.

## **FERRITINA SÉRICA**

La ferritina fué considerada durante mucho tiempo como proteína intracelular y detectada en suero en casos patológicos. Actualmente por el gran desarrollo de técnicas de radioinmunoensayo se ha demostrado en el suero de personas normales (ADDISON y cols. 1972) (30) y en células sanguíneas (SUMMERS y cols. 1974) (31).

## **CARACTERÍSTICAS, FUNCIÓN Y NIVELES SÉRICOS DE FERRITINA**

El peso molecular de la ferritina sérica es similar a la del bazo, predominando en su estructura la subunidad H (BRITTENHAM y cols. 1981) (5).

Algunos autores como POWELL y cols. (1975) (32) han postulado que las isoferritinas en las que predominan las subunidades básicas o L, corresponden a ferritinas destinadas a la reserva de hierro intracelular y sintetizada en los polisomas libres, mientras que las isoferritinas con

predominio de subunidades H o ácidas, representan una ferritina secretoria sintetizada sobre ribosomas unidos al Retículo Endoplásmico.

WORWOOD y cols. (1979) (33) han observado que el 70% de la ferritina sérica se une a la concanavalina A (con A) que se une a glucoproteínas y oligosacáridos, por lo que se ha asumido que la ferritina del suero es glicosilada. Por otro lado las ferritinas procedentes del corazón, hígado y bazo muestran poca capacidad de unión a la concanavalina A (WORWOOD y cols. 1979) (33).

Una característica de la ferritina sérica es su bajo contenido en hierro, pues aún en cobrecarga corporal, la ferritina encontrada en plasma está muy poco saturada (ZUYDERHOUDT y cols. 1978) (34) (FORMAN y cols. 1980) (35).

Para WORWOOD y cols. (1979) (33) y BRITTENHAM y cols. (1981) (5) el origen de la ferritina sérica es predominantemente de las células del sistema Retículo Endotelial.

El proceso por el cual la ferritina sale al plasma no se conoce a fondo. Para algunos autores hay una secreción de ferritina glicosilada de las células del Retículo Endoplásmico. Otros autores como JACOBS y cols. (1975) (26), WORWOOD y cols. (1979) (33) y COOK y cols. (1982) (36) piensan que es debido a un daño de las células que contienen ferritina. FORMAN y cols. (1980) (35) sin embargo piensa en una superproducción de la molécula.

La ferritina resulta rápidamente aclarada del plasma por las células hepáticas, habiéndosele calculado una vida media de 4 - 16 minutos.

Los niveles séricos de ferritina oscilan entre 10 y 200 ng./ml (JACOBS y cols. 1975) (26) (RYBO 1975) (37) (RODRÍGUEZ PÉREZ y cols. 1980) (38).

Hemos de destacar que hay diferencias en relación con la edad y el sexo. Los valores de ferritina sérica en adultos varones son muy superiores a los de las mujeres, habiendo una relación de 3:1.

RODRÍGUEZ PÉREZ y cols. (1980) (38) estudiaron los valores de ferritina sérica en individuos normales de diferente edad y sexo. Observaron que la media en varones era de 168,9 ng./ml y en mujeres de 85,1 ng/ml.

Estas cifras superan las medias obtenidas por otros autores como JACOBS y cols. (1975) (26) (H 123 ng/ml y M 56 ng/ml).

Según RODRÍGUEZ PÉREZ y cols. (1980) (38), las diferencias en relación al sexo se van a mantener toda la vida exceptuando la infancia y la senectud, donde los valores de ferritina sérica son similares. Los valores más bajos en mujeres corresponden a las edades entre 14 - 40 años, etapa de actividad sexual y menstruación, y en los varones entre 5-20 años que corresponde a la época de mayor desarrollo corporal.

Ya hemos comentado que los niveles séricos de ferritina en recién nacidos son más altos que los encontrados en hombres adultos, oscilando entre 100-300, estando en concordancia con los ya conocidos depósitos de hierro del recién nacido. Algunos autores como JUNE y cols. (1980) (39) han observado concentraciones de ferritina sérica reducidas en recién nacidos de bajo peso y lo han comparado con recién nacidos de peso normal, demostrando la relación bajo peso con depósitos de hierro bajos.

Después del nacimiento, los niveles de ferritina aumentan llegándose a triplicar al mes y medio (SAARINEN y cols. 1978) (40) para ir descendiendo a los 6 meses de vida y proseguir así durante toda la infancia.

En la senectud los niveles de ferritina se elevan por encima de los valores medios encontrados en los adultos (RODRÍGUEZ PÉREZ y cols., 1980) (38).

La gran mayor parte de investigadores han demostrado que los valores de ferritina sérica reflejan los estados de depósitos de hierro. Así se ha demostrado que la flebotomía cuantitativa produce una disminución progresiva de los niveles de ferritina sérica.

De esta forma se estableció que 1 ng/litro de ferritina en plasma correspondía a 10 mg. de hierro de reserva.

Actualmente se expresa en la misma unidad de concentración, así 1 ng/l de ferritina equivale aproximadamente a 140 mg/kg de peso corporal (FINCH y cols. 1982) (41).

La ferritina sérica se ha comparado con otros parámetros de valoración indirecta de los depósitos de hierro. Algunos autores han observado correlación directa entre ferritina sérica y el hierro sérico (KOEHN y cols. 1980) (42), (PETER y cols. 1981) (43), (BENTLEY, 1985) (44) y otros no (FORTIER y cols. 1979) (45). Se ha encontrado correlación inversa entre ferritina sérica y la TIBC (FORTIER y cols. 1979) (45), (KOEHN y cols. 1980) (42), (PETER y cols. 1981) (43).

## **NIVELES SÉRICOS DE FERRITINA EN RELACIÓN CON LOS DEPÓSITOS DE HIERRO.**

El principal uso de la ferritina sérica radica en el diagnóstico y seguimiento de los pacientes con deficiencia de hierro.

Valores bajos de ferritina están presentes en gran cantidad de mujeres en época de actividad sexual, reflejándose la incidencia tan elevada de déficit de hierro en estas edades (RYBO, 1975) (37), (PUOLAKKA, 1980) (4).

Podemos clasificar según NAJEAN (1980) (1) y FORMAN y PARKER (1980) (47) la deficiencia de hierro en tres etapas:

- La primera en la que hay una deplección de los depósitos de hierro, demostrada por la ausencia de hierro teñido con azul de Prusia en médula ósea o por caída de ferritina sérica por debajo de valores considerados como normales. Se definiría como Deplección de Depósitos de Hierro.
- La segunda etapa vendría definida por una caída de saturación de transferrina y una disminución de eritropoyesis. Hay un deterioro en la síntesis de la hemoglobina, una hipocromía y microcitosis de las células rojas, aunque la concentración de hemoglobina se mantiene dentro de la normalidad.
- Por último en la tercera etapa, va a estar muy dificultada la eritropoyesis, va a haber una caída significativa de hemoglobina circulante y se denominaría ANEMIA FERROPENICA.

La mayor parte de autores, (RIOS y cols. 1975) (46), (FORMAN y PARKER, 1980) (47), (BENTLEY, 1985) (44), (ILYES y cols. 1985) (48),

(HUSSAIN y cols. 1977) (49), (BRATILD y cols 1980) (50) fijan la cifra de concentración de ferritina sérica, que indica deplección de depósitos entre 10 - 12 ng/ml. RODRÍGUEZ PÉREZ y cols. (1980) (38) indican 20 ng/ml como deplección en la población española estudiada y PUOLAKKA (1980) (4) es el que da la cifra más alta, 35 ng./ml.

Según VÁZQUEZ LÓPEZ, A. (1983) (51), estas cifras entre 20 - 35 ng./ml deben ser tenidas en cuenta pues indicarían una situación de riesgo nutricional para el hierro.

## HIERRO HEME

### - HEMOGLOBINA

En forma de transferrina, el hierro llega a los tejidos incorporándose en los sistemas enzimáticos celulares, a los que pertenecen por una parte los citocromos de la cadena respiratoria mitocondrial (respiración celular aerobia) y por otra parte los sistemas redox extramitocondriales del retículo endoplásmico. Estos últimos abarcan las proteínas Heme, como el citocromo P-450 y las peroxidasas, así como las proteínas no Heme del grupo de las sulfoferroproteínas dadas a conocer recientemente.

Al tener lugar la muerte celular, el hierro incorporado en los sistemas enzimáticos vuelve a ser liberado y refluye en forma de transferrina al pool plasmático.

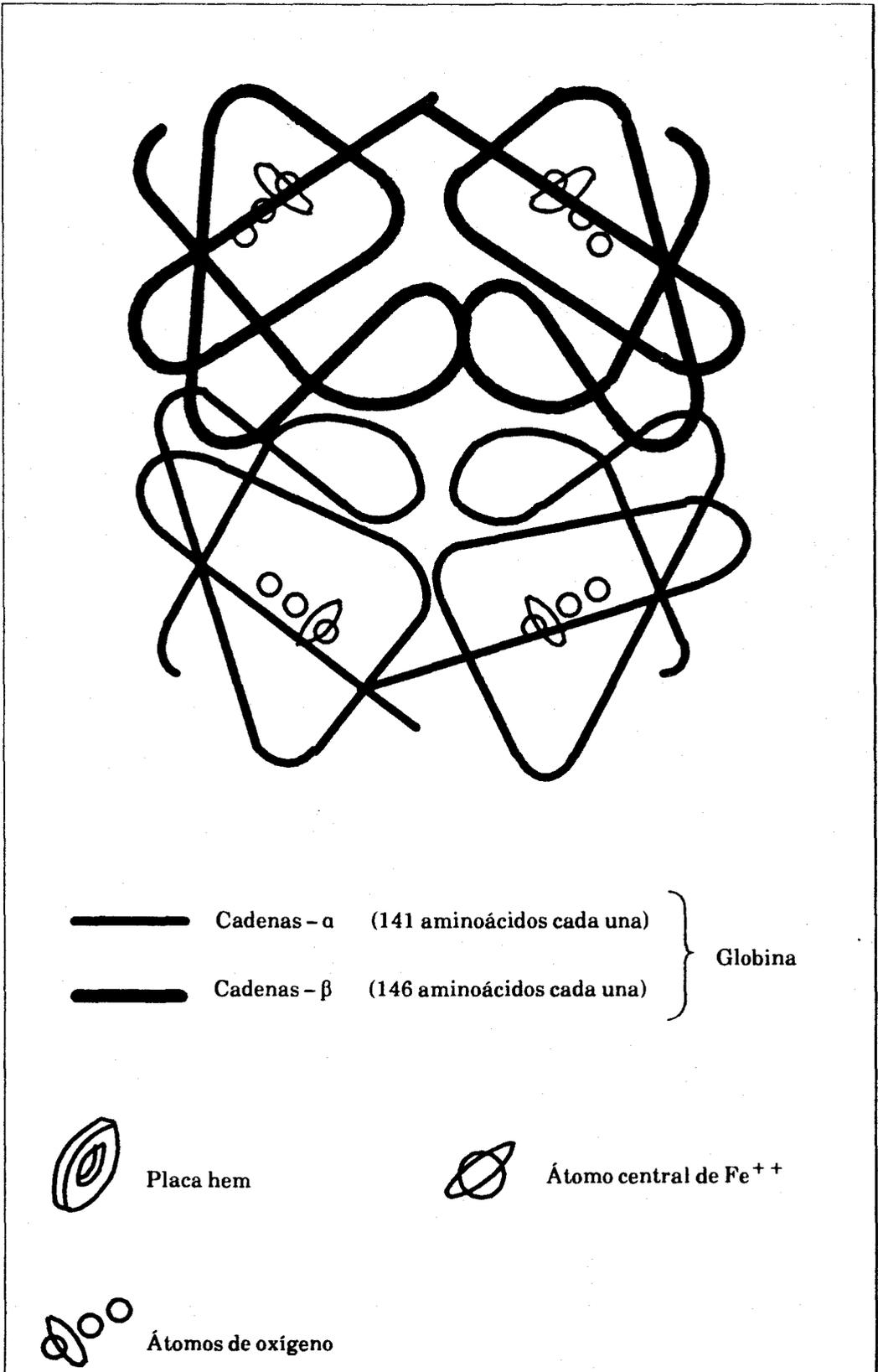
En cambio en las células epiteliales secretantes o descamativas, el organismo pierde el hierro orgánico a través de las heces, el sudor, la orina y la bilis.

Otro compartimento que es abastecido por el pool plasmático con la transferrina, es el sistema eritropoyético de la médula ósea. En este, partiendo de los proeritroblastos y pasando por los eritroblastos y los reticulocitos se diferencian en 4 - 6 días los eritrocitos, que contienen más del 60% de la cantidad total de hierro del organismo. Prescindiendo de una pequeña proporción de reticulocitos, en circunstancias no patológicas, solamente se liberan eritrocitos al torrente sanguíneo.

A excepción de los proeritroblastos, todos los estadios de la maduración sintetizan hemoglobina que contiene hierro, siendo en los eritroblastos acidófilos donde es más intensa esta síntesis.

Como muestra la figura siguiente, la molécula de hemoglobina consiste en cuatro placas de HEME, cada una de ellas con un átomo central de  $Fe^{++}$  y cadenas polipeptídicas (globina), idénticas por pares y comprendiendo 141 aminoácidos (cadenas alfa) o bien 146 aminoácidos (cadena beta).

FIGURA 3.- ESTRUCTURA DE LA MOLÉCULA DE HEMOGLOBINA



La biosíntesis de la hemoglobina se realiza en las siguientes etapas:

- 1ª Etapa: Síntesis extramitocondrial de la globina en el retículo endoplásmico.
- 2ª Etapa: Síntesis intramitocondrial de las placas de HEME.
- 3ª Etapa: Incorporación intramitocondrial del átomo de  $Fe^{++}$  en la placa de HEME.

Como se ha mencionado, el hierro es transportado en forma de transferrina hasta la médula ósea. En este lugar la transferrina se acumula en la membrana de los eritroblastos, reticulocitos y eritrocitos. Entonces, los sistemas redox celulares liberan  $Fe^{+++}$ , a partir de transferrina, lo reducen a  $Fe^{++}$  y se encargan de su transporte a las mitocondrias, donde es incorporado en ocho minutos en las placas HEME.

Después de la liberación de los eritrocitos al torrente sanguíneo, los 4 átomos de  $Fe^{++}$  de la molécula de hemoglobina asumen su función de transporte de oxígeno.

En los pulmones cada uno de los cuatro átomos de hierro combina dos átomos de oxígeno. El eritrocito que contiene unos catorce millones de moléculas de hemoglobina con 56 millones de átomos de  $Fe^{++}$ , en su recorrido por el organismo, libera sus átomos de oxígeno (unos 112 millones aproximadamente) por difusión a las células orgánicas.

A diferencia de las restantes células orgánicas, la célula muscular, debido a su elevada necesidad de oxígeno, posee un depósito de oxígeno en forma de mioglobina, que está constituida de manera similar a

la hemoglobina. Como ya hemos comentado la mioglobina va a contener aproximadamente un 10% del hierro corporal.

Como los eritrocitos tienen una vida media de 110 días, después de este tiempo, ya no son funcionalmente capaces y son disgregados en el bazo, hígado y médula ósea. En estos órganos son fagocitados por macrófagos que van a liberar  $Fe^{++}$  de la hemoglobina por los sistemas redox, siendo inmediatamente oxidado a  $Fe^{+++}$ . Este, se combina entonces con complejos protéicos formando ferritina y, en parte, también hemosiderina que se depositan en el sistema retículo-histiocitario.

Si en el organismo tiene lugar un déficit de hierro, los sistemas redox de los macrófagos liberan  $Fe^{+++}$  de los compuestos ferroprotéicos depositados, especialmente de la ferritina, y los reducen a  $Fe^{++}$ , que pasa al pool plasmático oxidándose en éste a  $Fe^{+++}$  y combinándose con un complejo protéico para formar transferrina.

### VALORACIÓN DEL HIERRO HEMOGLOBINICO

Como ya se ha comentado, un gramo de hemoglobina contiene 3,4 mg. de hierro elemental (OSKY y cols. 1982) (8) con lo que las cantidades estimadas de hierro hemoglobínico corporal podremos determinarlo mediante:

$$\text{Hierro hemoglobínico} = \text{grs. de hemoglobina\%} \times 3,4 \text{ mg/Kg}$$

Así, por ejemplo, un niño de 3 kilos, con un volumen de sangre de aproximadamente 270 ml. y una hemoglobina de 17 grs. % requiere 156 mg. de hierro para la hemoglobina.

En general, todos los análisis de sangre se realizan por medio de equipos automáticos, los cuales son más rápidos que los métodos normales. Además de las mediciones directas del recuento eritrocitario, del volumen corpuscular medio (VCM) y de la concentración de hemoglobina, la mayoría de los instrumentos que se utilizan calculan el hematocrito, la hemoglobina corpuscular media (HCM) y la concentración corpuscular media de hemoglobina (CHCM). Tres de estos valores (VCM, HCM y CHCM) se conocen con el nombre de índices eritrocitarios que aportan la información básica para realizar la clasificación morfológica de la anemia. Así, si los eritrocitos son demasiado pequeños (VCM bajo) y contienen una concentración de hemoglobina anormalmente baja (CHCM disminuída) serán microcíticos e hipocromos. Si además encontramos un recuento reticulocitario normal o bajo y depósitos de hierro ausentes o bajos, podemos afirmar que estamos ante una anemia por déficit de hierro. Es por esto, por lo que vamos a mostrar en la tabla siguiente (HUTTON, J. y cols. 1983) (9).

**TABLA 4.- VALORES NORMALES DE LOS PARÁMETROS ERITROCITARIOS DE LA MUJER ADULTA.**

PARAMÉTROS	MUJER
Recuento eritrocitario ( $\times 10^6 \text{ mm}_3$ )	4,8 (4,2 - 5,4)
Hemoglobina (gr/dl)	14 (12 - 16)
Hematocrito (%)	42 (36 - 48)
Volumen corpuscular medio (fl)	90 (82 - 98)
Hemoglobina corpuscular media (pg)	29,5 (27 - 32)
Concentración de HGB corpuscular medio (gr/dl)	34 (32 - 36)
Recuento Reticulocitos (%)	1,4 (0,4 - 2,4)

Como podemos observar, estos valores medios hematológicos que consideramos normales en la mujer adulta, van a sufrir una serie de modificaciones a lo largo de un embarazo normal. Estos cambios, como comentaremos más adelante, van a funcionar como mecanismos de defensa maternos de carácter fisiológico, para poder atender las demandas que la gestación requiere.

Los parámetros hematológicos en sangre de cordón de recién nacido también van a diferir sustancialmente con respecto a los del adulto (OSKI y cols. 1985) (10), así tendremos:

**TABLA 5.- PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN SANGRE DE CORDÓN**

PARÁMETROS	SANGRE CORDÓN R.N.
Recuento eritrocitario ( $\times 10^6 \text{ mm}^3$ )	5,25 (4 - 6)
Hemoglobina (gr/dl)	16,6 - 17,1
Hematocrito (%)	51,3 - 56
Volumen corpuscular medio (fl)	104 - 118
Hemoglobina corpuscular media (pg)	35,5 - 41,4
Concentración de HGB corpuscular media (gr/dl)	30 - 35
Recuento Reticulocitos ( $\times 1.000$ hematias)	20 - 60

---

---

---

---

---

---

### III ESTADO DEL HIERRO EN EL EMBARAZO.

Durante el embarazo normal se van a producir una serie de modificaciones de caracter fisiológico, no solo en algunos organos maternos, que van a aumentar su actividad, sino tambien a nivel sanguíneo. Así el volumen plasmático va a aumentar ya al final del primer trimestre, para acelerarse en el segundo y enlentecerse durante el tercero. De tal forma que se llega a producir un aumento de 1000 ml en una gestación normal. Por otra parte el volumen eritrocitario va a sufrir tambien un aumento del 20-30% a lo largo de todo el embarazo (250-500 ml) (BENTLEY, 1985) (44).

Estos cambios hematológicos pueden ser debidos a un aumento de la secreción de aldosterona en cuanto al volumen de plasma se refiere, y a un aumento de la secreción de eritropoyetina, hecho demostrado por LANGE y cols (1974) (52) aunque tambien influyen

estrógenos y progesterona y lactógeno placentario (DEWEES, 1982) (53).

El volumen plasmático aumentado en mayor proporción que la masa eritrocitaria, produce una hemodilución que va a afectar al valor de la hemoglobina durante todo el embarazo, siendo más marcado alrededor de la 28-30 semanas de gestación (DEWEES, 1982) (53). Sin embargo según la O.M.S. no se considerará a una gestante como anémica hasta que las cifras de hemoglobina sean menores de 11 grs. %.

Las cifras, por tanto, de hemoglobina y hematocrito van a descender de forma paralela a partir del segundo trimestre (PUOLAKA y cols, 1980) (4) (KANESHIGE, M 1981) (54). Estos autores admiten pequeños cambios en el número de hematíes y en los índices eritrocitarios aunque estos en menor proporción.

## REQUERIMIENTOS DE HIERRO

Los requerimientos totales de hierro durante el embarazo normal han sido calculados en unos 1000 mgs aproximadamente. Así durante la primera mitad del embarazo el requerimiento diario de hierro es de 0,8 mgs., en la segunda mitad, 4,4 mgs/día y al final del mismo 8,4 mgs/día (PUOLAKA, 1980) (4) (MILMAN y cols, 1987) (3).

Este aumento de los requerimientos de hierro no solo van a ser debidos a los cambios hematológicos ya comentados, sino que también la embarazada debe proveerse de hierro para atender las demandas de feto y placenta.

Por los motivos anteriormente citados, durante el embarazo van a estar aumentados la absorción intestinal, el transporte y la movilización de las reservas de hierro en la madre.

Muchos estudios han demostrado que aproximadamente dos tercios de las mujeres en edad fértil disponen de reservas mínimas de hierro, provocadas por la menstruación y paridad (RIBO G. 1973) (55), (PUOLAKKA, 1980) (4) (DEWEES, 1982) (53), (BENTLEY, 1985) (44). Esto hace que el balance de hierro en el embarazo sea precario.

Ya se ha comentado que los requerimientos de hierro en el embarazo suponen lgr. aproximadamente; alrededor de 500 mgs van a ser requeridos por el aumento de cédulas rojas maternas. A término el feto ha acumulado 250-300 mgs para la hemoglobina y depósitos de hierro en hígado, en la placenta y cordón habrá entre 30-100 mgs. y las pérdidas de sangre en el parto suponen unos 250 mgs de hierro, con lo que la cifra de pérdidas o costo de hierro suponen 500-650 mgs. (BENTLEY, 1985) (44), (MILMAN y cols, 1987) (3).

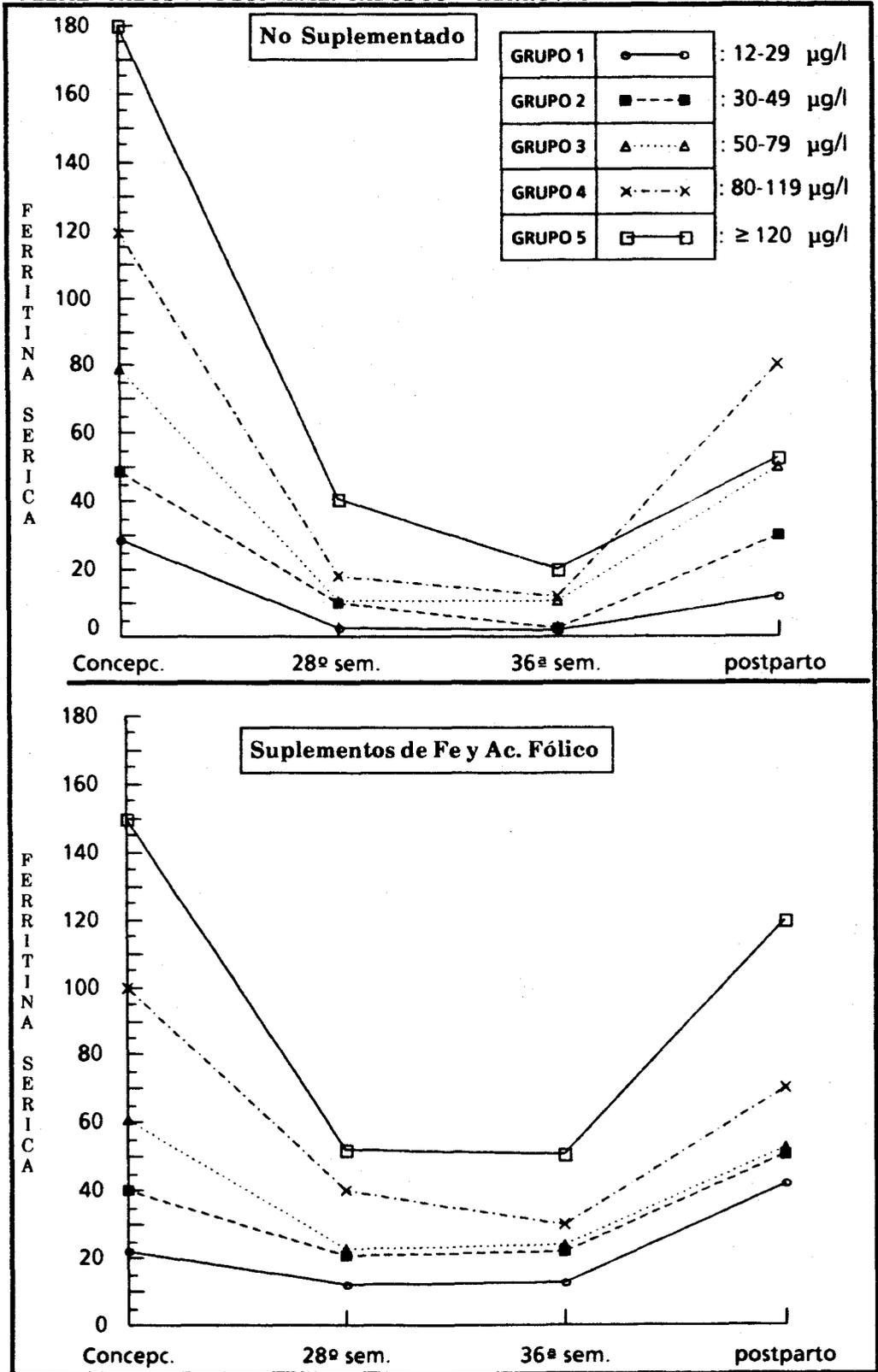
Los parámetros relacionados con el estado de hierro materno también sufren modificaciones durante el embarazo. Así la concentración de hierro sérico aumenta ligeramente en el primer trimestre para descender específicamente después de la 28 semana de gestación especialmente en las mujeres no suplementadas (KANESHIGE, 1981) (54), (BENTLEY, 1985) (44). Esta hiposideremia va a persistir hasta el puerperio.

Generalmente el TIBC va a ascender durante todo el embarazo y el porcentaje de saturación, usualmente desciende, particularmente en el embarazo avanzado.

Por otra parte, la concentración de ferritina sérica, que va a ser el indicador más preciso de como se encuentran los depósitos de hierro, baja continuamente en el embarazo, así RODRIGUEZ PEREZ y cols. (1980) (38) ponen de manifiesto que, tras determinaciones seriadas a lo largo de la gestación el nivel de ferritina en suero sufre un descenso de 3,3 ng/ml/semana desde la 8-22 semana y de 2,8 ng/ml/semana desde la 22 a la 42, no encontrando diferencia significativa en el estudio realizado entre ambos valores. Sin embargo otros autores como VAN EIJK y cols (1978) (56) y BENTLEY (1985) (44) encuentran diferencia significativa a partir de las 32 semanas comparando mujeres multiparas con primiparas, en las que las concentraciones de ferritina sérica eran más bajas en las primeras.

FOULKES y GOLDIE (1982) (57) hacen un estudio comparativo entre mujeres embarazadas suplementadas y no suplementadas desde el comienzo del embarazo, demostrando ferritinas séricas por debajo de 12 ng/l. en mujeres que no recibieron suplemento de hierro y que al comienzo de su gestación tenían concentraciones de ferritina sérica por encima de 80 ng/l. (Figura 4).

**FIGURA 4.- COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE FERRITINA EN EMBARAZOS SUPLEMENTADOS Y NO SUPLEMENTADOS CON HIERRO ( FOYLKES Y GOLDIE) 1982 (57)**



Como se observa, estos cambios producidos en los valores hematológicos y en los parámetros de hierro facilitan las posibilidades de que la embarazada se encuentre en situación de ferropenia, que si no se solventa con los suplementos apropiados de hierro pueden provocar una serie de complicaciones tanto en la madre como en el recién nacido.

Así Mc. FEE (1973) (59), (FOULKES y GODIE (1982) (57), (BENTLEY (1985) (44) y MILMAN (1987) (3) encuentran menor capacidad para tolerar el sangrado del parto, toxemia e infecciones, posiblemente incrementadas por la anemia. Igual ocurre con la incidencia de prematuridad que puede estar también aumentada sobre todo en aquellas madres de comunidades subdesarrolladas que tienen una hemoglobina por debajo de 10 grs.%, pero en las comunidades desarrolladas es muy improbable que la anemia y la carencia de hierro influyan en la disminución del peso del recién nacido y en la duración de la gestación.

Por todo lo dicho, hemos de tener en cuenta varios criterios para la valoración y diagnóstico de una posible anemia ferropénica, así el más comunmente utilizado ha sido la cifra de hemoglobina por debajo de 11 grs%, saturación de transferrina por debajo de 16%, hierro sérico por debajo de 9 microsmoles/litro y ferritina sérica como parámetro que refleja los depósitos de hierro.

---

---

---

---

---

---

---

## IV TRANSPORTE MATERNO FETAL DE HIERRO

Los estudios realizados durante diversos períodos de la gestación indican que el contenido en hierro y el peso del feto se incrementan proporcionalmente a la edad; así pues durante la gestación el feto tiende a mantener un contenido constante de hierro de aproximadamente 75 mg/Kg. El hierro hístico es de 7 mg/Kg. y el de los depósitos en hígado y bazo suele ser de unos 10 mg/Kg. La mayor parte del hierro en el niño está representado por el hierro de la hemoglobina. Un gramo de hemoglobina contiene 3,4 mg. de hierro elemental.

Las complicaciones de la gestación o del período perinatal que provocan una pérdida de sangre fetal afectarían la dotación de hierro del recién nacido. Entre las complicaciones se pueden encontrar: La hemorragia fetomaterna, la incisión de la placenta durante la cesárea la hemorragia fetal en asociación con la placenta previa o el desprendimiento precoz de la placenta, la compresión de la vena

umbilical durante el primero y segundo estadio del parto o la extracción de sangre en le período neonatal (OSKI, F.A. y cols. 1985) (10).

La deficiencia de hierro materno, si no es grave,, no parece afectar a la dotación de hierro del feto. La concentración de hemoglobina en sangre de cordón de los recién nacidos de madres anémicas, deficitarias en hierro no es diferente de la de los neonatos, nacidos de madres suficientes en hierro OGUN BODE, 1980 (58) DE LEEUW, N.K.M. y cols. 1968 (60), aunque SISSON T.R.C. y cols. 1957) (61) (1957) y SINGLA y cols. (1985) (62) han encontrado que tales recién nacidos tienen un volumen eritrocitario reducido y una masa total de hemoglobina bastante disminuida en recién nacidos de madres anémicas (SINGLA y cols. 1985) (62).

Algunos autores como DELEEW y cols. 1968 (60) y SINGLA y cols 1985 (62) han observado que niveles bajos de hierro sérico materno, tienden a tener hijos con valores séricos de hierro inferiores a los normales, sin embargo RIOS y cols.(1975)(46) no han encontrado correlación entre niveles de Ferritina en las madres con valores altos y bajos y las concentraciones de ferritina en sus hijos al nacimiento. Según OSKY y cols. (1985) (10) la deficiencia materna de hierro no parece por sí misma provocar anemia por déficit de Hierro en el recién nacido, y sí factores, tales como la tasa de crecimiento en relación con el peso al nacimiento, las pérdidas sanguíneas gastrointestinales y la nutrición parecen ser mucho más importantes para determinar la aparición posterior de la anemia.

Según algunos autores, el transporte materno - fetal de hierro es virtualmente independiente de la nutrición férrica materna y del nivel de hierro sérico materno, e incluso puede inducir a una deficiencia ma-

terna de dicho elemento (Mc. LAURIN y cols. 1962) (63) (PRITCHARD y cols, 1969) (64) (KAUFMAN y cols. 1970) (65) (BATEY, 1978) (66) actuando el feto como un parásito de la madre.

Ha tenido mucho interés la relación entre los niveles de ferritina en suero materno y en suero de cordón de recién nacido ya que este puede indicar si los depósitos de hierro materno puedan o no influir en el abastecimiento de hierro en el niño.

FENTON, CAVILL y FISHER (1977) (67) no encontraron correlación significativa entre las concentraciones de ferritina materna y la de cordón.

Sin embargo KELLY y cols. (1978) (68) encontraron concentraciones de ferritina menores en recién nacidos de madres con concentraciones de ferritina por debajo de 12 ng/1 RIOS y cols. (1975) (46) no encuentran diferencia en las concentraciones de ferritina en cordón de recién nacido de madres con valores por debajo de 9 ng/1 en el parto, aunque ésta muestra no es representativa ya que sólo fueron estudiados 6 niños.

Más recientemente la gran mayoría de autores (PUOLAKKA y cols. 1980) (4), (CELADA y cols. 1982) (69), (BUTIE y cols. 1982) (70), (OSKY y cols. 1985) (10), (BENTLEY, 1985) (44) no han encontrado correlación entre los valores de ferritina materna y la de sus hijos.

Otros autores como SABIO H. (1984) (71) y ILYES y cols (1985) (72) dicen que el feto acumula sus depósitos de hierro en le último período del embarazo y que por lo tanto la deficiencia materna va a ser muy importante para los depositos de hierro en recién nacidos y para la deficiencia de hierro en la infancia.

---

---

---

---

---

---

---

## **V ESTADO DEL HIERRO EN EL RECIÉN NACIDO.**

Los parámetros hematológicos varían dependiendo del desarrollo embrionario del feto, la interacción entre éste y la madre y los cambios necesarios para adaptarse a la vida extrauterina.

Sobre la sexta semana de gestación comienza la formación de sangre por el hígado y a partir del cuarto mes predomina la participación de la médula ósea que será mayor al final de la gestación (OSKI y cols. 1982) (8).

Las cifras de hemoglobina van aumentando a medida que avanza el embarazo, desde valores de 10 gr% a las dieciseis semanas hasta valores de más de 15 grs.% a las 32 - 34 semanas.

Los valores medios de hemoglobina en sangre de cordón de recién nacido oscilan entre 16,6 y 17,1 gr.% (OSKI y cols. 1982) (8),

(THAVARAJ y cols. 1986) (74). Valores altos de hemoglobina por encima de 17% se pueden encontrar en recién nacidos de madres fumadoras y en situaciones de hipoxia fetal. Crónica (CHOCKALINGAM y cols. 1987) (73).

Los valores del hemátocrito acompañan a los de la hemoglobina encontrando valores medios entre 51,3 y 56% (OSKI y cols. 1982) (8).

El contenido de hematíes aumenta en relación a la edad gestacional y en sangre de cordón encontramos valores medios de  $5,25 \times 10^3$  (GROSS, 1981) (75), (OSKI y cols. 1982) (8). La verdadera característica de estos hematíes es la variabilidad en el tamaño, siendo mayores que en el adulto normal. En el recién nacido, por tanto, los eritrocitos son macrocíticos con un volumen corpuscular medio de 104 - 118, aunque puede ser mayor aún en los pretérminos (OSKI y cols. 1982) (8), (VÁZQUEZ A. 1983) (51).

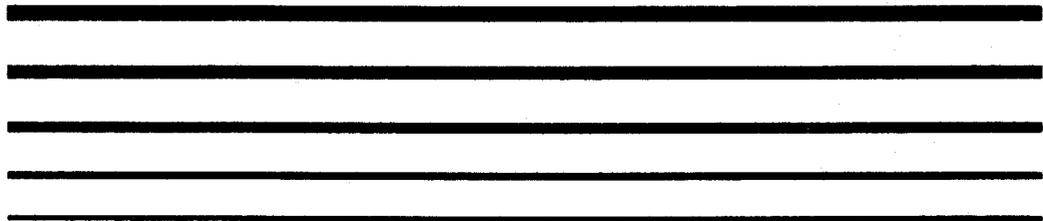
La hemoglobina corpuscular media (HCM) está también aumentada en sangre de cordón encontrándose valores entre 35,5 - 41,4. Por su parte la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) en el recién nacido es ligeramente inferior a la del adulto con valores entre 30 - 35% posiblemente reflejando una menor concentración de hemoglobina en relación al mayor volumen que presentan los glóbulos rojos (OSKI y cols. 1982) (8).

Durante el embarazo la única fuente de hierro para el feto deriva del hierro sérico de la madre. Pero el estado fetal del hierro en el recién nacido va a estar determinado por el grado de madurez, el peso al nacer y la concentración de hemoglobina en el cordón (SHULMAN, 1961) (76), (BATEY, 1978) (66).

Así el nivel sérico del hierro en recién nacidos es muy superior al de sus madres y la transferrina está más saturada. Se ha calculado un nivel medio de 154,3 mcg% con desviación standar de 41,2% en el momento del parto en recién nacidos a término, bajando bruscamente pasadas las primeras 24 horas y aumentando gradualmente hacia la segunda semana de vida llegando a niveles medios entre 125 - 141 mcg% (OSKI y cols. 1982) (8).

La capacidad de unión del hierro a la transferrina (TIBC) aumenta a lo largo de la gestación como ya hemos comentado anteriormente y en recién nacidos a término podemos encontrar valores medios de 200 mcg%.

La saturación de transferrina en cordón de recién nacido tiene un valor medio entre 50 - 60% (SCOTT y cols. 1975) (77), (MILMAN y cols. 1987) (3).



————— **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la introducción hemos comentado como desde hace mucho tiempo es reconocida la extrema importancia que tiene el hierro en la biología humana y como reviste un carácter especial el metabolismo del mismo en la embarazada y el recién nacido.

Como el balance de hierro debe mantenerse dentro de unos límites relativamente fijos, cualquier situación en la que los requerimientos sean mayores, se va a tender a una deficiencia del mismo. Por esto la gran mayor parte de investigadores están de acuerdo en admitir que la carencia de hierro es la causa más común de anemia en el embarazo:

- 1.- En primer lugar porque muchas mujeres en edad fértil llegan a él con un precario depósito de hierro, por pérdidas menstruales y hábitos nutricionales.
- 2.- En segundo lugar, porque hay cambios fisiológicos que van a requerir hierro extra.
- 3.- En tercer lugar porque el feto necesita hierro para la formación de hemoglobina, mioglobina y otras enzimas.

Aunque todavía hay autores que defienden la idea de que la nutrición de hierro del feto funciona de forma independiente al estado de hierro materno (DABKE, M. y cols. 1972) (84), (RIOS y cols. 1975) (46). Es decir, que los distintos niveles maternos de hierro sérico o de ferritina influyen poco o nada sobre las reservas de hierro del recién nacido, la gran mayor parte de los investigaciones recientes llevadas a cabo por OSKI F.A. y cols. (1982) (8), SINGLA P.N. y cols (1985) (62) y MACPHAIL A. y cols. (1980) (83) observan relación entre ambas nutriciones, ya que la magnitud de las reservas de hierro del hígado fetal también refleja el estado nutricional en hierro de la madre, ya que

el parasitismo fetal no es completo y el feto comparte la carencia de hierro de la alimentación de la madre.

Por consiguiente y a pesar de la discrepancia que pueda haber entre algunos autores, la cantidad de hierro transferida en condiciones normales estará influenciada principalmente por el hierro disponible materno, por lo cual se debe asumir que la nutrición del hierro del recién nacido de madre con deficiencia de éste, pueda tener una escasa dotación de hierro al nacer, con un contenido total de reserva hepático menor. De aquí la importancia de conocer los depósitos de hierro maternos a partir del quinto mes de gestación que permitan mejorar las condiciones en las que se encuentran estas mujeres al final del embarazo y que la dotación de hierro del recién nacido sea la adecuada.

Por todo lo que hemos comentado, el propósito de nuestro estudio es ver si la dotación de hierro del feto guarda relación con la dotación férrica de la madre.

Si la dotación de hierro en el feto es menor puede producir:

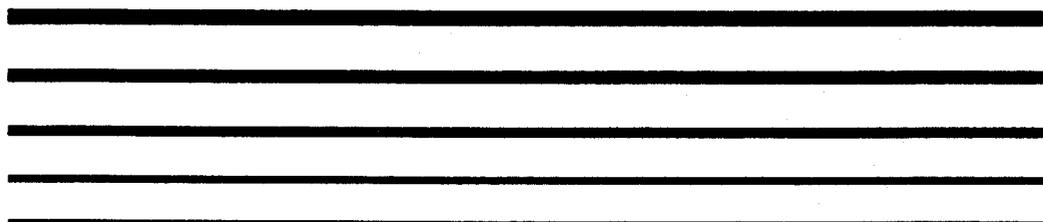
- 1.- Una disminución del peso del feto y de la duración de la gestación, hecho demostrado en comunidades subdesarrolladas y no en nuestro medio.
- 2.- Un feto sano, pero con menor dotación de hierro por patología de la placenta o de otra patología gestacional (hecho que nosotros hemos eliminado en nuestro estudio). En este feto sano podemos encontrarnos con dos tipos de riesgo:
  - a) Una incapacidad de aumentar la síntesis de hemoglobina.

- b) Esta menor dotación de hierro suponga un riesgo nutricional después del parto.

Por ello hemos dirigido nuestra investigación al estudio de la dotación de hierro en madres suplementadas y sus recién nacidos disponiendo para esto del hemograma, sideremia, TIBC, índice de saturación de transferrina, y la ferritina sérica, parámetro que de forma fácil, refleja mejor el estado de los depósitos de hierro.

En resumen vamos a valorar:

- 1.- Estado nutricional de la gestante en el momento del parto.
- 2.- Estado nutricional del recién nacido en sangre de cordón.
- 3.- Relación nutricional materno = fetal.
- 4.- Estudio de parámetros que puedan influir sobre el estado nutricional del hierro en madres y recién nacidos. (Edad, paridad, peso, sexo del recién nacido, etc.)
- 5.- Relación de ferritina sérica en madres e hijos, así como otros valores hematológicos.
- 6.- Dotación del hierro total fetal expresado por la suma de hierro HEME y el hierro de depósito.



---

**MATERIAL Y MÉTODO**

## MATERIAL Y MÉTODO

La población estudiada consta de 101 gestantes, seguidas desde el último trimestre del embarazo, parto y sus recién nacidos correspondientes, todos ellos atendidos en el Servicio de Ginecología y Obstetricia del Dr. J.M. Garzón del Hospital Manuel Lois de Huelva entre los años 1985 - 1987.

La población materna estudiada presentó las siguientes características:

- 1.- Edad comprendida entre 16 y 43 años.
- 2.- Paridad comprendida entre 0 y 6.
- 3.- Duración de gestación entre 38 - 42 semanas.
- 4.- Embarazo normal con feto único sin ningún tipo de complicaciones.
- 5.- Suplemento de hierro oral a partir del segundo trimestre de gestación.
- 6.- Tipo de parto, en la mayor parte de forma espontánea sin analgesia ni anestesia.
- 7.- El alumbramiento se realizó antes de los quince minutos después del parto de forma espontánea. Las placentas fueron normales, sin anomalías en peso y morfología a simple vista.

Los recién nacidos seleccionados presentaron las siguientes características:

- 1.- Población compuesta por varones y hembras.
- 2.- Todos sanos con APGAR dentro de la normalidad.
- 3.- Edad gestacional entre 38-42 semanas.
- 4.- Peso adecuado para su edad gestacional, eliminándose todos los nacidos con peso inferior a 2.500 gramos.

## PROTOCOLO.- ESQUEMA

HIJO DE \_\_\_\_\_

### MADRE

EDAD \_\_\_\_\_ ESTADO CIVIL \_\_\_\_\_ A.FAMILIARES \_\_\_\_\_

A. PERSONALES \_\_\_\_\_ n° EMBARAZOS \_\_\_\_\_

ABORTOS \_\_\_\_\_

TALLA \_\_\_\_\_ PESO HABITUAL \_\_\_\_\_ PESO POSTPARTO \_\_\_\_\_

NUTRICIÓN \_\_\_\_\_

ANEMIA ANTES GESTACIÓN: SI  NO

ANEMIA EN EMBARAZOS ANTERIORES: SI  NO

HEMOGRAMA GESTACIONAL (3º TRIMESTRE)

HGB: HCTO: VCM: HCM: MCHC:

TTO CON SUPLEMENTO DE HIERRO: SI NO

NOMBRE DEL COMPUESTO \_\_\_\_\_

DURACIÓN DEL TRATAMIENTO \_\_\_\_\_

MOMENTO DE COMIENZO \_\_\_\_\_

PATOLOGÍA GESTACIONAL - HEMORRAGIA

- INFECCIÓN

- DIABETES

- TOXEMIA

PARTO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

PLACENTA.-

- ASPECTO:

- PESO:

### RECIEN NACIDO

EDAD GESTACIONAL \_\_\_\_\_

SEXO \_\_\_\_\_

PÉSO \_\_\_\_\_

TALLA \_\_\_\_\_

APGAR. 5' \_\_\_\_\_ 10' \_\_\_\_\_

P. CEFÁLICO \_\_\_\_\_

P. TORAX \_\_\_\_\_

P. BRAQUIAL \_\_\_\_\_

## **DETERMINACIONES: RECOGIDA Y PROCESO DE MUESTRAS**

### ***1.-DETERMINACIONES ANALÍTICAS***

A la población del estudio, madres y recién nacidos, se les determinó hematíes, hemoglobina, hematocrito, VCM (Volumen Corpuscular Medio), HCM (Hemoglobina Corpuscular Media), CHCM (Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media), reticulocitos, sideremia, TIBC (capacidad de fijación del hierro a la transferrina) y ferritina en sangre.

### ***2.-RECOGIDA DE MUESTRAS***

MADRES.- A la entrada en paritorio se les extrajo 15 cc. de sangre por punción de vena superficial del codo. En tubo de plástico de 5cc. con EDTA dipotásico en el interior fué depositada sangre para realizar el hemograma, que fue determinado en las primeras horas después del parto.

Los diez centímetros cúbicos restantes de sangre, destinados para la determinación de sideremia, TIBC y ferritina se introdujeron en tubos libres de hierro dejándose coagular.

RECIEN NACIDOS.- Después del alumbramiento, se extrajo 15 cc. de sangre de cordón, por punción en vena placentaria, destinandose, igual que hicimos con sus madres, 5 cc. para hemograma y 10 cc. para sideremia, TIBC y ferritina.

### 3.-PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS

HEMOGRAMA.- La sangre sin coagular no permaneció más de dos o tres horas a temperatura ambiente, determinándose el hemograma con un contador COULTER modelo "S".

SIDEREMIA y TIBC.- Para la determinación de sideremia y TIBC se utilizó sangre coagulada, extrayéndose tras centrifugación suero que se guardó en el frigorífico a 4° C. durante un período no superior a 24 horas hasta su determinación. Se utilizó un KIT de la casa BOEHRINGER MANNHEIM GmbH Diagnóstica.

FUNDAMENTO DEL MÉTODO.- La sideremia se determinó siguiendo el proceder del Comité Internacional para la Estandarización en Hematología en el año 1972 (79) y 1978 (80) y (81), utilizando el kit mencionado anteriormente.

El principio de la medida para la sideremia fué el siguiente: Reducción de  $Fe^{+++}$  a  $Fe^{++}$  mediante ditionito sódico. El  $Fe^{++}$  en contacto con la batofenantrolina-disulfonato, forma un complejo coloreado de mayor o menor intensidad dependiendo de la cantidad de hierro en suero.

El principio del método en la TIBC es el que sigue: Al suero problema se le agrega un exceso de iones de  $Fe^{+++}$  para bloquear la transferrina circulante. El hierro no fijado es precipitado con carbonato alcalino de magnesio.

El sobrenadante es utilizado para la determinación del hierro.

## MODO OPERATIVO Y CÁLCULO DE RESULTADOS

### SIDEREMIA

- Se constituye en un principio la mezcla de reacción utilizando el frasco nº 1 (detergente) al que se le une un cucharada del frasco nº 2 (ditionito sódico) por cada 20 ml. de solución, disolviéndose la mezcla completamente.
- Se preparan cubetas destinadas a la obtención del Blanco (B), Standar (S) y muestras de suero problema (M). El estudio se realizó por duplicado en cada caso.
- La repartición de reactivos en las cubetas se realizó a temperatura ambiente. La cubetas destinadas al Blanco (B) se prepararon introduciendo 1,5 ml de la mezcla de reacción y 0,5 de agua bidestilada. En las cubetas destinadas al Standar y a las muestras se depositaron 1,5 ml de mezcla de reacción y 0,5 ml de Standar y suero problema respectivamente.
- El contenido de cada cubeta se mezcló y se midió en el espectrofotómetro, a una longitud de onda de 540 nm. y habiéndole añadido a cada cubeta previamente 20 ml. de batofenantrolina-disulfonato.

La concentración de hierro sérico expresada en mcg%ml en cada uno de los sueros problemas, se calculó utilizando la fórmula siguiente:

$$C_{Fe} \text{ mcg}/100 \text{ ml} = (E_2 - E_1) \cdot 1014$$

Donde  $E_1$  es la medida del blanco,  $E_2$  la medida de cada una de las muestras y 1014 una constante obtenida de la medida del Standar.

## TIBC

- Las determinaciones se hicieron por duplicado en cada caso.
- Se pipetea en tubos de plástico, 0,3 ml de suero problema y 1 ml. de solución 5.
- La mezcla se deja en incubación 5-30 minutos a temperatura ambiente.
- Se agrega una cucharada de hidroxicarbonato de magnesio del frasco nº 6.
- Se deja otra vez incubar de 30-60 minutos, también a temperatura ambiente, mezclando el contenido unas cinco veces durante éste tiempo.
- Se centrifugan los tubos 10 minutos a 3000 rev/min.
- Se pipetea directamente en las cubetas de medida 0,5 ml. de sobrenadante y 1,5 de la mezcla de reacción reconstituida para la determinación del hierro sérico.
- El contenido de cada cubeta se mezcla y se mide en el espectrofotómetro, habiéndose añadido 20 ml. de batofenantrolina-di-sulfonato.
- La concentración de TIBC expresada en mcg % ml en los sueros problemas se calculó:

$$C_{TIBC} \text{ mcg \% ml} = (E_2 - E_1) \cdot 3042$$

Donde:  $E_1$  es la medida del blanco.

$E_2$  es la medida de cada una de las muestras.

3042 es una constante obtenida de la medida Standar.

### FERRITINA SERICA

Para la determinación de la ferritina sérica se utilizó sangre coagulada que tras centrifugación durante 10 minutos a 3000 rev/min. se obtuvo suero que se congeló a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de su utilización, que nunca fué superior a una semana.

### PRINCIPIOS DEL PROCEDIMIENTO

El sistema del test Ferrizyme es un inmunoensayo enzimático de fase sólida basado en el principio "sandwich". Las esferas recubiertas con antiferritina ( $\text{FA}_b$ ) se incuban con las muestras (standar y muestras desconocidas) y la antiferritina conjugada con peroxidasa de rabano picante ( $\text{FA}_b$ :HRPO).

La ferritina presente en la muestra se une a la  $\text{FA}_b$  en la esfera  $\text{FA}_b$ :HRPO entonces reacciona con el complejo anticuerpo antígeno ( $\text{FA}_b$ :F) unido a las esferas.

Los materiales no unidos se eliminan lavando las esferas.

Las esferas se incuban luego con la solución de sustrato o fenilendiamina (OPD) que contiene peróxido de hidrógeno.

De ésta reacción se desarrolla un color y su intensidad (proporcional a la cantidad de ferritina en la muestra) se mide usando un espectrofotómetro colocado a 492 nm.

- FA<sub>b</sub> + F + AA<sub>b</sub> : HRPO ----- FA<sub>b</sub> . F. FA<sub>b</sub>: HRPO

- FA<sub>b</sub> . F. FA<sub>b</sub> : HRPO ----- OPD/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>----- color amarillo anaranjado.

Se obtiene una curva patrón representando gráficamente la absorción (eje Y) frente a la concentración correspondiente (eje X) de los estándares. La concentración de ferritina de las muestras desconocidas, las cuales son analizadas conjuntamente con los estándares, puede determinarse a partir de la curva patrón.

### REACTIVOS

El Kit utilizado para la determinación de la ferritina es el FERRIZYME TM de Laboratorio ABBOTT y consta de:

- 1.- 100 esferas recubiertas de antiferritina (oveja).
- 2.- Un frasco (30 ml) de antiferritina (conejo): conjugado de peroxidasa (rabano picante) en tampón que contiene un estabilizador de proteínas. Concentración mínima de anticuerpo: 0,01 mcg/ml. Medio de conservación THIOMERSAL.
- 3-7.- 6 frascos de 0,3 ml. cada uno de estándares de ferritina humana (bazo), 10,50,100, 200, 400 y:
- 12.- 800 mcg/ml. en solución salina fisiológica tamponada con fosfato, con estabilizador de proteínas. Medio de conservación: THIOMERSAL.

- 8.- Un frasco de 32 ml de tampón de dilución de muestras, solución salina fisiológica tamponada con fosfatos, con estabilizador de proteína. Medio de conservación: THIOMERSAL.
- 9.- Un frasco (10 tabletas) de OPD (O - fenilendiamina - 2 HCL). 12,8 mg OPD/tableta.
- 10.- Una botella (55 ml) de diluyente para OPD (O - fenilendiamina - 2 HCL). Tampón de citratos - fosfatos que contienen peróxido de hidrógeno.
- 11.- Ácido sulfúrico 1 N que para poder utilizarlo hay que hacer un chequeo por medio del test siguiente:
  - a) Se pipetea 300 ml. de la solución de sustrato OPD dentro de 5 tubos lavados con ácido y enjuagados con agua destilada.
  - b) Se agregan 2,0 ml del ácido 1 N.
  - c) Se mide la  $A_{492}$  de la solución OPD/ácido frente a agua destilada a "tiempo 0" y "120 min".
  - d) Se calcula la absorción promedio a "tiempo 0" y "120 min".
  - e) El ácido apropiado tiene:
    - Una  $A_{492}$  menor que 0,08 a "tiempo 0".
    - Una diferencia menor que 0,03 unidades entre los valores obtenidos a "tiempo 0" y "120 min".

## INSTRUMENTOS

La realización del ensayo requiere el uso de un espectrofotómetro de precisión con las siguientes especificaciones a una longitud de onda de 492 nm:

- Ancho de banda: 10 nm o menor.
- Rango de absorción: 0 a 2  $A_{492}$ .
- Reproducibilidad: mínimo 0,005  $A_{492}$  ó 1%.
- Lineabilidad o precisión: mínimo 0,01  $A_{492}$  ó 2%.
- Desviación: máxima 0,05  $A_{492}$  por hora.

## MATERIAL NECESARIO

Se necesitan los siguientes accesorios para la ejecución de los test:

- Tubos de ensayo con portatubos de identificación.
- Cubiertas para la caja de tubos de ensayo.
- Placas de reacción con cavidades anchas.
- Ácido Sulfúrico 1 N.
- Pipetas de precisión, envase de pipeteo para suministrar 300 ml y 1 ml.
- Pipeta de precisión para suministrar 25 ml. forceps no metálico.

- Rotador clínico (agitador) con un movimiento circular de 3/4 de segundo, capaz de efectuar  $180 \pm 10$  rpm.
- Agua destilada.
- Un agitador VORTEX.
- Espectrofotómetro capaz de medir la absorción a 492 nm.
- Papel milimetrado.
- Instrumento para perforar la membrana selladora de las botellas de ácido.
- Un sistema para la administración de la solución de lavado, tal como la bomba de distribución GORMA - RUPP TM.
- Un sistema de aspiración para lavar las esferas recubiertas, con una fuente de vacío y una trampa para retener el aspirado.
- Una bomba de distribución para administrar el agua de lavado.
- Ácido Sulfúrico 1 N.
- Cargador RAB.

### PROCEDIMIENTO

Antes de comenzar se deja que los reactivos alcancen temperatura ambiente ( $15 - 30^{\circ}$  C).

Se identifican las cavidades de la placa de reacción para el diluyente de muestras (Standar 0), los estándares y las muestras de los pacientes en duplicado.

Un conjunto completo de siete estándares se analizan en duplicado con cada conjunto de muestras de los pacientes.

El procedimiento de ensayo se lleva a cabo sólo en placas de cavidades anchas.

### PRIMERA INCUBACIÓN

- 1.- Se pipetea 25 ml. de tampón de dilución de muestras (standar 0) y de los seis estándares restantes y de las muestras de los pacientes dentro de las cavidades designadas.
- 2.- Se pipetea 300 ml. de antiferritina (conejo): conjugado de peroxidasa (rábano picante) dentro de cada cavidad de ensayo.
- 3.- Se agrega una esfera a cada cavidad.
- 4.- Se incuba en un rotador clínico (agitador) a  $180 \pm 10$  rpm durante 60 minutos  $\pm 5$  minutos a temperatura ambiente ( $15 - 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- 5.- Se lavan las esferas tres veces.

### DESARROLLO DEL COLOR

- 6.- Se transfiere inmediatamente las esferas a los tubos de ensayo limpios debidamente identificados.

- 7.- Se pipetea 300  $\mu$ l. de solución sustrato OPD dentro de cada tubo y dentro de dos tubos vacíos (blancos de sustrato). No se mezclan.
- 8.- Se cubren e incuban durante  $30 \pm 1$  minutos a temperatura ambiente ( $15 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ).
- 9.- Se agrega 1 ml. de ácido sulfúrico 1 N a cada tubo. Se agita en VORTEX.

### LECTURA

- 10.- Se ajusta al cero del espectrofotómetro usando un blanco de sustrato y
- 11.- Se determina la absorción a 492 nm.

## PARÁMETROS ESTUDIADOS

En nuestro estudio hemos realizado la valoración de los parámetros siguientes:

### 1.- PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS

Se han determinado las cifras de hemoglobina, hematocrito, hematíes, volumen corpuscular medio (VCM), HCM, CHCM y reticulocitos en las madres en el momento del parto y en sus recién nacidos, observando cada una de las poblaciones y comparando los valores entre las madres y sus hijos recién nacidos.

La hemoglobina ha sido estudiada, siguiendo el criterio establecido por la OMS, dividiéndolas en dos grupos:

- a) Madres con hemoglobina por debajo de 11 grs. %.
- b) Madres con hemoglobina por encima de 11 grs. %.

Observamos la hemoglobina media total que tenían estas madres y establecimos su comparación con los valores de hemoglobina que presentaron los recién nacidos de cada grupo. Actualmente se estima en 12 gr % el valor inferior de la normalidad (MILMAN y cols 1987) (3), no obstante seguimos utilizando los criterios anteriores para poder comparar nuestros resultados con otros autores. Estos siguen estimando que el aumento de volumen circulante en las etapas finales del embarazo, provoca una hemodilución con disminución de la concentración de hierro sérico y de la hemoglobina.

En relación al hematocrito seguimos el mismo criterio dividiéndolas en dos grupos:

- a) Madres con hematocrito menor de 35%.
- b) Madres con hematocrito igual o mayor de 35%.

de acuerdo con esta clasificación se observó el valor del hematocrito que presentaron los recién nacidos en cada grupo de madres, estableciéndose su comparación.

Esta misma correlación la hemos llevado a cabo con los demás parámetros hematológicos que hemos escogido en nuestro estudio, es decir, con la HCM, CHCM VCM, hematíes y reticulocitos, observando los valores maternos y comparándolos con sus recién nacidos.

## 2.- *PARÁMETROS DEL HIERRO*

### 2a.- *SIDEREMIA*

Los valores medios de sideremia se estudiaron en las madres y sus recién nacidos comparándolos y viendo la correlación entre dichos valores.

Como PETER F. y WANG s. (1981) (43) dividimos a las madres en dos grupos:

- a) Madres con sideremia menor de 55 mcg% ml (baja).
- b) Madres con sideremia igual o mayor de 55 mcg% ml (normal).

Comparamos con la sideremia de los recién nacidos de ambos grupos y establecimos correlación para observar la influencia de las cifras maternas en sus recién nacidos.

#### 2b.- TIBC

Siguiendo los criterios de PETER y cols. (1981) (43) dividimos a la población materna en dos grupos:

- a) Madres con TIBC normal, entre 250–400 mcg % ml.
- b) Madres con TIBC elevado, mayor de 400 mcg % ml.

Comparamos las medias maternas con las del cordón de sus recién nacidos y establecimos su correlación.

#### 2c.- INDICE DE SATURACION DE TRANSFERRINA

También en éste caso hemos observado los valores maternos y los hemos comparado con los de sangre de cordón de sus hijos, estudiando posteriormente la correlación entre ambas poblaciones.

Para ello hemos dividido la población de madres en:

- a) Madres con índice de saturación menor de 15%
- b) Madres con índice de saturación igual o mayor de 15%

Posteriormente comparamos las cifras de los recién nacidos de cada grupo comparándolos con los valores maternos para ver si resultaban influenciados.

## 2d.- FERRITINA

Este parámetro fué estudiado viendo la media global materna y comparándola con la media global en sangre de cordón.

Además realizamos la división siguiente:

- a) Madres con ferritina menor de 12 ng/ml (deplección).
- b) Madres con ferritina entre 12-19 ng/ml (Sí, riesgo).
- c) Madres con ferritina igual o mayor de 20 ng/ml (normales).

Esta división la hemos realizado para valorar el comportamiento de la ferritina de los recién nacidos en cada grupo de madres siguiendo los criterios de los diversos autores revisados.

Hemos establecido correlaciones entre los distintos parámetros de hierro y la ferritina en madres y recién nacidos, así como con los valores hematológicos estudiados en el hemograma.

Por último hemos estudiado la dotación de hierro hemoglobínico y de depósito tanto en madres como en sangre de cordón de sus recién nacidos, estableciendo el hierro total por kilogramo y haciendo la correlación entre hierro materno e hierro fetal.

Para la determinación del hierro materno se siguió el proceder de DALLMAN (1986) (90) y para los recién nacidos

el proceder de SAARINEN (1979) (91) , según la fórmula desarrollada:

$$X = \frac{Y \cdot 0,132}{1 + 0,0015 \times Y}$$

Y = valor de cifra de ferritina

X = mg de hierro por Kg. de peso

## MÉTODO ESTADÍSTICO

Para el contraste de medias de muestras no apareadas se utilizó, previa aceptación de normalidad y homogeneidad de varianza (F-SNEDECOR), el test t-student, para muestras con menos de 30 casos y el test z-normal, para muestras de 30 o más casos, con un nivel de significación ALFA = 0,05.

Para el estudio estadístico de la asociación de variables se utilizó el coeficiente de correlación r de Spearman con un nivel de confianza ALFA = 0,05. Así mismo para la obtención de la regresión lineal, el cálculo se realizó por mínimos cuadrados.

Todo el desarrollo matemático ha sido programado en lenguaje BASIC, para un sistema informático P-6060-Olivetti.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ **RESULTADOS**

## **RESULTADOS**

- En la tabla 6 que exponemos a continuación, se resumen las características clínicas más importantes recogidas en nuestro esquema de protocolo, de las madres y recién nacidos escogidos para nuestro estudio.
- En la tabla 7, mostramos los valores de los parámetros hematológicos y del hierro en ambos grupos.
- En la tabla 8 exponemos los valores registrados en el estudio de la dotación de hierro hemoglobínico y de depósito en las madres y en sangre de cordón de sus hijos.

**TABLA 6.- PARÁMETROS ESTUDIADOS EN MADRES Y RECIEN NACIDOS**

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
ABV 1	16	55 64	170	1ª	3º Mes Ferrograd Matrabec	E	39	650	V	3.650	37	36	11	49
CVR 2	19	45 59	158	1ª	4º Mes Ferriwas	E	40 + 5	630	H	3.050	33	31,5	11	49
CMS 3	19	46 55,5	160	1ª	5º Mes Yecto Fer. Ferroprot.	E	39 + 1	755	H	3.470	35,5	32,5	11,5	50
APG 4	29	65 79	160	2ª (1980) 3ª	3º Mes Ferrograd.	E	41 + 4	870	V	4.350	36	35	12	54
AMM 5	24	52 68	156	1ª (1985) 5ª	3º Mes Ferrograd.	E	39	760	H	3.560	36	34	12	51
DMI 6	33	61 69	162	1ª (1979) 2ª	5º Mes Perog.	E	42	650	H	3.060	34	32,5	11	50
JBG 7	27	65 74	165	1ª	5º Mes Normov. Calcinatal	E	39 + 6	600	H	3.100	35	34	10,5	49
AFB 8	35	71 86	156	1ª (1983) 2ª 86	3º Mes Ferrograd.	E	40 + 6	700	H	4.350	36	36	11,5	52

TABLA 6.- (Continuación)

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
LME 9	25	61 68,5	159	1ª	3º Mes Feriwas Calcinatal	E	40 + 2	710	H	3.630	35	34	11	50
MEM 10	17	50 62	165	1ª	5º Mes Yectofer Ferograd	E	40 + 3	750	H	4.000	36	37	11,5	52
MCB 11	25	50 61	162	1ª (1983) 2ª 86	3º Mes Yecto Fer Feriwas Ferograd	E	40 + 3	620	V	3.610	35	34	11	50
IAC 12	32	75 82	162	1ª (1982) 2ª 87	5º Mes Feriwas	E	40	580	H	3.540	34	34	11	50
AFR 13	22	63 65	160	2ª 85 3ª	5º Mes Ferograd	E	40 + 4	530	H	3.000	35	34	11	48
DCI 14	31	44 56	155	1ª	2º Mes Feriwas	E	39 + 2	540	V	2.860	34	32	10	48
RSR 15	26	50 62	155	1ª	5º Mes Tardy F.	E	39 + 2	560	H	2.900	34	32	11	47
CPD 16	25	60 73	162	1ª (83) 2ª	4º Mes Tardy F.	E	39 + 6	540	H	3.250	34	33	11,5	51

TABLA 6.- (Continuación)

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR-TO	E.G.	Pla-centa grs.	SE-XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO-RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
JCE 17	34	61 69	160	3ª (85) 4ª	4º Mes Ferrograd Calcinatal	E	40 + 2	780	H	3.720	35	34,5	12	51
APM 18	19	52 71	165	1ª	5º Mes Ferriwas	E	38 + 2	670	V	3.800	34	33	11,5	49
FEL 19	26	60 69	161	2ª (1985) 3ª	4º Mes Ferriwas	E	38 + 3	520	H	2.720	34	33	11	49
MCV 20	30	50 59	155	2ª (1983) 3ª	5º Mes Ac. Folico	E	38 + 6	560	V	2.950	34,5	34	11	49
CMC 21	23	55 63	155	1ª	4º Mes Ferrograd	E	40	600	V	3.100	35	34	11	50
DCB 22	34	67 79	165	2ª (1983) 3ª	6º Mes Calcinatal (2)	E	42	740	H	3.850	35	34	11,5	52
JFM 23	31	57 68	162	2ª (1980) 3ª	5º Mes Ferrograd	E	40 + 6	500	H	2.950	36	32 <sup>1/2</sup>	10,5	49
FRI 24	27	56 68	167	1ª	4º Mes Acfolico Ferrogr.	E	38 + 2	650	H	3.430	35	35,5	11	52
LBM 25	25	49 59	160	1ª	5º Rochevit Ferriwas	E	40 + 6	625	H	3.750	36	35	11	49

TABLA 6.- (Continuación)

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
NGV 26	39	70 83	165	5ª (1981) 6ª	3º Mes Ferrograd.	E	39 + 1	600	V	3.300	35	34	11	50
APM 27	25	59 81	161	1ª	5º Mes Ferriwas	E	40 + 4	630	H	2.900	34	32	10,5	49
AAG 28	34	66 71	155	3ª (82) 4ª	1º Mes Calcinatal Ferriwas	E	40	790	V	3.850	35,5	35	12	50
ERH 29	30	45 58	160	1ª Gemelar (82) 3ª	5º Mes Ferrograd.	E	40	420	V	3.030	34	33,1	11	52
LMO 30	31	53 62	155	1ª (86) 2ª	6º Mes Ferriwas	E	40 + 5	580	H	3.480	34	33,5	11	49
JPD 31	23	52 63	165	1ª (85) 2ª	5º Mes Ferrosemar	E	40 + 4	590	H	3.260	34,5	34	11	48
ARR 32	25	59 72	165	1ª	3º Mes Acfolico Matrabec	E	39 + 4	620	V	3.560	35	34	12	51
DPG 33	25	49 63	164	1ª	6º Mes Ferrograd.	E	41 + 5	570	V	3.680	37	34	11	49,5
IMP 34	19	54 70	158	1ª	5º Mes Ro- chevit (2)	E	41	580	H	3.300	35	34	10,5	49

TABLA 6.- (Continuación).

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
APC 35	29	59 73	162	3ª (85) 4ª	4º Mes Ferriwas	E	41 + 5	660	H	3.910	36	35	12	55
ERC 36	27	54 67	162	1ª (84) 2ª	1º Mes Calcinatal	E	40	670	H	4.000	34	37	11,5	52
JRM 37	23	55 68	160	1ª (86) 2ª	4º Mes Feroegrad.	E	40 + 2	570	V	3.600	35	34	11	51
AAR 38	26	50 66	163	1ª	2º Mes Ferriwas 6º Acfólico	E	39 + 2	650	H	3.620	35,5	34	11	50
FMF 39	27	56 64	155	1ª Aborto 2ª	3º Mes Ma- tiabec (3)	E	41 + 2	500	V	3.650	33,5	32	10	49
IGU 40	25	70 85	159	1ª	1º Mes Ma- trabec (2)	E	40 + 5	630	V	3.830	36,5	35	11,5	51
RRL 41	30	56 71	162	1ª (84) 2ª	4º Mes Fe- rriwas (1)	E	40 + 5	600	V	3.620	36,5	35	12	53
AMC 42	26	72 78	160	2ª (84) 3ª	4º Mes Ges- tamater (2)	E	38	380	H	2.870	33	34	10	48
SVR 43	23	65 73	167	1ª (84) 2ª	4º Mes Ges- tamater (2)	E	39 + 3	725	V	3.820	36	37	11,5	53

TABLA 6.- (Continuación)

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
ADM 44	43	62 75	163	2ª (84) 3ª	5º Mes Fe- rriwas (1)	E	40	830	V	3.640	35	35,5	11,5	51
AGG 45	24	50 63	160	1ª	3º Mes Gestamater	E	40 + 2	600	H	3.700	35	34	11	50
CVG 46	30	50 60	162	2ª (84) 3ª	3º Mes Ma- trabec (2)	E	39	590	H	3.110	35	33	10,5	47
ESC 47	19	50 62	160	1ª	1º Mes Ma- trabec (2)	E	39	850	V	3.880	35	35	11	50
MRR 48	25	50 63	159	1ª (84) 2ª	5º Mes Ma- trabec (2)	E	40	550	H	3.400	35	34	11	49
AMN 49	19	70 93	170	1ª	4º Mes Fe- rrograd. (1)	E	38	500	V	3.200	34	33	11	50
JCF 50	17	50 62	160	1ª (85) 2ª	4º Mes Fe- rriwas (1)	E	40 + 4	650	H	3.050	35	35	11,5	50
ERM 51	21	54 65,5	161	1ª	6º Mes Fe- rograd Ma- trabec (2)	E	39 + 5	550	V	3.100	35	34	11	49
MMB 52	26	57 75	160	1ª (82) 2ª	5º Mes Yectofer Ferriwas	E	39 + 2	450	H	2.900	34	32	10,5	48

TABLA 6.- (Continuación).

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
TRR 53	23	47 56	155	1ª	1º Mes Ferriwas (2)	E	38 + 6	680	V	3.250	35	34,5	10,5	50
CRR 54	22	50 60	160	1ª	1º Mes Rochevit 6º Ferriwas	E	40	540	H	2.890	33,5	33	10,5	49
MSR 55	22	60 84	178	1ª	1º Mes Calcinat 6º Ferragr	E	38 + 3	530	V	2.950	36	32	10	50
DAP 56	38	55 67	160	4ª (80) 5ª	1º Mes Calcinat 6º Ferrograd.	E	39	430	H	3.050	34,5	32,5	10,5	48
ARF 57	25	48 61	155	3ª (1979) 4ª	1º Mes Calcinat 6º Ferrograd.	E	38 + 1	500	H	2.810	33	32	10	47
MAC 58	23	67 82	165	2ª (83) 3ª	4º Mes acfólico	E	37 + 2	510	V	2.790	33,5	32	10	49
IGB 59	21	60 66	160	2ª (83) 3ª	1º Mes Calcinatal	E	38	610	H	3.080	36	35	11,5	49
PHC 60	26	70 86	162	1ª	6º Mes normovite rochevit	E	39	670	V	3.600	35	34,5	11	53

TABLA 6.- (Continuación).

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
MMP 61	20	60 73	160	2ª	5º Ferriwas	E	41	700	V	3.380	35	34	11	51
JPG 62	26	60 80	164	2ª	5º Ferriwas	E	40 + 2	690	H	3.800	36	34,5	11,5	52
JEL 63	19	50 62	155	1ª	1º Day- mineral	E	39 + 4	640	V	3.230	36	32	11	51
LSO 64	28	50 68	160	2ª	5º Ferriwas	E	40	645	V	4.360	35	32,5	12	53
KV 65	31	58 69	160	3ª	4º Matrabec	E	38 + 6	610	V	3.300	34,5	32	11	51
RAC 66	29	55 68	157	1ª	3º Ferriwas	E	39 + 1	550	H	3.000	34	32	10,5	49
MCG 67	28	60 75	165	2ª	5º Ferriwas	E	39	850	V	4.100	35	35	11	50
INP 68	16	49 58	164	1ª	5º Ferriwas	E	38 + 2	590	V	2.810	32	34,5	10	48
LRM 69	23	58 71	160	2ª	5º Yectofer Ferrograd.	E	41 + 5	640	V	3.930	34	34	11	50

TABLA 6.- (Continuación)

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
CTC 70	19	50 64	159	1ª	1º Mes Ma- trabec Ferrograd.	E	40	610	V	3.250	35	34,5	11	50
CHP 71	28	60 73	165	1ª (83) 2ª	1º Mes Ro- chevit (2)	E	40	830	V	3.680	36	35	11	51
JAV 72	36	54 62	165	2ª (85) 3ª	1º Mes Calcinatal	E	41 + 2	500	V	3.450	35	35	12	55
CFV 73	23	62 72	165	1ª (83) 2ª	5º Mes Ro- chevit 6º Ferriwas	E	37 + 2	470	H	2.860	34	32	10	48
PGS 74	17	50 62	159	1ª	1º Mes Ro- chevit (2)	E	39 + 1	470	V	3.370	35	34	11	51
CTG 75	37	70 82	160	3º (78) 4º	1º 9º Ro- chevit (3)	E	41 + 6	630	V	3.570	34	35	11	51
RDC 76	19	45 61	155	1ª	4º Yectafer 5º Fero- grad.	E	39 + 3	640	H	3.270	35	34	10,5	49
CLP 77	27	60 70	167	1ª (81) 2ª	1º Calci- natal 5º Tardyferon	E	41 + 1	530	V	3.580	34	36	11	50
JMI 78	21	50 63	160	1ª	1º Ferriwas	E	40 + 2	550	V	3.600	34	35	11,5	54

TABLA 6.- (Continuación)

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
MMM 79	27	62 79	163	1ª	5º Yectofer 6º Ferriwas	E	41	660	V	4.090	37	36	12	55
MMG 80	31	54 62	159	1ª (83) 2ª	5º Ferriwas	E	40+2	520	H	3.200	32,5	32	10	49
MPV 81	21	60 67	169	1ª	3º Acfólico Calcinatal	E	39+4	590	V	3.090	35	35	11	52
CMB 82	24	42 50	157	3ª (86) 4ª	5º mes Ferriwas	E	39+2	490	V	2.700	34	33	10,5	48
AND 83	36	73 80	160	3ª (79) 4ª	6º mes Ferriwas	E	40	620	V	3.850	36,5	35	12	53
FCHG 84	23	60 69	165	1ª	4º Rochevit 5º Fero- grad.	E	38	640	V	3.470	35	36	11,5	51
EBA 85	42	61 70	159	2ª (1970) 3ª	2º 8º Calcinatal Ferrograd.	E	40	620	V	3.950	37	35	11,5	51
IVY 86	25	60 75	168	1ª	4º Matra- bec 6º Fe- rriwas	E	41	700	V	4.080	36	36,5	12	54
RAB 87	19	48 55	165	1ª	1º -9 Calcinatal	E	39+3	450	V	2.900	34	33	10,5	51

TABLA 6.- (Continuación)

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
FMG 88	22	67 75	165	1ª (84) 2ª	4ª -9 Ro- chevit (1)	E	40+1	640	H	3.650	35	34	11	50
JGO 89	31	50 65	160	2ª (80) 3ª	2ª Acfolico Ferriwas	E	39+4	870	H	3.930	36	35,5	12	52
AML 90	24	63 73	160	1ª (82) 2ª	4ª mes Fe- rriwas (3)	E	39+6	670	V	3.980	35	35,5	11,5	51
BCM 91	29	72 81	159	2ª (81) 3ª	4ª Yectofer 5ª Ferri- was (3)	E	42	760	V	4.320	34	36,5	12,5	54
DEM 92	26	83 93	167	1ª	1ª Matra- bec 4ª Ac- folico	E	38+4	540	H	3.320	34,5	35	10,5	48
MGB 93	32	73 82	159	2ª (81) 3ª	1ª 9ª Matrabec	E	39+2	800	V	3.400	35	34	10,5	49
MSM 94	25	60 75	159	3ª (83) 4ª	6ª mes Ferriwas	E	40	610	H	3.400	33	34	11	51
MSR 95	19	50 61	165	1ª	1ª Calci- natal 5ª Ferriwas	E	37+5	480	H	2.750	34	32	10	49

TABLA 6.- (Continación)

	EDAD	Peso anterior Peso Parto	TALLA	PARIDAD	SUPL Fe	PAR- TO	E.G.	Pla- centa grs.	SE- XO	PESO grs.	P. CEF cm.	P. TO- RAX cm.	P. BRAQ. cm.	TALLA cm
CPI 96	30	60 75	165	1ª	1º Calcina- tal 5º Ferriwas	E	39	460	V	2.860	34	33	10,5	49
IMC 97	22	47 59	154	1ª (85) 2ª	5º Normo Vite (2)	E	37+4	480	H	2.850	33	32	10	48
LRD 98	28	70 85	167	2º (85) 3ª	1º Calcina- tal 5º Ferriwas	E	42	720	H	4.190	35,5	35	11,5	51
RGO 99	28	55 67	160	1ª	1º Calcina- tal 5º Ferriwas	E	38+4	620	V	3.860	34,5	33,5	10,5	50
APG 100	24	52 70	156	1ª	5º Norma Vite	E	40+4	810	V	3.550	35	34,5	11	50
ADD 101	29	70 82	165	2º (1984) 3ª	1º Calcina- tal 5º Ferriwas	E	41+3	950	V	4.550	36,5	35	12	53

TABLA 7.- PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN MADRES Y RECIEN NACIDOS.

	Hbm	Hbc	Htom	Htoc	Hmm	Hmc	VCMm	VCMc	HCMm	HCMc	CHCMnm	CHCMc	Retem	Retcc	Sidm	Sidc	TIBCm	TIBCc	ISTm%	ISTc	FERm	FERc
1	11,9	13,4	37%	42%	—	—	89	107	28,7	34	32,2	31,8	1%	6,7%	61	132	578	274	10%	48%	28	115
2	10,7	15,3	35,7	45,8	—	—	77	98	23,1	32,9	30	33,4	1,3	4,5	30	121	608	273	5%	44	17	210
3	11	16,3	35	49,5	—	—	83	116	25,8	38,1	30,9	32,8	2,6	4	40	81	395	274	10	29	66	126
4	7,9	15,8	28,7	45,4	—	—	75	106	22	36,7	30,3	34,8	3,2	4	20	122	456	335	4	36	8	115
5	12	14,7	37,6	44,5	—	—	79	88	25,1	29,2	31,9	33	1,4	5,5	48	122	586	256	8	47	11	276
6	10,6	19	34,5	57	—	—	83	107	25,6	35,6	30,7	33,3	0,2	7	51	63	547	269	9	23	2	122
7	10,8	16,5	34,2	48,8	—	—	83	111	36,2	37,5	31,6	33,4	1,9	4,1	24	146	512	256	4	57	2	153
8	11,8	16,2	35,7	48,5	—	—	93	107	30,9	35,7	33,1	33,4	0,9	9,5	85	61	439	403	19	15	43	56
9	11,8	16,6	36	49,5	—	—	82	105	26,7	35,2	32,7	33,5	1,2	3,2	61	61	439	475	13	12	7	151
10	13,9	16,7	41	50,5	—	—	89	106	30,3	35,1	34,1	33,1	2,4	—	61	49	512	201	11	24	13	199
11	12	14,5	35,6	44,3	—	—	94	110	31,7	36,2	33,7	32,7	—	—	49	119	403	324	12	37	18	73
12	13,1	16,4	39,7	53,7	—	—	92	109	30,4	35,7	33	32,6	1,6	4	49	110	512	256	9	43	7	50
13	12,4	15	38,3	49,3	4,04	404	95	116	30,7	38,3	32,4	32,5	2,6	8	46	207	659	220	22	94	8	91
14	12	19	41	61	4,14	5,02	99	119	30	38	30	32	2,2	5,7	146	170	476	439	31	39	51	87

TABLA 7.- (Continuación)

	Hbm	Htom	Hmm	VCMm	HCMm	CHCMnm	Retcm	Sidm	TIBCm	ISTm%	FERm
	Hbc	Htoc	Hmc	VCMc	HMc	CHCMc	Retcc	Sidc	TIBCc	ISTc	FERc
15	14 19	43 54	4,10 5,27	104 102	33 35,5	32 35	1,4 —	73 85	366 256	20 33	42 251
16	12,5 13,4	38 42	— —	96 115	30,4 35,5	32,2 31,4	1,8 4,5	158 207	402 366	39 56	25 245
17	12,7 16,6	39 52	439 417	89 111	29 34	32 31	2 5,2	49 122	768 403	6 30	5 100
18	12 16	38 51	4,38 4,61	84 106	27 33	32,5 31	2,4 4,8	73 195	476 549	15 35	18 194
19	15 16	46 50	4,24 4,39	109 114	36 36	33 32	2,3 5,5	171 98	512 329	33 30	14 97
20	12,5 15,5	38 46	3,94 4,14	96 112	32 37	33 33	1,2 3,8	61 170	476 256	13 66	5 35
21	13,5 19	41 60	3,99 4,98	104 118	34 37	33 31	1,1 4,6	61 232	586 256	10 90	3 58
22	12,5 15,5	38 46	406 410	94 111	31 36	33 32	2 5,7	49 146	512 256	9 57	9 71
23	13,6 17,7	40,2 53,5	3,99 5,02	101 107	34 35	34 32	1,4 5,1	49 134	403 183	12 73	5 185
24	12,5 15	38 48	3,56 —	106 114	35 36	33 31	2,3 5,6	61 110	476 283	13 60	7 85
25	12,7 18,8	39 58,5	436 515	89 115	29,5 37	33 32	0,8 5,4	37 170	475 366	8 46	9 64
26	12 16	37 49,5	404 4,48	91 111	30 37	33 33	2,4 3,2	37 195	439 293	8 66	16 88
27	14,7 17,6	44,8 55	5,02 4,77	89 115	28,6 36	31,7 30,8	1,8 5,7	72 130	464 309	15 42	23 40
28	12,3 14,4	38,5 46,4	460 4,21	86 113	27,2 34,7	31,2 30,3	2,6 5,8	115 100	527 238	22 42	79 270

TABLA 7.- (Continuación)

	Hbm	Htom		Hmm		VCMm		HCMm		CHCMnm		Retcm		Sidm		TIBCm		ISTm%		FERm	
	Hbc	Htoc		Hmc		VCMc		HCMc		CHCMc		Retcc		Side		TIBCc		ISTc		FERc	
29	13,3	40,4		4,09		99		32,5		32,9		2,3		62		451		14		4	
	17	53,4		503		109		34,2		31		3,5		103		212		48		37	
30	14,1	41,3		4,31		96		32,7		34,1		1,5		58		696		8		11	
	15	46,1		438		108		34,9		31,8		3,8		134		290		46		115	
31	11,9	36		371		98		32,1		32,7		2,3		64		490		13		3	
	15,6	48,6		4,30		116		37		31,4		5,2		116		292		40		105	
32	14,5	42,6		456		96		32,3		33,2		2,3		79		360		22		75	
	17,2	53,8		5,30		104		32,9		31,8		4,9		83		284		29		135	
33	13,8	42,9		488		90		28,8		31,4		2,3		72		581		12		7	
	15,8	47,9		4,36		112		36,6		32,1		4,9		171		262		65		182	
34	13,3	40,6		401		101		33,3		32,8		2,3		87		447		19		6	
	15,5	50		4,36		111		33,8		30,1		4,2		148		255		58		113	
35	9	30,7		4,00		77		22,5		29,3		2,9		38		478		8		1	
	13,9	43,2		425		104		33,2		31,4		4,8		110		280		39		54	
36	12,2	37,5		4,09		92		29,9		32,5		2,1		53		383		14		9	
	14,8	48,1		429		113		34,5		39,9		5,2		63		295		21		38	
37	12,3	38,7		451		87		27,4		31,1		6		102		455		22		12	
	17,8	55		5,09		109		34,9		31,5		3		189		234		81		62	
38	13,4	41,1		413		96		32,2		33,5		2,7		56		475		12		10	
	15,5	48,6		4,42		106		34,8		32,9		4,5		92		253		36		69	
39	13,3	40,2		4,16		92		81		34,9		2,6		64		530		12		13	
	17	51,5		446		110		36,8		34,7		5,9		105		295		35		43	
40	10,5	34,4		346		94		29,6		32,2		1,8		52		376		14		8	
	18,1	55		4,90		107		35,5		34,4		5		36		276		13		27	
41	11,7	36,5		4,14		88		28,3		32,1		1,5		91		450		20		28	
	15,5	47		442		106		34,8		31,5		5,6		97		420		23		33	
42	12,2	38,4		421		91		29		31,8		1,5		75		560		13		15	
	15	48		438		108		34,2		31		6,8		156		436		35		161	

TABLA.-7 (Continuación)

	Hbm	Htom	Hmm	VCMm	HCMm	CHCMnm	Retcm	Sidm	TIBCm	ISTm%	FERm
	Hbc	Htoc	Hmc	VCMc	HCMc	CHCMc	Retcc	Sidc	TIBCc	ISTc	FERc
43	13,4 16	41,8 50	4,84 439	86 114	27,7 36	32,1 32	1,5 5,3	97 184	484 251	20 73	25 130
44	10,7 19,9	34,7 63	421 5,00	82 119	25,4 38	30,8 32	3 5,5	123 119	461 224	27 37	55 73
45	11,8 15,2	37 46,1	422 501	89 92	28 30,3	31,6 33	2,4 4,1	85 164	391 227	22 72	98 145
46	13,4 14,7	41,3 44,8	4,29 402	96 111	31,2 36,6	32,4 32,8	2,4 5	49 125	591 244	8 51	4 151
47	10,3 16,5	30,4 49,5	345 418	88 118	39,9 39,5	33,9 33,3	1,7 7,2	55 205	594 309	9 66	7 72
48	11,8 16,7	35,2 50,2	380 453	93 111	31,1 36,9	33,5 33,3	1 7,2	64 74	510 277	12 27	6 83
49	12,7 18,9	38,9 57,9	415 4,91	94 118	30,6 38,5	32,6 32,7	2,3 5,2	87 157	396 315	22 43	12 45
50	12,6 15,5	39,4 46,5	488 427	81 109	25,8 36,3	32 33,3	3 3,3	55 120	593 223	9 54	6 149
51	13,5 17	39,8 52,6	397 4,73	100 111	33 35,9	33,9 32,3	3,4 6,3	69 60	481 358	14 17	17 140
52	13,5 17	34,3 45,8	399 418	86 110	27,8 35,9	32,4 32,8	2 4,5	58 83	527 262	11 32	4 118
53	11,7 15,8	35,1 49,6	402 442	87 112	29,1 35,7	33,3 31,9	1,8 4,4	51 137	541 256	9 53	7 78
54	12,5 17,6	37,9 53,3	404 480	94 111	30,9 36,7	33 33	3,1 4,8	60 81	602 336	10 24	10 111
55	14 19,3	41,4 57	4,19 456	95 120	31,2 39,4	32,7 32	1,6 5,2	99 170	427 261	23 65	46 91
56	14,2 17,2	43,4 51	439 420	95 117	30,2 38,3	31,7 32,7	2,3 6,3	64 200	646 265	10 75	6 67

TABLA 7.- (Continuación)

	Hbm	Htom	Hmm	VCMm	HCMm	CHCMnm	Retcm	Sidm	TIBCm	ISTm%	FERm
	Hbc	Htoc	Hmc	VCMc	HCMc	CHCMc	Retcc	Sidc	TIBCc	ISTc	FERc
57	12,7	38,7	440	88	38,9	32,8	1,6	45	432	10	5
	14,4	43,9	4,08	108	35,3	32,8	3,6	63	228	28	131
58	13,2	39,9	424	94	31,1	33,1	3,3	122	548	22	5
	18,2	55,5	474	117	38,4	32,8	7,7	129	354	36	63
59	11,5	36,1	4,06	89	28,3	31,9	2,5	41	536	8	4
	13,4	40	393	102	34,1	33,5	5,8	105	240	43	68
60	12,4	39,6	4,46	89	27,8	31,3	2,1	124	525	24	7
	18	54,9	562	98	32	32,8	3,8	155	278	56	120
61	12,5	37,3	4,13	90	30,3	33,5	2,1	35	510	7	10
	16,6	49,4	470	105	35,3	33,6	2,6	101	227	44	105
62	13,3	40,5	4,07	100	32,7	32,8	1,3	119	248	48	12
	12,4	38,3	427	117	38	32,4	7,5	193	266	72	152
63	13	39,5	4,20	94	31	32,9	1	52	449	11	71
	17	51,2	448	114	37,9	33,2	6,5	133	225	52	155
64	13,1	39,2	3,95	99	33,2	3,4	1,8	49	445	11	17
	14,6	43,7	4,01	109	36,4	33,4	5,3	84	329	25	56
65	12,9	40,7	5,38	76	24	31,7	1,5	40	622	6	5
	15,1	45,1	4,45	101	33,9	33,5	4,1	168	221	76	129
66	12,6	39,1	4,87	80	25,9	32,2	2,4	44	518	8	8
	18	55,4	5,19	107	34,7	32,5	4,2	165	333	49	154
67	12,7	38,4	3,75	102	33,9	33,1	2	69	538	13	7
	14,8	44,6	4,01	111	36,9	33,2	7	132	235	56	95
68	11,8	36,7	3,96	93	29,8	32,2	2,1	36	541	7	3
	17	52,3	4,69	112	36,2	32,5	5,1	95	181	552	35
69	12,6	37,7	381	99	33,1	33,4	1,6	72	442	16	10
	15,7	46,7	450	104	34,9	33,6	4,5	84	230	36	112
70	13,2	39,8	429	93	30,8	33,2	1,4	43	512	8	23
	18,2	55	510	108	35,7	33,1	5,1	50	259	19	73

TABLA 7.- (Continuación)

	Hbm	Hbc	Htom	Htoc	Hmm	Hmc	VCMm	HCMm	CHCMnm	Retcm	Sidm	TIBCm	ISTm%	FERm
							HCMc	HCMc	CHCMc	Retcc	Sidc	TIBCc	ISTc	FERc
71	12,4	16,3	37,4	51,3	421	396	89	29,5	33,2	1,9	55	611	9	7
							130	41,2	31,8	7,5	206	357	57	77
72	11,5	16,8	36	51,7	438	468	82	26,3	31,9	2,3	44	590	7	4
							110	35,9	32,5	5	44	590	7	36
73	12,1	16,3	36,5	49,4	400	4,41	91	30,3	33,2	2,2	61	458	13	20
							112	37	33	6,6	122	267	45	63
74	11,8	15,6	36,3	47,4	416	450	87	28,4	32,5	1,9	40	494	8	4
							105	34,7	32,9	4,4	122	308	39	121
75	13,3	14,7	40,5	44,9	425	439	95	31,3	32,8	1,6	71	589	12	25
							102	33,5	32,7	5	110	320	33	369
76	12,8	15,6	38,7	47,6	422	436	95	30,3	33,1	1,4	37	436	8	79
							109	35,8	32,8	4,3	104	288	36	310
77	14,4	15,5	42,5	46,6	457	430	93	31,5	33,9	1,4	58	446	13	11
							108	36	33,3	4,5	123	257	47	241
78	12,1	17,7	37,9	53,4	424	511	89	28,5	31,9	2,3	54	478	11	4
							105	34,6	33,1	4,6	137	278	49	84
79	13,6	16,2	40,9	49,7	449	477	91	30,3	33,3	1,7	84	424	20	28
							104	34	32,6	4,3	93	349	26	80
80	12,8	17,3	39,6	51,2	468	478	85	27,4	32,3	1,3	34	492	7	7
							105	36,2	33,8	4,5	114	258	44	60
81	13,5	19,9	41,3	62,2	4,51	572	92	29,9	32,7	0,8	48	527	9	5
							109	34,8	32	5,1	153	307	50	215
82	11,5	14,7	36,3	43,4	4,66	415	78	24,7	31,7	1,2	49	476	10	3
							105	35,4	33,9	4,3	132	183	72	63
83	11,3	15,7	35,2	46,7	4,11	450	85,8	27,6	32,2	1,2	49	622	8	5
							104	34,9	33,6	4,3	98	256	38	54
84	10,8	17,6	35,4	55,7	4,39	506	81	24,6	30,5	1	12	549	2	17
							110	34,8	31,6	4,2	61	768	8	36

TABLA 7.- (Continuación)

	Hbm	Htom	Hmm	VCMm	HCMm	CHCMnm	Retcm	Sidm	TIBCm	ISTm%	FERm
	Hbc	Htoc	Hmc	VCMc	HMc	CHCMc	Retcc	Sidc	TIBCc	ISTc	FERc
85	13	40,8	448	91	29	31,9	1,6	98	439	22	37
	16,5	50,1	514	97	32,1	32,9	3,3	122	512	24	62
86	12,9	39,5	425	93	30,4	32,7	1,3	36	512	7	41
	16,5	49,9	465	107	35,5	33,1	3,8	85	256	3	84
87	12,8	39,2	375	105	34,1	32,7	2,5	67	393	17	18
	16,8	53,8	422	127	39,8	31,2	6,4	147	218	67	227
88	12,4	38,6	408	95	30,4	32,1	2	46	472	10	9
	17	50,7	474	107	35,9	33,5	5,7	138	223	62	243
89	13,9	42,2	416	101	33,4	32,9	2,7	97	368	26	47
	15,6	49,1	435	113	35,9	31,8	7,2	140	267	52	72
90	11,1	34,2	371	92	39,9	31,9	1,2	30	325	9	11
	14,9	47	405	116	36,5	30,9	4,2	97	211	46	122
91	15,7	48,6	494	98	31,8	32,3	1,9	102	339	30	53
	16,7	53,3	451	118	37	31,3	6,7	124	299	41	110
92	14,7	45,9	484	95	30,4	32	2	69	448	15	23
	14,5	45,9	422	109	34,4	31,6	6,8	129	259	50	156
93	10,1	32,3	3,56	91	28,4	31,1	2,1	64	518	12	17
	16,7	51	4,40	116	38	32,7	31,7	176	198	89	51
94	12,6	37,9	403	94	31,3	33,2	2,4	78	456	17	9
	13,8	42	385	109	35,8	32,9	6	88	203	43	50
95	12,6	39,4	4,18	94	30,1	32	1,5	63	512	12	17
	14,7	47,1	4,22	112	34,8	32,8	5,7	148	241	53	224
96	13,1	41,4	402	103	32,6	31,6	1,6	94	349	27	34
	20,4	66,5	542	123	37,6	30,7	5,1	237	299	79	38
97	11,1	35,4	3,75	94	39,6	31,4	1,8	120	603	20	16
	16,6	53,5	4,54	118	36,6	31	6,1	124	213	58	49
98	13,3	40,8	4,39	93	30,3	32,6	2,5	79	463	17	9
	13,8	43,1	4,54	95	30,4	22	4,5	78	292	27	29

**TABLA 7.- (Continuación)**

	Hbm	Htom	Hmm	VCMm	HcMm	CHCMm	Retcm	Sidm	TIBCm	ISTm%	FERm
	Hbc	Htoc	Hmc	VCMc	HMc	CHCMc	Retcc	Sidc	TIBCc	ISTc	FERc
99	11,5	37,2	4,51	82	35,5	30,9	2,2	36	518	7	5
	16,9	55,1	4,96	111	34,1	30,7	7,9	128	241	53	141
100	14,2	44,5	4,55	98	31,2	31,9	2	74	398	19	28
	16,2	51,2	4,58	112	35,4	31,6	4,1	66	225	29	90
101	12,5	37,8	4,02	94	31,4	33,2	2,4	58	522	11	15
	16,7	51	4,50	116	38	32,7	3,7	88	258	34	75

Hbm: Hemoglobina materna

Htom: Hematocito materno

Hmm: Hematíes materno

VCMm: Volumen corpuscular medio materno

HcMm: Hemoglobina corpuscular medio materno

CHCMm: concentración de hemoglobina corpuscular medio materno

Retcm: Reticulocitos materno

Sidm: Sideremia materna

TIBCm: Capacidad de fijación del hierro a transferina materna

ISTm: Índice de Saturación de Transferina materna

FERm: Ferritina materna

Hbc: Hemoglobina en cordón

Mtoc: Hematocifo en cordón

Hmc: Hematíes en cordón

VCMc: Volumen Corpuscular medio en cordón

HMc: Hemoglobina corpuscular medio en cordón

CHCMc: Concentración de hemoglobina corpuscular media en cordón

Retcc: Reticulocitos en cordón

Sidc: Sideremia en cordón

TIBCc: Capacidad de fijación de hierro o transferina en cordón

ISTc: Índice de Saturación de Transferina en cordón

Ferc: Ferritina en cordón

**TABLA 8.- DOTACIÓN DE HIERRO HEMOGLOBÍNICO Y DE DEPÓSITO**

Caso	MADRE					CORDON				
	Nº	Fe hemoglobínico (mg/kg)		Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)	Fe hemoglobínico (mg/kg)		Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)	
1	32.60	+	3.53	=	36.14	36.71	+	12.94	=	49.65
2	29.32	+	2.19	=	31.51	41.92	+	21.07	=	62.92
3	30.14	+	7.92	=	38.06	45.48	+	13.98	=	59.46
4	21.26	+	1.04	=	22.30	43.29	+	12.94	=	56.23
5	32.88	+	1.42	=	34.30	40.28	+	25.76	=	66.04
6	29.04	+	0.26	=	29.30	50.06	+	13.61	=	63.67
7	29.59	+	0.26	=	37.66	45.21	+	16.42	=	61.63
8	32.33	+	5.33	=	33.24	44.39	+	6.81	=	51.20
9	32.33	+	0.91	=	38.94	45.48	+	16.25	=	61.73
10	37.26	+	1.68	=	38.94	45.75	+	20.22	=	65.97
11	32.88	+	2.31	=	35.19	39.73	+	8.68	=	59.95
12	35.89	+	0.91	=	36.80	44.93	+	6.13	=	51.06
13	33.97	+	1.04	=	35.01	41.10	+	10.56	=	51.66
14	32.88	+	6.25	=	39.13	52.06	+	10.15	=	62.21
15	38.36	+	5.21	=	43.57	52.06	+	24.06	=	76.12
16	34.25	+	3.18	=	37.43	36.17	+	23.64	=	59.81

TABLA 8.- (Continuación)

Caso	MADRE				CORDON					
	Nº	Fe hemoglobínico (mg/kg)	Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)	Fe hemoglobínico (mg/kg)	Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)			
17	34.79	+	0.63	=	35.42	45.48	+	11.47	=	56.95
18	32.88	+	2.31	=	35.19	43.84	+	19.83	=	63.67
19	41.10	+	1.80	=	42.91	43.84	+	11.17	=	55.01
20	34.25	+	0.63	=	34.88	42.47	+	4.56	=	49.51
21	36.99	+	0.39	=	37.38	52.02	+	7.04	=	59.10
22	34.25	+	1.17	=	35.42	41.10	+	8.46	=	49.56
23	37.26	+	0.63	=	37.89	48.49	+	19.11	=	67.60
24	34.25	+	0.91	=	35.16	41.10	+	9.95	=	51.05
25	34.79	+	1.17	=	35.96	51.51	+	7.70	=	59.21
26	32.88	+	2.06	=	34.94	43.48	+	10.25	=	53.74
27	40.27	+	2.93	=	43.20	48.22	+	4.98	=	53.13
28	33.70	+	9.32	=	43.02	39.45	+	25.36	=	64.81
29	36.44	+	0.52	=	36.96	46.58	+	4.62	=	51.20
30	38.63	+	1.42	=	40.05	41.10	+	12.94	=	54.04
31	32.60	+	0.39	=	32.99	42.74	+	11.97	=	54.71
32	39.73	+	8.89	=	48.62	47.12	+	14.81	=	61.94
33	37.81	+	0.91	=	38.76	43.29	+	18.87	=	62.16

**TABLA 8.- (Continuación)**

Caso		MADRE			CORDON				
Nº	Fe hemoglobínico (mg/kg)		Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)	Fe hemoglobínico (mg/kg)	Fe depósito (mg/kg)		Fe total (mg/kg)	
34	36.44	+	0.78	= 37.22	42.47	+	12.75	= 55.22	
35	24.66	+	0.31	= 24.79	38.08	+	6.59	= 44.67	
36	33.42	+	1.17	= 34.59	40.55	+	4.74	= 45.29	
37	33.70	+	1.55	= 34.97	48.77	+	7.48	= 56.25	
38	36.71	+	1.30	= 38.01	42.47	+	8.25	= 50.72	
39	36.42	+	1.68	= 38.10	46.58	+	5.33	= 51.91	
40	28.77	+	1.04	= 29.81	49.59	+	3.42	= 53.01	
41	32.05	+	3.54	= 35.56	42.47	+	4.15	= 46.62	
42	33.42	+	1.93	= 35.35	41.10	+	17.12	= 58.22	
43	36.71	+	3.18	= 42.89	43.84	+	14.35	= 58.20	
44	29.31	+	6.70	= 36.01	54.52	+	8.68	= 63.20	
45	32.33	+	11.27	= 43.60	41.64	+	15.72	= 57.36	
46	36.71	+	0.52	= 37.27	40.27	+	16.25	= 56.52	
47	28.22	+	0.91	= 29.13	45.21	+	8.57	= 53.28	
48	32.33	+	0.78	= 33.11	45.75	+	9.74	= 55.49	
49	34.79	+	1.55	= 36.34	51.78	+	5.56	= 57.34	
50	34.52	+	0.78	= 35.30	42.47	+	16.07	= 58.54	

**TABLA 8.- (Continuación)**

Caso		MADRE				CORDON			
No	Fe hemoglobínico (mg/kg)		Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)	Fe hemoglobínico (mg/kg)		Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)	
51	36.99	+	2.18	= 39.17	46.58	+	15.27	= 61.85	
52	30.41	+	0.52	= 30.93	41.10	+	16.23	= 54.33	
53	32.05	+	0.91	= 32.96	43.29	+	9.21	= 52.50	
54	34.25	+	1.30	= 35.55	48.22	+	12.56	= 60.78	
55	28.36	+	5.68	= 44.04	52.88	+	10.56	= 63.45	
56	38.90	+	0.78	= 39.68	48.22	+	8.03	= 56.25	
57	38.36	+	0.65	= 39.01	52.88	+	14.45	= 67.33	
58	36.16	+	0.65	= 36.81	49.86	+	7.59	= 57.45	
59	31.51	+	0.52	= 32.03	36.71	+	8.14	= 44.85	
60	33.97	+	0.91	= 34.88	49.32	+	13.42	= 62.74	
61	34.25	+	1.30	= 35.55	45.48	+	11.97	= 57.45	
62	36.41	+	1.55	= 37.99	33.97	+	16.33	= 50.30	
63	35.62	+	8.46	= 44.09	46.58	+	16.60	= 63.18	
64	36.89	+	2.91	= 38.08	40.00	+	6.81	= 46.81	
65	35.34	+	0.65	= 35.99	41.37	+	14.26	= 55.63	
66	34.52	+	1.04	= 35.56	49.32	+	16.15	= 65.83	
67	34.79	+	0.91	= 35.70	40.55	+	10.97	= 51.52	

Caso	MADRE					CORDON				
	Nº	Fe hemoglobínico (mg/kg)		Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)	Fe hemoglobínico (mg/kg)		Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)	
68	32.33	+	0.39	=	32.72	46.58	+	4.38	=	50.96
69	34.52	+	1.30	=	35.82	43.01	+	12.65	=	55.66
70	36.16	+	2.93	=	39.09	59.86	+	8.68	=	58.54
71	33.97	+	0.91	=	34.88	44.66	+	9.11	=	53.77
72	31.51	+	0.52	=	32.03	46.03	+	4.50	=	50.61
73	33.15	+	2.56	=	35.71	44.60	+	7.59	=	52.19
74	32.33	+	0.52	=	37.85	42.74	+	13.51	=	56.25
75	36.44	+	3.18	=	39.62	49.32	+	31.35	=	80.67
76	35.07	+	9.32	=	44.39	40.55	+	27.93	=	68.48
77	39.45	+	1.42	=	40.87	42.47	+	23.37	=	65.84
78	33.15	+	0.52	=	33.67	48.49	+	9.84	=	58.33
79	37.26	+	3.54	=	40.80	44.38	+	9.42	=	53.80
80	35.07	+	0.91	=	36.17	47.40	+	7.26	=	54.66
81	36.99	+	0.65	=	37.64	54.52	+	21.46	=	75.98
82	31.51	+	0.39	=	31.90	40.27	+	7.59	=	47.86
83	30.96	+	0.65	=	31.61	43.01	+	6.59	=	49.60
84	29.59	+	2.18	=	31.77	48.22	+	4.50	=	52.72

**TABLA 8.- (Continuación)**

Caso		MADRE			CORDON				
No	Fe hemoglobínico (mg/kg)		Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)	Fe hemoglobínico (mg/kg)	Fe depósito (mg/kg)	Fe total (mg/kg)		
85	35.62	+	4.62	= 40.24	45.21	+	9.66	=	54.81
86	35.34	+	5.09	= 40.43	45.21	+	9.84	=	55.05
87	35.07	+	2.31	= 37.38	46.03	+	22.36	=	68.39
88	33.97	+	1.17	= 35.14	42.74	+	23.51	=	70.09
89	38.08	+	5.79	= 39.38	42.74	+	8.57	=	55.97
90	30.41	+	1.42	= 31.83	40.82	+	13.61	=	54.43
91	43.01	+	6.48	= 49.49	45.75	+	12.46	=	58.21
92	40.27	+	2.93	= 43.20	39.73	+	16.88	=	56.41
93	27.67	+	2.18	= 29.65	45.75	+	6.25	=	52.00
94	34.52	+	1.17	= 35.69	37.81	+	6.13	=	43.95
95	34.52	+	2.18	= 36.70	40.27	+	22.13	=	62.40
96	35.89	+	4.27	= 40.16	37.81	+	4.74	=	42.55
97	30.41	+	2.06	= 32.47	45.48	+	6.02	=	51.50
98	35.62	+	1.17	= 36.79	31.81	+	3.65	=	41.46
99	31.51	+	0.65	= 32.16	46.30	+	15.36	=	61.66
100	38.90	+	3.54	= 42.44	44.38	+	10.46	=	58.84
101	34.25	+	1.93	= 36.18	45.75	+	8.89	=	54.64
	<b>34.2650</b>	+	<b>2.272 ±</b>	<b>= 36.5474</b>	<b>44.14</b>	+	<b>12.205 ±</b>	<b>=</b>	<b>56.8820</b>
	<b>± 3.38</b>	+	<b>2.306</b>	<b>= ± 4.38</b>	<b>± 5.79</b>	+	<b>6.058</b>	<b>=</b>	<b>± 7.1062</b>

**HIERRO HEME**  
**PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS**  
**COMPARACIÓN DE MEDIDAS**

En la población estudiada compuesta por 101 madres y sus recién nacidos se compararon los valores medios de hemoglobina, hematócrito, hematies, VCM, HCM, CHCM y reticulocitos. Los resultados están expuestos en la tabla 9 y en las figuras 5, 6, 7, 8 y 9.

**TABLA 9. PARAMETROS HEMATOLÓGICOS EN MADRES Y RECIEN NACIDOS.**

POBLACION	Nº CASOS	Hb(gr%)	Hto (%)	Hm(x10 <sup>6</sup> )	VCM(μ <sup>3</sup> )	HCM(pg)	CHCM (gr/dl)	Retc(‰)
		MEDIA ± D.S.	MEDIA ± D.S.	MEDIA ± D.S.	MEDIA ± D.S.	MEDIA ± D.S.	MEDIA ± D.S.	MEDIA ± D.S.
MADRES	101	12,58 ± 1,27	38,55 ± 3,219	4,21 ± 0,34	91,53 ± 7,00	30,28 ± 3,39	32,39 ± 0,97	1,97 ± 0,72
RECIEN NACIDOS	101	16,69 ± 1,65	50,015 ± 5,0081	4,57 ± 0,39	110,01 ± 6,48	34,86 ± 2,14	32,53 ± 1,23	5,42 ± 2,94
Z		20	32,01	2,8873	19,46	11,46	0,416	11,26
P		<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,001	NS	<0,001

En todos los casos el valor de Z de comparación de medidas, tuvieron gran significación estadística con  $p < 0.001$ , menos en el caso de la CHCM en donde el valor de Z fué de 0,416 sin significación estadística.

Todos los parámetros eritrocitarios fueron menores en las madres estudiadas que en los recién nacidos, excepto la CHCM, donde el valor medio fué casi igual en ambos grupos

En la siguiente tabla observamos los valores comparativos de la hemoglobina en las madres consideradas como anémicas (Hgb < 11 gr%) y madres no anémicas (Hgb > 11 gr%) con sus recién nacidos.

**TABLA 10. VALORES DE HEMOGLOBINA EN RECIEN NACIDOS DE MADRES CON ANEMIA Y SIN ANEMIA.**

POBLACION	Nº CASOS	Hgb MADRES	Hgb RECIEN NACIDOS
		MEDIA ± D.S.	MEDIA ± D.S.
MADRES Hgb < 11gr%	10	10,14 ± 0,90	16,93 ± 1,68
MADRES Hgb > 11gr%	91	12,75 ± 0,94	16,21 ± 1,50

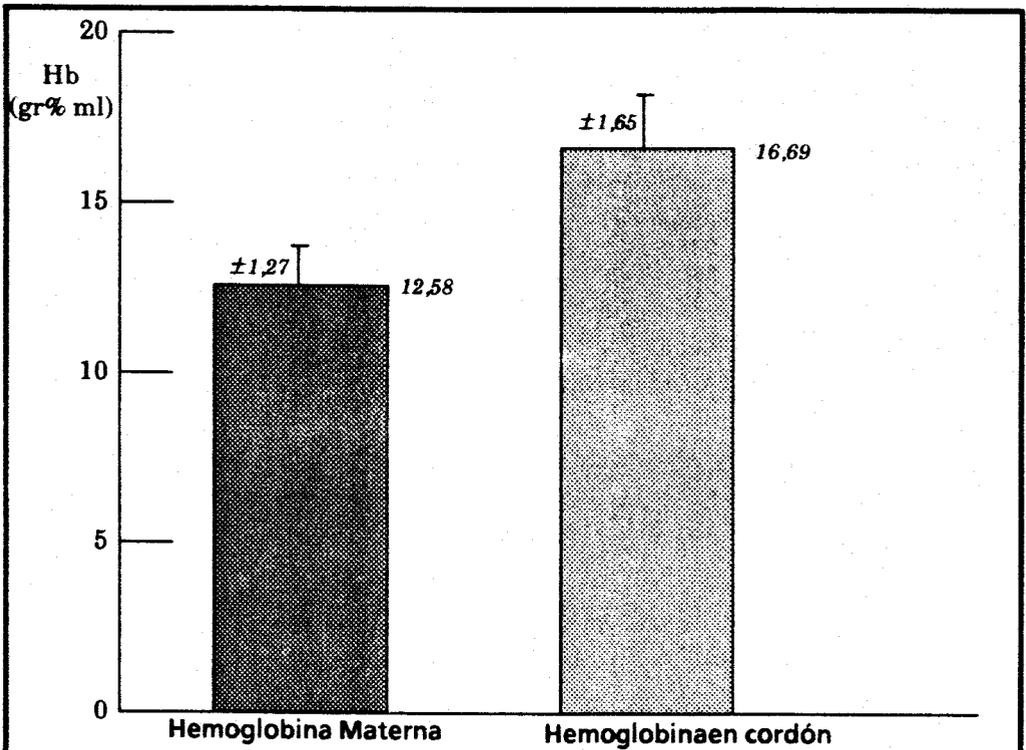


Figura 5.- Valores Comparativos de Hemoglobina en Madre y RN

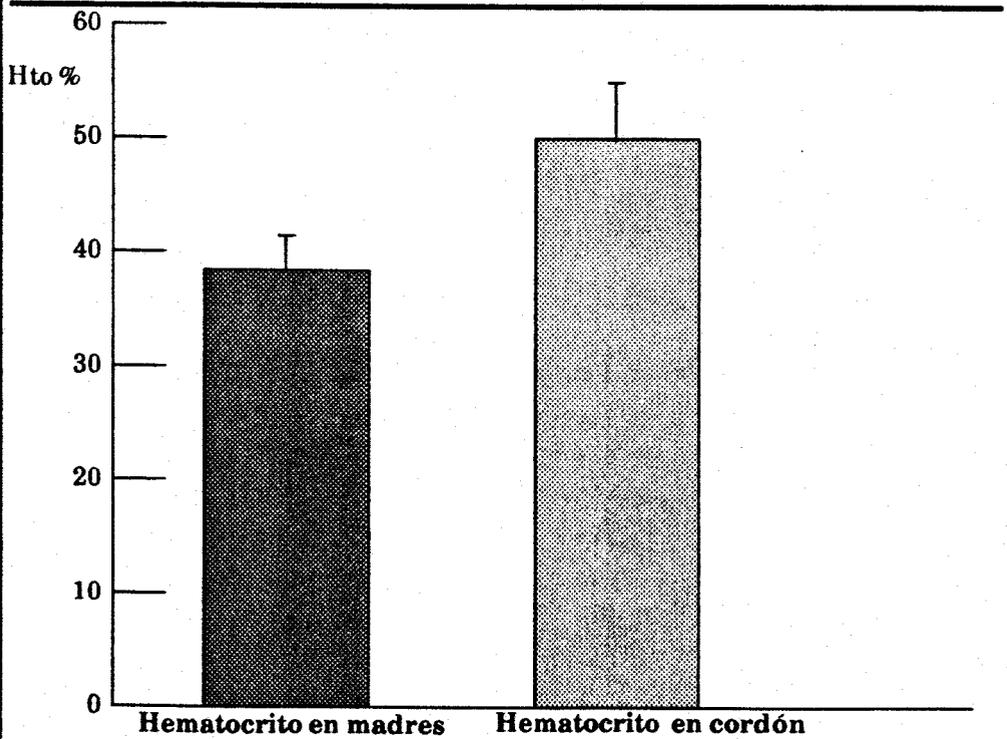


Figura 6.- Valores Comparativos de Hemoatocrito en Madre y RN

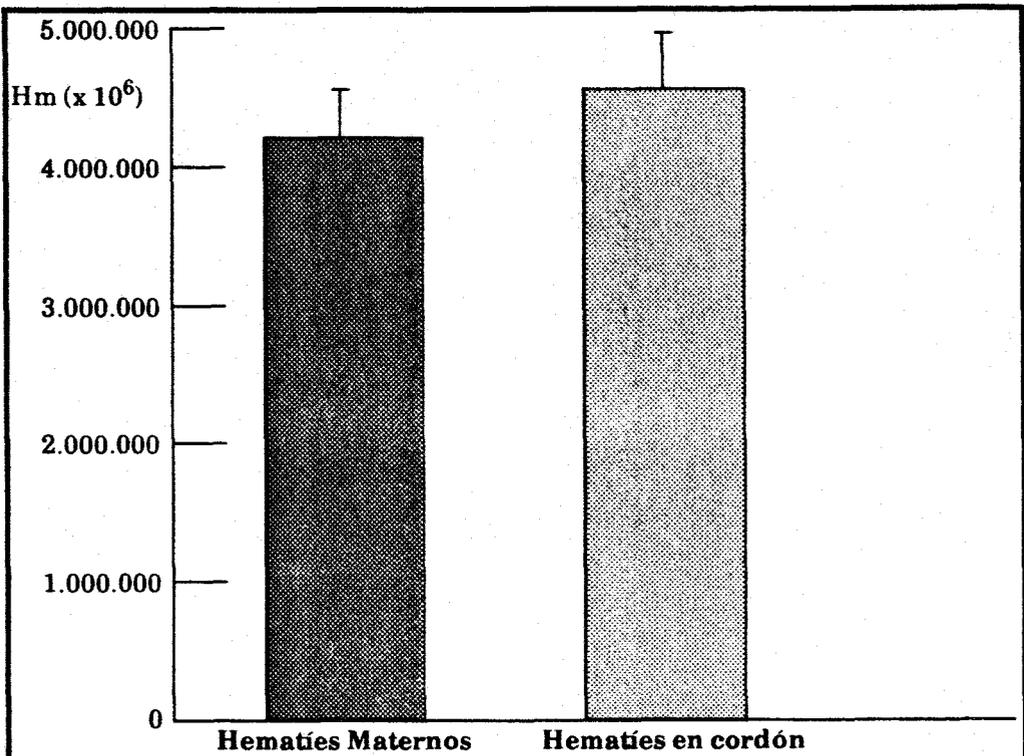


Figura 7.- Valores Comparativos de Hematíes en Madre y RN

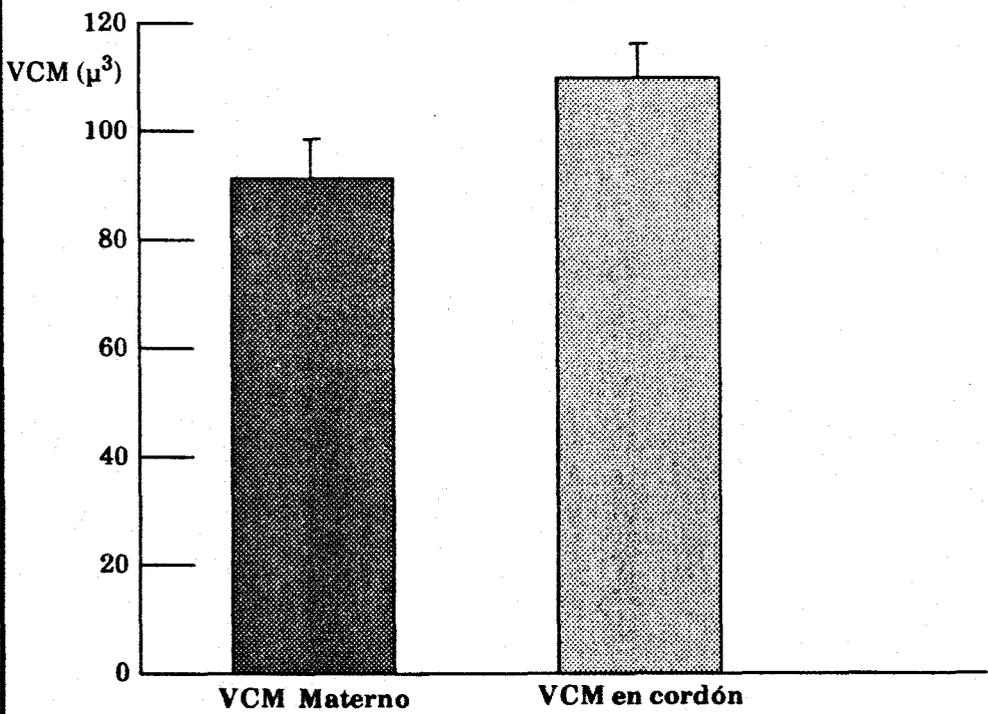
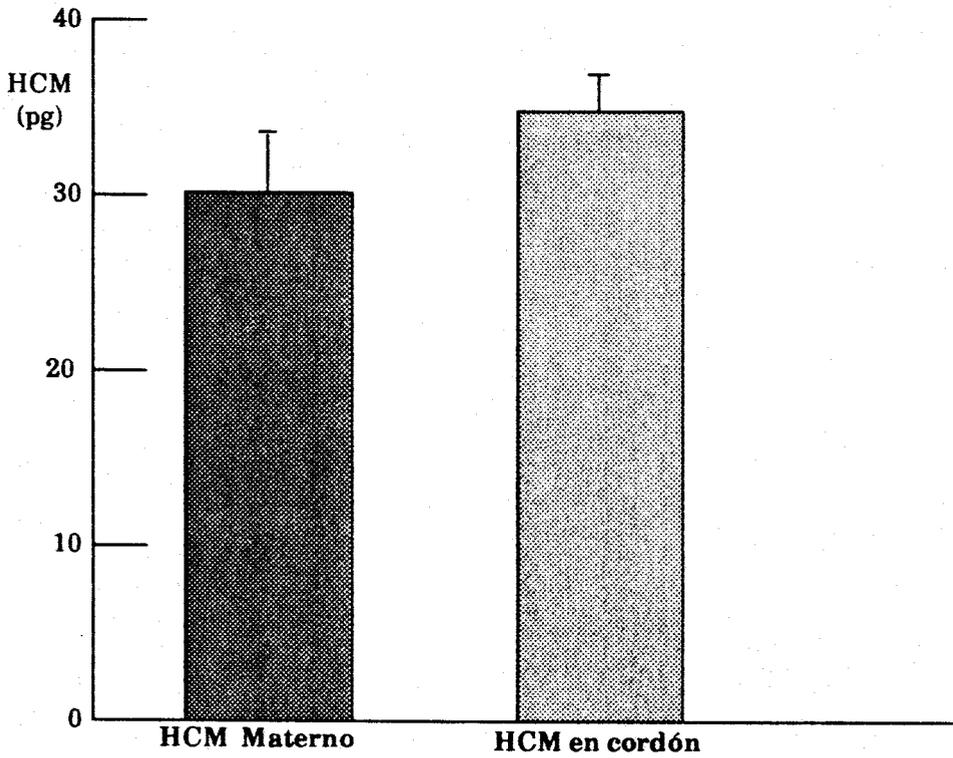


Figura 8.- Valores Comparativos de VCM en Madre y RN



**Figura 9.- Valores Comparativos de HCM en Madre y RN**

La diferencia de medias entre la hemoglobina de madres anémicas y la de sus recién nacidos fué mayor que la de las no anémicas. Sin embargo la T de Student de comparación de medias fué de 0,482, siendo no significativa, es decir, no hubo diferencia en la hemoglobina de los hijos de las madres con hemoglobina <11 gr% con respecto a las de hemoglobina  $\geq$ 11 gr%.

**TABLA 11.- VALORES COMPARATIVOS DE HEMATOCRITO EN RECIÉN NACIDOS DE MADRES ANÉMICAS Y NORMALES.**

POBLACIÓN	CASOS	HEMATOCRITO MADRES	HEMATOCRITO CORDÓN
		MEDIA $\pm$ D.S.	MEDIA $\pm$ D.S.
ANÉMICAS <35%	10	32,84 $\pm$ 2,06	50,57 $\pm$ 5,80
NO ANÉMICAS $\geq$ 35%	91	39,18 $\pm$ 2,65	50,02 $\pm$ 4,89

De la serie total de casos observamos las madres que tuvieron Hematocrito <35 % y las comparamos con sus recién nacidos. Igual hicimos con los de Hematocrito  $\geq$ 35 %. No se encontró diferencia significativa entre el Hematocrito de cordón de madres anémicas y madres normales, con t-Student de comparación de medias de 0,082. (Tabla 11).

Hemos comparado el recuento eritrocitario entre hijos de madres con más de  $4 \times 10^6$  con los que tienen menos o igual de  $4 \times 10^6$  detallandolo en la tabla 12.

**TABLA 12.- VALORES COMPARATIVOS DE HEMATIES EN RN.**

POBLACIÓN	Nº CASOS	RECIEN NACIDOS MEDIA $\pm$ D.S.
Madres < $4 \times 10^6$	17	4,434117 $\pm$ 327558
Madres > $4 \times 10^6$	70	4,601231 $\pm$ 403.594

La T Student de comparación de medias fue de 0,0464 No significativa.

### PARAMETROS DEL TRANSPORTE DEL HIERRO. SIDEREMIA.

La población total estudiada consta de 101 madres y sus correspondientes recién nacidos. Hemos comparado los valores medios de sideremia materna con los de cordón de recién nacido, obteniendose una diferencia de medias de 57,53. El valor de "Z" fue de 11,16 con gran significación estadística ( $p < 0,001$ ). Tabla 13. Figura 10.

**TABLA 13. VALORES COMPARATIVOS DE SIDEREMIA**

POBLACIÓN	Nº CASOS	SIDEREMIA MEDIA $\pm$ D.S.
Madres	101	65,54 $\pm$ 28,7
R. Nacidos	101	123,07 $\pm$ 43,1
z		11,166
p		< 0,001

Hemos realizado el estudio comparando hijos de mujeres con  $< 55$  mcg % que han sido un total de 40 con los valores de la sideremia en hijos de madres con sideremia  $\geq 55$ . El resultado se expone en la tabla 14. Figura 11.

**TABLA 14. VALORES COMPARATIVOS DE SIDEREMIA EN R.N. SEGÚN LA SIDEREMIA MATERNA.**

POBLACIÓN	Nº CASOS	SIDEREMIA MEDIA $\pm$ D.S. R.N.
Sideremia Materna $< 55$ mcg %	40	114,0 $\pm$ 38,59
Sideremia Materna $\geq 55$ mcg %	61	130,11 $\pm$ 46,07
z		1,75
p		$< 0,05$

La diferencia de medias fue de 16,11 y hubo poca significación estadística.

Las correlaciones encontradas entre los diferentes parámetros de hierro materno y sus recién nacidos lo mostramos en la tabla 15.

**TABLA 15. CORRELACION ENTRE SIDEREMIA MATERNA Y SIDEREMIA EN R.N.**

SIDEREMIA	Nº CASOS	R. NACIDOS
Madres $< 55$	40	n = 40 r = -0,19 NS
Madres $\geq 55$	61	n = 61 r = -0,18 NS
Total	101	n = 101 r = -0,22 p $< 0,05$

Pequeña correlación poco significativa la sideremia del total de madres con la de sus recién nacidos.

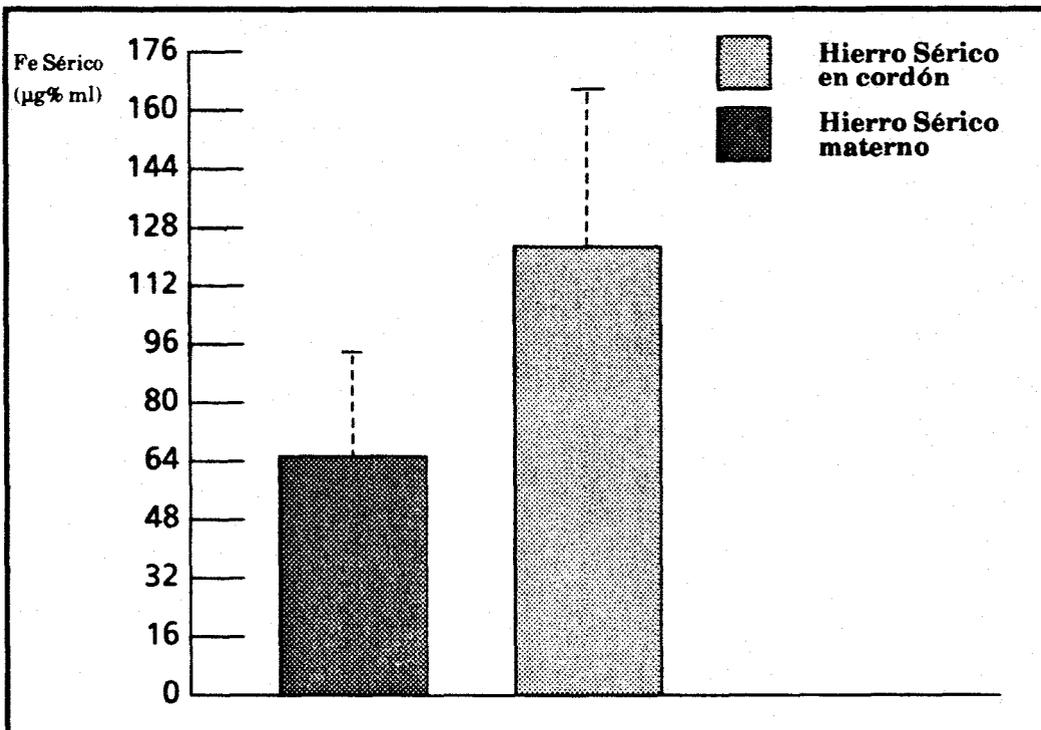


Figura 10.- Valores comparativos de Hierro Sérico en madres y RN

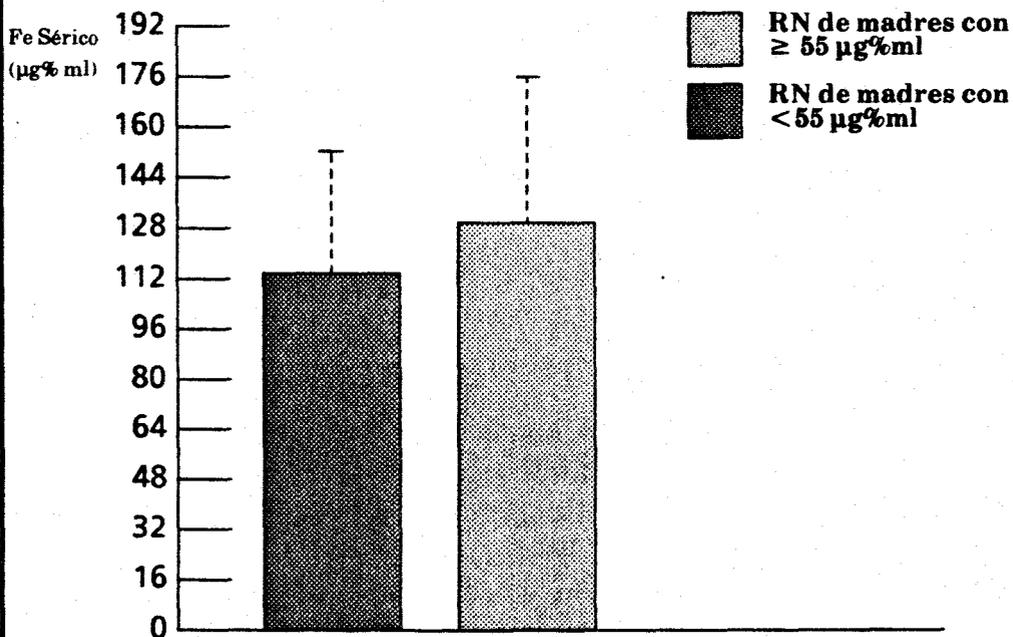


Figura 11.- Valores comparativos de Hierro Sérico en cordón según el Hierro Sérico materno

## TRANSFERRINA. TIBC.

Igual que hicimos con el anterior parámetro hemos observado los valores medios de la TIBC en madres y sus recién nacidos y los hemos comparado.

**TABLA 16. VALORES COMPARATIVOS DE TIBC EN MADRES Y RECIEN NACIDOS.**

POBLACIÓN	Nº CASOS	TIBC mcg % ml MEDIA ± D.S.
Madres	101	490,80 ± 83,28
R.N.	101	288,08 ± 90,68
z		16,489
p		< 0,0001

La diferencia de madres fue 202,72. "z" fue de 16,48 con  $p < 0,0001$ , es decir gran significación estadística ya que la TIBC materna era muy superior a la de sus recién nacidos. Figura 12.

Hemos comparado también los valores medios de los hijos de madres con TIBC < 400 con los que tienen sus madres > 400 mcg % ml. Tabla 17.

**TABLA 17. COMPARACIÓN DE TIBC EN R.N. SEGÚN LA TIBC MATERNA**

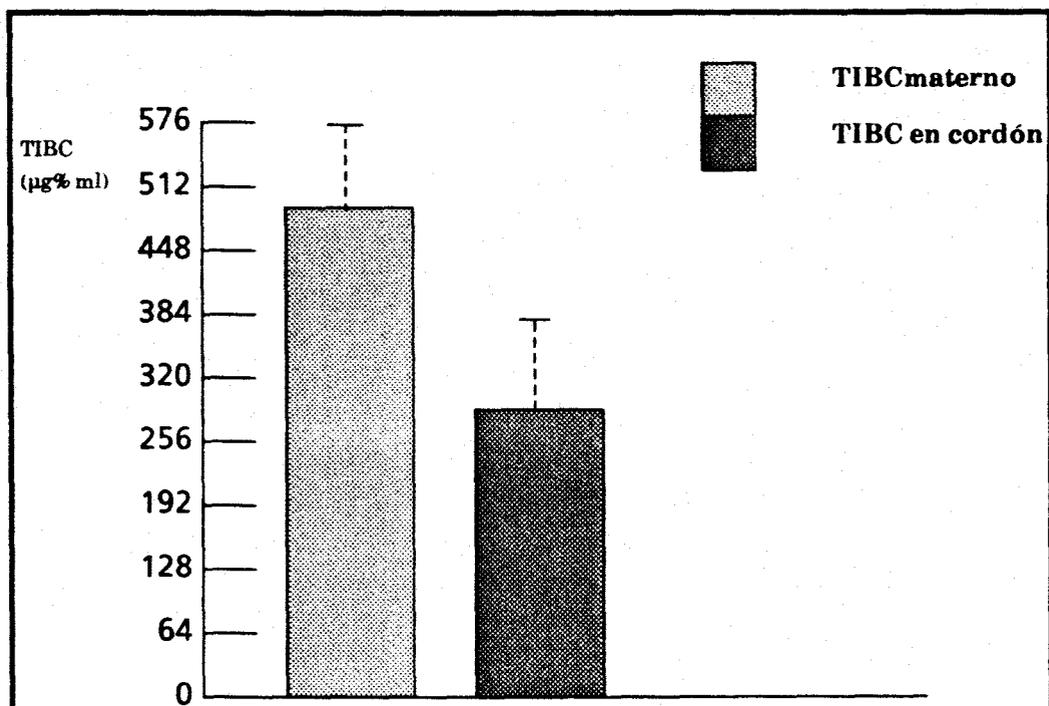
POBLACIÓN	Nº CASOS	TIBC R.N. MEDIA ± D.S.
TIBC Mat. < 400	14	265,14 ± 32,21
TIBC Mat. ≥ 400	87	292,18 ± 91,43
t		0,714 N.S.

Al compararse ambos grupos observamos que los R.N. de madres con TIBC > 400 tienen valores más altos en relación a los otros con una diferencia de medios de 27,04 con t student de 0,714 sin significación estadística. Figura 13.

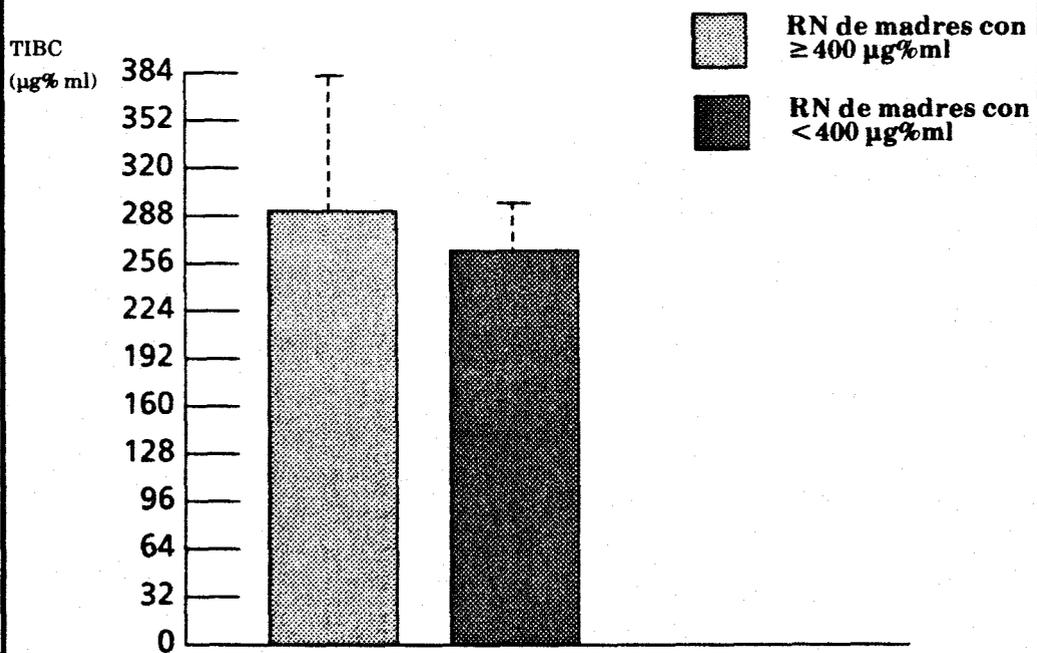
**TABLA 18. CORRELACION ENTRE TIBC MATERNO Y TIBC EN R.N.**

TIBC m/R.N.	Nº CASOS	R. NACIDOS
MADRES < 400 mcg%	14	n = 14 r = -0,035 NS
MADRES > 400 mcg%	87	n = 87 r = -0,098 NS
TOTAL	101	n = 101 r = -0,075 NS

No hay correlación entre TIBC materno y el del Recien Nacido.



**Figura 12.- Valores comparativos de TIBC en madres y RN**



**Figura 13.- Valores comparativos de TIBC en cordón según el TIBC materno**

## INDICE DE SATURACIÓN DE TRANSFERRINA (IST)

Como dijimos en la introducción hemos estudiado en la población de madres y recién nacidos (101 en total) el cociente entre la sideremia y la TIBC, que es lo que se denomina Índice de Saturación de Transferrina (Tabla 19. Figura 14).

**TABLA 19. VALORES COMPARATIVOS DE IST ENTRE MADRES Y RECIÉN NACIDOS.**

POBLACIÓN	Nº CASOS	INDICE SATURACIÓN TRANSFERRINA % MEDIA ± D.S.
MADRES	101	13,99 ± 7,63
R.N.	101	44,58 ± 18,25
z		15,54.
p		<0,001

En ésta tabla observamos como la media de IST materno es baja al final de la gestación (13,99). La significación en la comparación de madres y R.N. fué alta ( $p < 0,001$ ) con  $z = 15,54$ .

Dependiendo del índice de saturación de transferrina materna hemos dividido nuestro estudio como observamos en la Tabla 20. Fig. 15.

**TABLA 20. VALORES COMPARATIVOS DE IST EN RECIÉN NACIDOS SEGUN EL IST MATERNO.**

POBLACIÓN	Nº CASOS	I.S.T. R.N. MEDIA ± D.S.
I.S.T. MAT <15%	67	43,179 ± 19,02
I.S.T. MAT ≥15%	34	47,03 ± 19,77
z		0,917
p		NS

Como podemos observar la IST en recién nacidos de madres con  $IST \geq 15\%$ , es un poco mayor que en los de  $IST < 15\%$ ; sin embargo la diferencia de medias entre ambos grupos (3,80) con  $z = 0,91$  no es significativa.

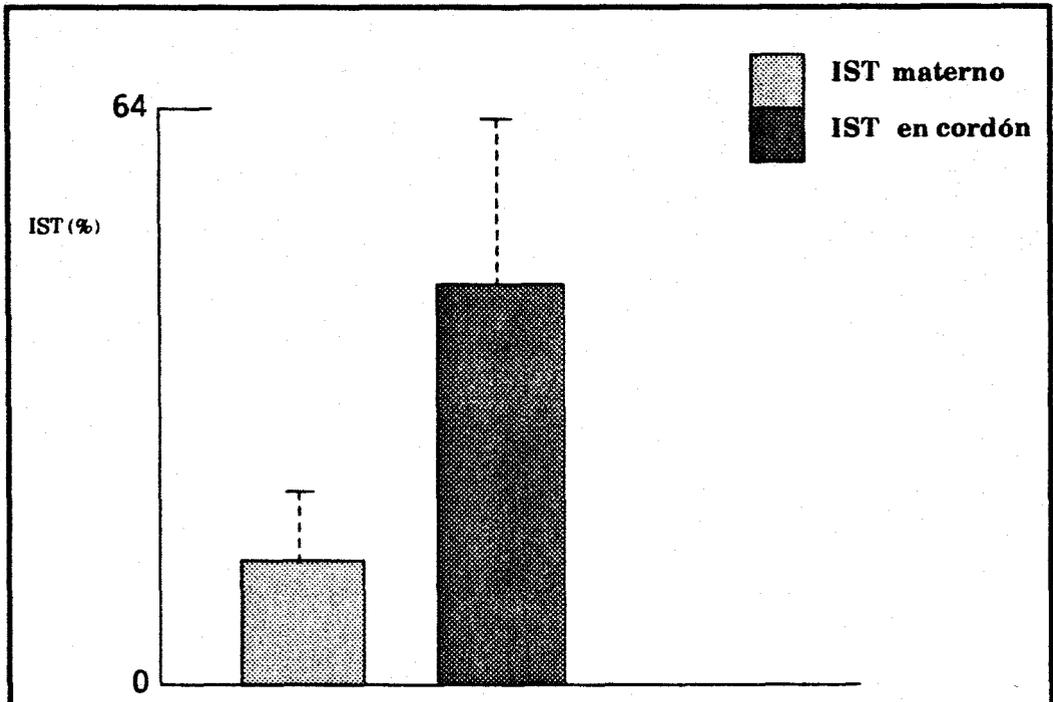


Figura 14.- Valores comparativos de Índice de Saturación de Transferrina (IST en madres y RN.

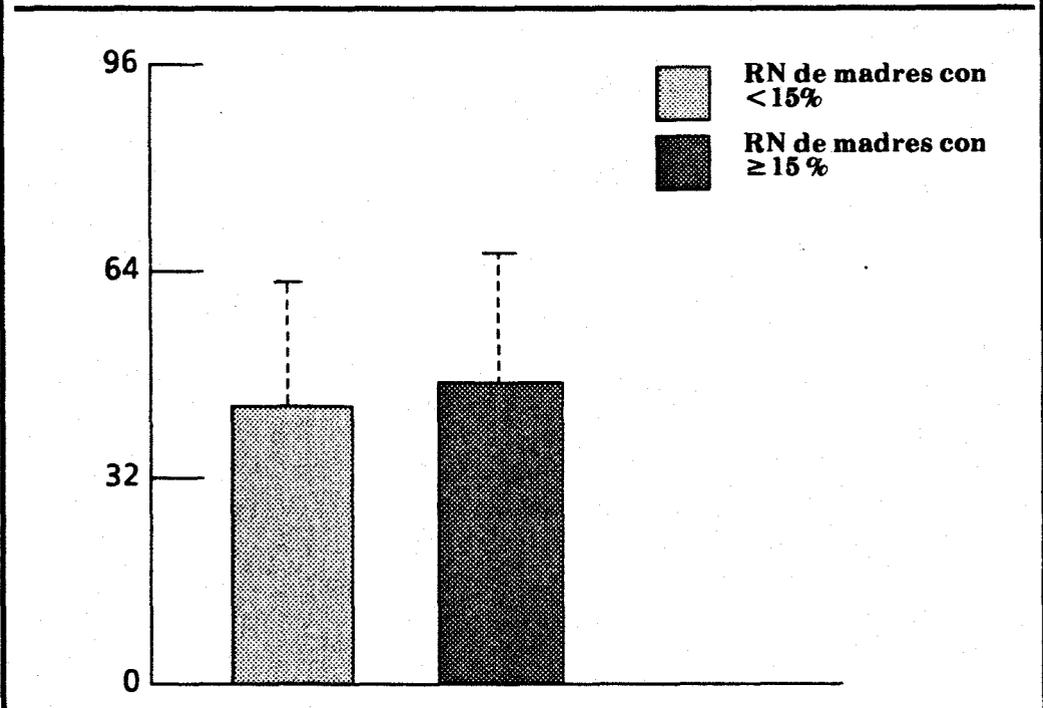


Figura 15.- Valores comparativos de IST en cordón según el IST materno

## DEPÓSITOS DE HIERRO (no HEME)

### FERRITINA.

La ferritina sérica fué también estudiada en las 101 madres y sus hijos, analizándose de forma global las medias de ambos grupos y comparando dichos valores dependiendo de los parámetros maternos.

**TABLA 21. VALORES COMPARATIVOS DE FERRITINA MATERNA Y CORDÓN DE RECIÉN NACIDOS.**

POBLACIÓN	Nº CASOS	FERRITINA (ng/ml) MEDIA ± D.S.
MADRES	101	18,22 ± 14,84
R.N.	101	112,01 ± 68,11
	z	13,33
	p	<0,001

Los valores de ferritina materna fueron mucho más bajos que en los recién nacidos con una diferencia entre ambos de 93,79. El valor de z fué de 13,33 correspondiente a una  $p < 0,001$ , con gran significación estadística. (Tabla 21, figura 16)

Para observar como repercutían los valores maternos en los de cordón del recién nacido, hemos dividido a las madres con ferritina  $< 12$  ng/ml y a las que tienen ferritina  $\geq 12$  ng/ml.

**TABLA 22. COMPARACIÓN DE FERRITINA EN RECIÉN NACIDO SEGÚN FERRITINA MATERNA.**

POBLACIÓN	Nº CASOS	FERRITINA R.N. MEDIA ± D.S.
FERRITINA m < 12 ng/ml	56	101,23 ± 51,61
FERRITINA m $\geq 12$ ng/ml	45	123,97 ± 79,39
	z	1,72
	p	<0,05

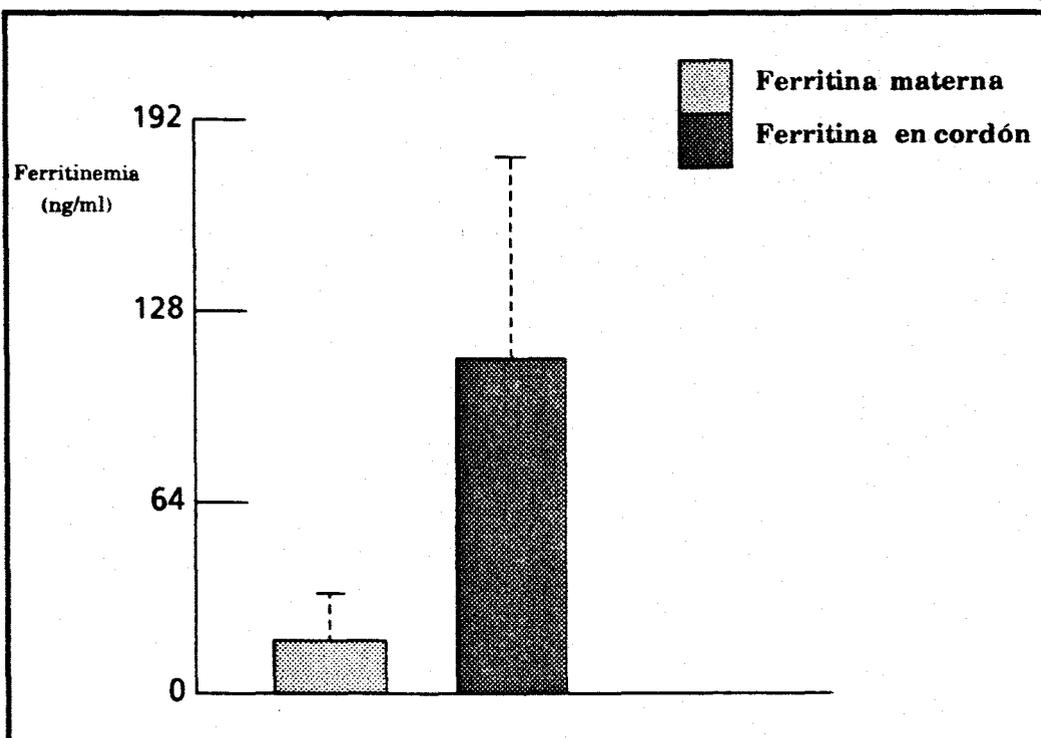


Figura 16.- Valores comparativos de Ferritina Sérica en madres y RN.

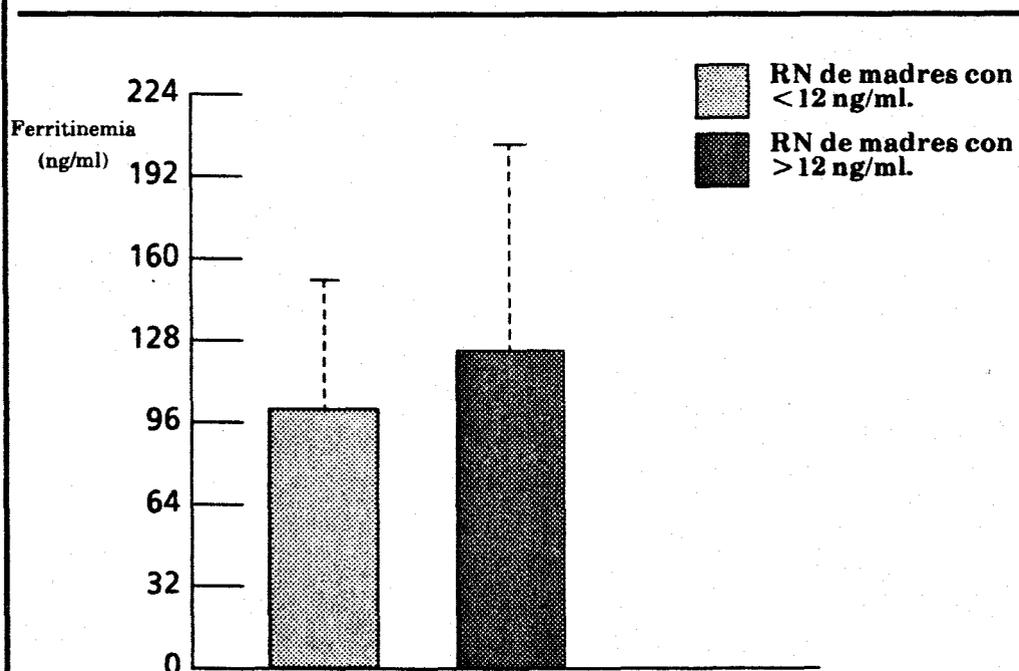


Figura 17.- Valores comparativos de Ferritina en cordón según Ferritina materna

Como se puede observar, los recién nacidos de madres con ferritina en sangre  $<12$  ng/ml, presentan una media de ferritina en cordón de 101,23 y los R.N. de madres con ferritina  $>12$  ng/ml una media de 123,97. La diferencia de ambas medias fué de 22,74 con  $z=1,72$ , habiendo poca diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) (tabla 22, figura 17).

**TABLA 23. CORRELACIÓN ENTRE FERRITINA MATERNA Y FERRITINA R.N.**

FERRITINA m FERRITINA c	Nº CASOS	R. N.
MADRES $<12$ ng/ml	56	n = 56 r = 0,227 NS
MADRES $\geq 12$ ng/ml	45	n = 45 r = -0,263 NS
TOTAL	101	n = 101 r = -0,237 p < 0,02

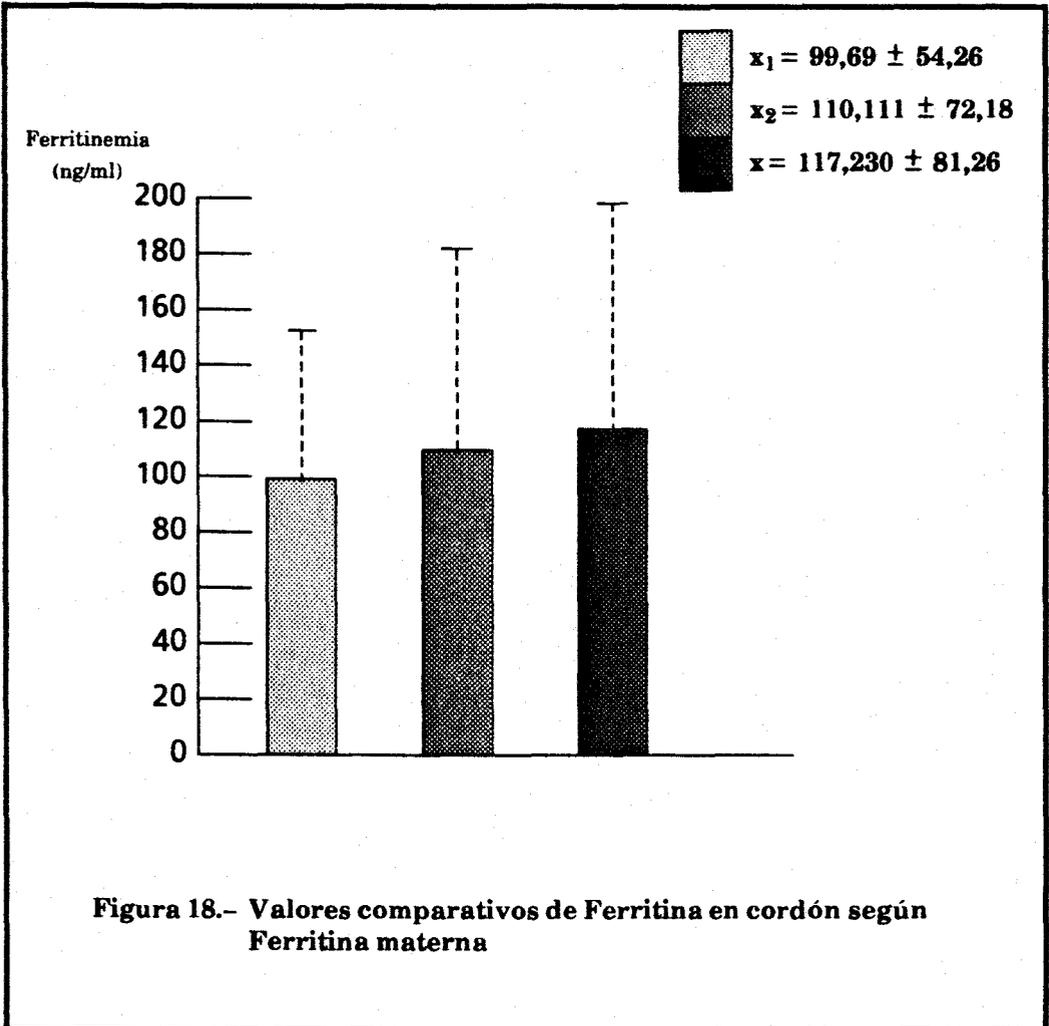
No hemos hallado correlación entre la ferritina materna y la ferritina de cordón.

En la tabla siguiente vemos los valores de ferritina en cordón de recién nacido, dividiendolos en tres grupos dependiendo de los valores medios maternos.

**TABLA 24. COMPARACIÓN ENTRE FERRITINA MATERNA Y FERRITINA R.N.**

POBLACIÓN	Nº CASOS	FERRITINA R. N. Media $\pm$ D.S.
FERRITINA $<12$ ng/ml <sup>m</sup>	55	99,697 $\pm$ 54,26
FERRITINA 12-19 ng/ml	19	110,111 $\pm$ 72,18
FERRITINA $\geq 20$ ng/ml <sup>m</sup>	27	117,230 $\pm$ 81,26

Como podemos observar en la tabla anterior, la diferencia de medias de ferritina en sangre de cordón entre el primer grupo y el tercero fué de 17,533. Por otra parte la diferencia de medias entre primero y segundo y segundo y tercero fué tan pequeña que no se realizó ningún estudio pudiéndolas observar en la figura 18.



## RESULTADOS DE LA DOTACIÓN DE HIERRO.

### COMPARACIÓN DE MEDIAS.

En la serie total, compuesta por 101 madres y sus recién nacidos correspondientes se compararon los valores medios de hierro Heme (hemoglobínico), hierro no Heme (depósito) y la dotación de hierro Total. (Tabla 25, figuras 19,20,21).

**TABLA 25. COMPARACIÓN DE DOTACIÓN DE HIERRO EN MADRES Y R.N.**

POBLACIÓN	Nº CASOS	Fe hemoglobina mg/kg MEDIA ± D.S.	Fe deposito mg/kg MEDIA ± D.S.	Fe total mg/kg MEDIA ± D.S.
MADRES	101	34,265 ± 3,38	2,272 ± 2,306	36,547 ± 4,38
R.N. Cordón	101	44,14 ± 5,79	12,205 ± 6,058	56,882 ± 7,106
z		32,7855	154,0238	20,334
p		<0,00001	<0,00001	<0,001

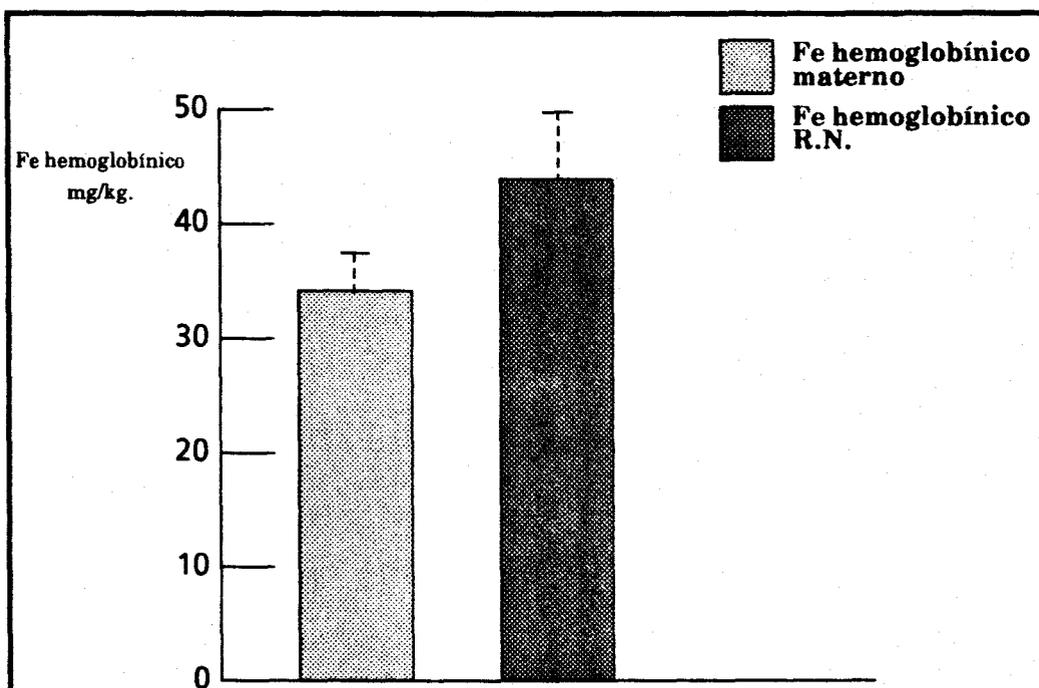
En los tres parámetros estudiados el valor de "z" de comparación de medias fué elevado con gran significación estadística ( $p < 0,00001$ ). La dotación de hierro fetal fué mayor en los tres parámetros estudiados.

### CORRELACIONES ESTABLECIDAS DE HIERRO MATERNOFETAL

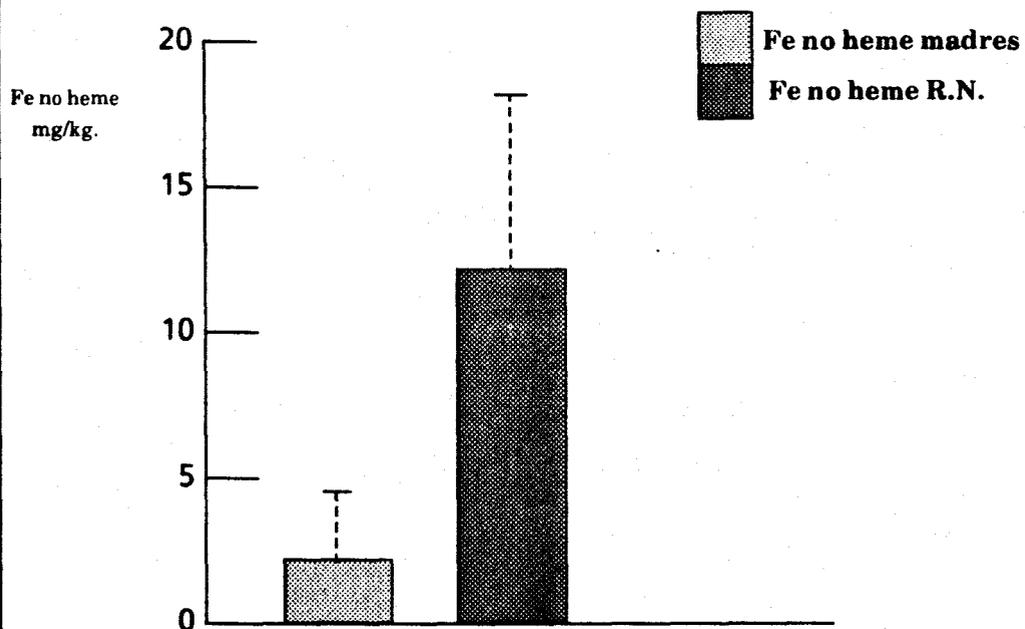
En la serie total de madres y sus recién nacidos se ha realizado correlaciones entre el hierro hemoglobínico, el de depósito y la dotación total de hierro maternofetal.

**TABLA 26. CORRELACIONES ENTRE HIERRO MATERNOFETAL.**

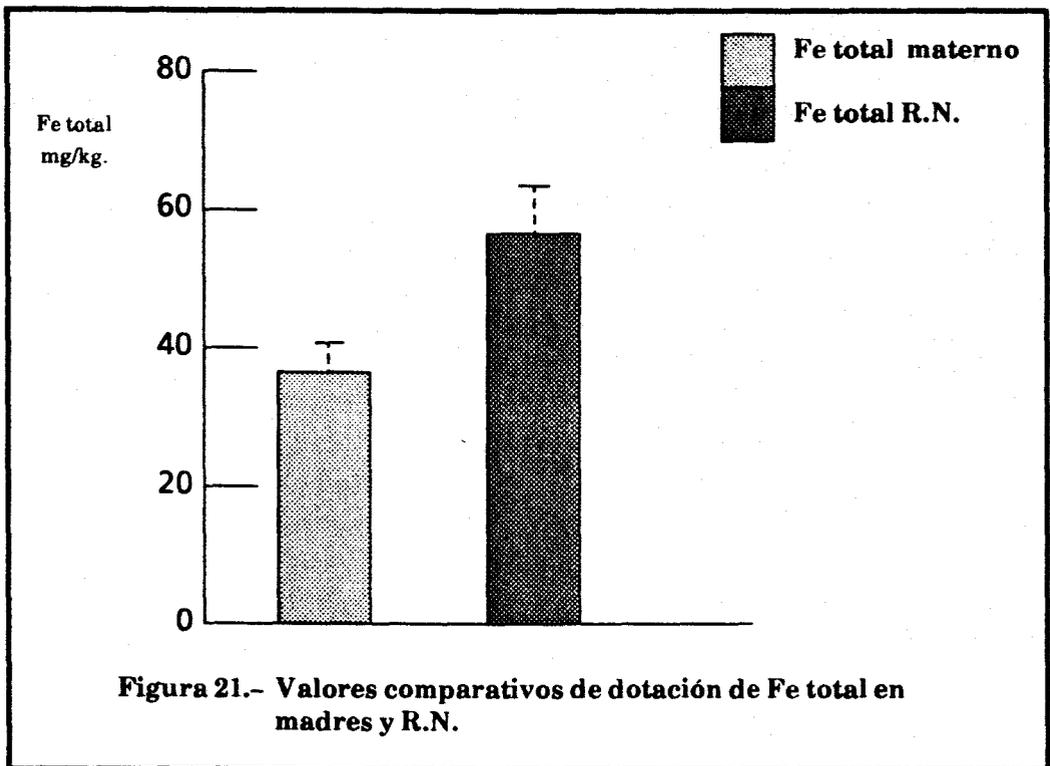
MATERNO	FE HEME	FE NO HEME	FE TOTAL
FETAL			
FE HEME	r = 0,1255 NS	r = 0,0829 NS	r = 0,1260 NS
FE NO HEME	r = 0,1367 NS	r = 0,2025 p < 0,05	r = 0,1260 p < 0,02
FE TOTAL	r = 0,1644 NS	r = 0,2575 p < 0,01	r = 0,2464 p < 0,05



**Figura 19.- Valores comparativos de Hierro Hemoglobínico en madres y R.N.**



**Figura 20.- Valores comparativos de Fe no heme en madres y R.N.**



Como se puede observar en la tabla 26 no hay correlación maternofetal del hierro hemoglobínico.

Igual que sucede con la Ferritina (tabla 21) hay correlación entre el hierro de depósito materno y el del cordón del recién nacido. ( $p < 0,05$ ).

El hierro Heme materno no guarda relación con ninguno de los parámetros del hierro fetal, tanto hierro Heme como no Heme.

El hierro no Heme materno tiene correlación positiva con el hierro de depósito ( $p < 0,05$ ) y con la dotación total de hierro ( $p < 0,01$ ) pero no con el hierro Heme fetal (NS).

La dotación total de hierro materno no se relaciona con el hierro Heme fetal, pero sí con el hierro de depósito ( $p < 0,02$ ) y con la dotación total de hierro del feto ( $p < 0,05$ ).

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**DISCUSIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

## DISCUSIÓN

La valoración de los depósitos de hierro supuso durante mucho tiempo riesgos e incomodidades para los pacientes teniéndose que hacer uso en la práctica diaria de técnicas indirectas que nos mostraran la absorción, excreción y concentración de hierro sérico.

Actualmente y desde los años setenta se viene utilizando técnicas de RIA, para observar pequeñas cantidades de ferritina en suero que nos muestra correlación directa con los depósitos de hierro en persona sanas. (JACOBS y cols., 1972) (78) (WALTERS G. y cols., 1973) (79).

Aunque muchos autores (POWELL y cols., 1975) (32), (ADELMAN y cols., 1975) (80) (DRYSDALE y cols., 1977) (81), han puesto en tela de juicio la utilidad de la ferritina en suero, por demostrar la existencia de una familia de moléculas de ferritina "isoferritinas" que son capaces de alterar la fiabilidad de las técnicas de determinación, actualmente se sigue utilizando por ser el método

indirecto más fiable para la determinación de la cantidad de hierro de reserva. (BRITTENHAM y cols., 1981) (5), (FINCH Y cols., 1982) (41), (OLMEDA y cols., 1984) (15), (BENTLEY y cols., 1985) (44), (MILMAN y cols., 1987) (3).

En nuestro estudio hemos querido valorar el estado nutricional de las gestantes de nuestro medio basándonos en la determinación de la ferritina sérica y observando la dotación de hierro en ellas y en sus recién nacidos.

Para ello, hemos seleccionado a las embarazadas evitando todas las situaciones patológicas que hayan podido incidir sobre el período gestacional (hemorragias, toxemia, infecciones, diabetes) o también aquellas otras situaciones que puedan interferir en la dotación del hierro del recién nacido indirectamente (edad gestacional menor de 37 semanas), insuficiencia placentaria, etc.).

Como el metabolismo del hierro durante el embarazo tiene unas características especiales y hay un aumento de los requerimientos para satisfacer las demandas del feto y de la placenta, hay que tenerlo en cuenta ya que muchas de estas mujeres llegan al embarazo con reservas mínimas de hierro, por la menstruación o embarazos anteriores. (PUOLAKKA y cols., 1980) (4).

Como ya se ha visto, los parámetros hematológicos sufren modificaciones y al final del embarazo las cifras de Hemoglobina, Hematócrito y hematíes se ven reducidas. (VAN ELJK y col., 1978) (56) (PUOLAKKA y cols, 1980) (4) (KANESHIGE, 1981) (59) (DEWEES 1982) (53) (BENTLEY, 1985) (44) así como los índices eritrocitarios.

Estas modificaciones se han observado también en nuestro estudio, ya que todas las embarazadas en el momento del parto, han presentado valores de hemoglobina, hematíes, hematócrito y VCM inferiores. (TAYLOR, 1981) (82).

El valor medio de hemoglobina en cordón de los recién nacidos en nuestra serie fue  $16,69 \pm 1,65$  grs. % ml estando dentro del rango medio normal (16,6 - 17,1 grs. % ml) establecido por (OSKY y cols. 1982) (8) y fue significativamente superior al encontrado en las madres ( $12,58 \pm 1,27$  grs % ml) (Tabla 8). Sin embargo no hemos encontrado correlación positiva entre ambas con lo que podemos decir que las cifras de hemoglobina materna no nos valen para predecir los valores de la misma que presentaran sus recién nacidos.

Un hecho que nos ha llamado la atención fue que los recién nacidos de madres con hemoglobina menor de 11 gr%ml presentaban cifras de hemoglobina más altas ( $16,93 \pm 1,68$ ) que la de las madres con hemoglobina mayor o igual a 11 gr % ml. aunque no ha habido significación estadística podemos pensar que al ser madres con anemia poco acentuada  $10,14 \pm 0,90$  gr % ml (tabla 9), el feto podría responder a la hipoxia creada en el seno materno, con un aumento en la producción de hemoglobina. En nuestro estudio no hemos observado anemias graves CHOGKALINGAM y cols. (1987) (73) observan que en sus series estudiadas en niños con sufrimiento fetal crónico las cifras de hemoglobina en situaciones de hipoxia aumentan más que en estados normales.

En relación al hematócrito, los recién nacidos mostraron valores elevados en cordón ( $50,015 \pm 5,00$  %), encontrándose dentro del rango

normal dado por OSKY y cols., (1982) (8) y siendo significativamente superior al encontrado en sus madres ( $38,55 \pm 3,21$ ).

El valor medio de los hematies en cordón tambien fue mayor que en las madres con diferencia significativa pero sin encontrar correlación entre los valores maternos y los de cordoón.

El VCM (volumen corpuscular medio) fue de  $110,01 \pm 6,48$  estando también dentro del rango normal ( $104-118 \mu^3$ ) observado por OSKY y cols. (1982) (8). Hubo diferencia significativa con sus madres  $p < 0,0001$ , pero no hubo correlación. Otros autores han encontrado los mismo resultados (TAYLOR 1981) (82), (OSKY y cols. 1982) (8), (MACPHAIL y cols. 1980) (83).

La HCM de sangre de cordón ha sido mayor que la de las madres con diferencia significativa ( $p < 0,001$ ) aunque no se ha encontrado correlación entre ambos. Sin embargo no ha habido diferencia en el valor de CHCM en madres y cordón. Estamos de acuerdo con OSKY y cols. (1982) (8) al pensar que le valor CHCM en cordón refleja una menor concentración de hemoglobina en relación al mayor volumen corpuscular de los glóbulos rojos fetales.

En nuestro trabajo, la relación materno-fetal ha sido practicamente nula, en relación a los parámetros hematológicos estudiados, posiblemente debido a que hemos descartado circunstancias patológicas que pudieran afectar la síntesis de la hemoglobina, tanto en madres como en sus recién nacidos.

Por otra parte, en lo que respecta a los parámetros del hierro no HEME, hemos encontrado diferencias entre los autores revisados. Así DABKE y cols. (1972) (84) en las series estudiadas encuentran que la

sideremia, la TIBC y los valores hematológicos en cordón no se ven afectados por la anemia materna. Sin embargo, otros autores como (PUOLAKKA y cols. 1980) (4), (OSKY y cols. 1982) (8), (CELADA Y cols. 1982) (69), (PAVELKA Y cols. 1981) (85) han mostrado valores más bajos de hierro sérico en sangre de cordón en recién nacidos de madres con hierro sérico bajo. Igual ocurre en nuestro estudio en donde hemos podido observar un nivel medio de sideremia alto ( $123,07 \pm 43,1 \mu\text{gr}\% \text{ml}$ ) una TIBC baja ( $288,08 \pm 90,68 \mu\text{gr}\% \text{ml}$ ) y un IST alto ( $44,58 \pm 18,25 \%$ ) obteniéndose diferencias significativas en relación a las madres que presentaron respectivamente:  $65,54 \pm 28,7 \mu\text{gr}\% \text{ml}$ ;  $490,80 \pm 83,28 \mu\text{gr}\% \text{ml}$  y  $13,99 \pm 7,63 \%$ .

En relación a la sideremia observamos que un 39,6 % del total de madres presentaron valores  $\leq 55 \mu\text{gr}\% \text{ml}$ .

Los valores de sideremia en cordón de sus recién nacidos también fueron inferiores a los recién nacidos de madres con hierro sérico  $> 55 \mu\text{gr}\% \text{ml}$  aunque fue poca la significación obtenida ( $p < 0,005$ ).

Por lo que respecta a la TIBC, el 86,1 % de la población materna estudiada presentó valores  $> 400 \mu\text{gr}\% \text{ml}$ .

Sus recién nacidos también presentaron niveles en cordón más elevados, sin encontrar diferencia significativa con los recién nacidos de madres con TIBC  $< 400 \mu\text{gr}\% \text{ml}$ . Esto puede ser debido a que la transferrina y la TIBC aumentan cuando existe carencia de hierro y también hay aumento de la captación intestinal de éste elemento ya que el mero hecho del embarazo aumenta la cantidad de transferrina sérica en la gestante.

Lo mismo ha sucedido con el IST, donde encontramos que el 66,3 % de la población materna presentaba valores  $<15\%$ , siendo el IST de sus recién nacidos inferiores al encontrado en los recién nacidos de madres con  $\geq 15\%$  y mostrando significación estadística.

En los tres casos (Sideremia, TIBC, e IST) no hemos obtenido correlación entre las madres y sus recién nacidos; igual ocurre con otros autores como CELADA y cols. (1982) (69). Sin embargo VAZQUEZ LOPEZ, A. (1983) (51) y MACPHAIL y cols. (1980) (83) han obtenido correlación entre las madres y sus recién nacidos, suponiendo entonces que la cantidad de hierro circulante en el feto dependía directamente del nivel materno.

Lo que hemos podido observar en nuestra serie es que los parámetros estudiados (Sideremia, TIBC e IST) tanto en madres como en sus recién nacidos presentan valores medios menores que en otros estudios realizados (VAN ELJK y cols. 1982) (69), (BENTLEY, 1985) (44), (MILMAN, 1987) (3) (OSKY y cols. 1982) (8) y coinciden con otras series revisadas por AGRAWAL y cols. (1983) (86) y NIKITA y cols. (1985) (87) (62).

En relación a los valores de ferritina, se tasan los niveles en cordón entre 100–300 ngr/ml. En nuestra serie el valor medio de ferritina en cordón fue de  $112,01 \pm 68,11$  ngr/ml, que comparando el obtenido en las madres,  $18,22 \pm 14,84$  ngr/ml resultó ser tremendamente superior con gran significación estadística ( $p < 0,001$ ). Estos hallazgos coinciden con lo que opinan el total de los autores revisados (RIOS y cols. 1975) (46), (VAN ELJK y cols. 1978) (56), (PAVELKA y cols. 1981) (85), (CELADA y cols. 1982) (69), (PUOLAKKA y cols. 1980) (4), (BUTIE y cols. 1982) (70), (BENTLEY, 1985) (44), (MILMAN, 1987) (3).

Muchos estudios han demostrado que aproximadamente dos tercios de las mujeres en edad fértil disponen de reservas mínimas de hierro, provocadas por la menstruación y paridad (RYBBO, 1973) (37), (PUOLAKKA y cols. 1980) (4), (DEWEESS, 1982) (53), (BENTLEY, 1985) (44). Por otra parte como la concentración de ferritina sérica va a ser el indicador más preciso de como se encuentran los depósitos de hierro, RODRIGUEZ PEREZ y cols (38) ponen de manifiesto tras determinaciones seriadas a lo largo de la gestación, como la ferritina en suero sufre un descenso paulatino encontrando diferencia significativa entre mujeres multiparas en las que las concentraciones de ferritina sérica eran más bajas que en las primíparas.

Otros autores como FOULKES y GOLDIE (1982) (57) han comparado mujeres embarazadas suplementadas y no suplementadas desde el comienzo del embarazo, demostrando ferritinas séricas por debajo de 12 ngr/ml en mujeres que no recibieron suplemento.

En nuestra serie, todas las mujeres han sido suplementadas con sulfato ferroso y sin embargo la media global obtenida ha sido de  $18,22 \pm 14,84$  ngr/ml, encontrando diferencia significativa entre primíparas y multiparas y sus recién nacidos.

En nuestra opinión y coincidiendo con otros autores como PUOLAKKA, (1980) (4), PAVELKA y cols. (1981) (85), VAZQUEZ LOPEZ (1983) (51) las medias de ferritina sérica materna obtenidas en nuestra serie pueden ser consideradas como cifras indicativas de deplección de depósitos de hierro, es decir, estaríamos ante una situación, si no de carencia absoluta, si de subcarencia de hierro, que sería mayor en los días posteriores al parto ya que como suponen

BENTLEY (1985) (44) y MILMAN y cols. (1987) (3) las pérdidas de sangre en el parto supondrían unos 250 mg de hierro.

En nuestra serie, hemos podido observar que pese a estar suplementadas tienen valores medios muy bajos de depósitos de hierro, no encontrando diferencia en el número de gestaciones previas. Esto está indicando que nuestras mujeres componen una serie carenciada en hierro y que el suplemento no fue suficiente para mejorar la situación nutricional de la mujer, por un lado, porque no todos los preparados que recibieron contenían hierro en forma ferrosa y además para conseguir buenos resultados, está demostrado que es necesario el aporte de hierro desde el inicio de la gestación (FOULKES y cols. 1982) (57).

La mayoría de autores revisados han coincidido en no encontrar correlación entre los valores de ferritina materna y los de cordón (RIOS y cols. 1975) (46), (VAN ELJK y cols., 1978) (56). En estas series que no encuentran correlación no se han eliminado los embarazos patológicos que pueden alterar el metabolismo fetal, por causas extranutricionales de la mujer.

Otros como KELLY Y cols. (1978) (68), KANESHIGE (1981) (54), MACPHAIL y cols. (1980) (83), VAZQUEZ LOPEZ (1983) (51) si la han obtenido.

Nosotros también hemos obtenido correlación entre la ferritina materna y la de cordón ( $r=0,237$ ,  $p<0,02$ ), estando en concordancia con los últimos autores citados.

Del total de madres estudiadas, 74 presentaron niveles bajos de Ferritina sérica ( $<20$  ngr/ml).

La influencia de los valores de Ferritina materna sobre los valores de los recién nacidos quedó demostrada al comprobar que los recién nacidos de madres catalogadas de deplección de depósito de hierro, presentaron valores de Ferritina en cordón inferiores que los recién nacidos de madres con buenos depósitos de hierro ( $>20$  ngr/ml) con significación estadística ( $p < 0,05$ ).

De todo esto podemos deducir que a pesar de las diferencias en la consideración de una cifra valorativa de deplección de depósitos para cada uno de los autores revisados, en los resultados obtenidos en nuestro estudio se demuestra que el feto en algunas ocasiones es capaz de dejar a su madre con depósitos mínimos, situación representativa de aquellos recién nacidos que presentan niveles muy altos en cordón y sin embargo, sus madres presentan niveles característicos de deficiencia; puede además, el feto obtener una cantidad elevada de hierro pero sin dejar carente a su madre, porque ésta tenga buenos depósitos de dicho elemento durante el embarazo, o bien puede llegar a afectarse también él, quedando con depósitos más bajos que los óptimos, cuando sus madres no pueden responder a las demandas del feto.

Una cuestión debatida desde hace tiempo ha sido el uso profiláctico del suplemento de hierro durante el embarazo, tanto para proteger a la madre de la anemia ferropénica como para cubrir las demandas del feto a través de la placenta. Así APTE y cols. (1972) (89) observaron que el hierro total y el hierro total no heme encontrado en placentas de mujeres que habían recibido suplemento diario de hierro era superior que el de las placentas de mujeres no suplementadas.

De la misma forma MACPHAIL y cols. (1980) (83) encuentran mayor contenido de hierro no heme en placentas cuando los niveles de ferritina en las madres son mayores.

Otros autores como VAN ELJK y cols (1978) (56) encuentran poco efecto sobre la hemoglobina y mucho sobre el hierro sérico y la ferritina, mostrando niveles más altos las embarazadas suplementadas.

En nuestro trabajo observamos que el hierro hemoglobínico de la madre no guarda relación con el del feto, pero si existe correlación entre los depósitos de hierro.

El que tenga menos ferritina no indica obligadamente que la dotación de hierro del feto sea menor, puesto que puede haber un aumento de hierro hemoglobínico en el recién nacido.

Por lo tanto, lo que hemos querido conocer es la dotación de hierro fetal por Kg. de peso. Para esto hemos determinado el hierro hemoglobínico y el hierro ferritínico para obtener la dotación total de hierro tanto de la madre como del feto.

Nuestros resultados demuestran que hay correlación positiva entre el hierro no heme materno y del feto y entre el hierro total de la madre y el hierro no heme del feto, y además el hierro no heme materno tiene correlación con el hierro total del feto.

Los resultados de la dotación de hierro no heme materno fetal confirman los resultados obtenidos al estudiar la ferritina por otros autores; pero la dotación total de hierro fetal guarda relación con el hierro no heme materno.

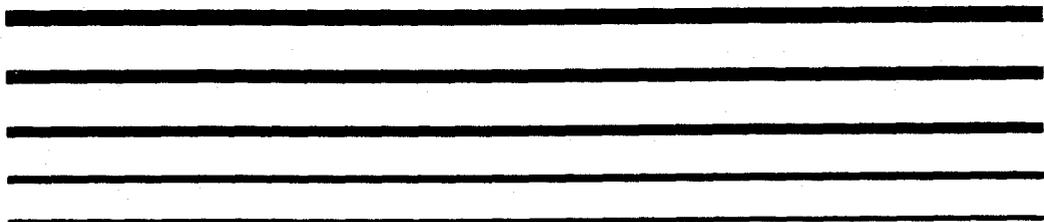
Este resultado podemos explicarlo por el hecho de que el hierro del hematíe de la madre no es disponible para ser transportado al feto por la placenta, salvo en casos de hemólisis aumentada.

La larga vida media del hematíe materno en relación con la duración del embarazo y las mayores demandas de hierro en los últimos meses de gestación por el aumento de peso del feto, pueden dar lugar a un consumo de hierro no heme materno elevado sin que se modifique de forma muy rápida la cantidad de hemoglobina de la madre.

Nuestra experiencia demuestra que la única fuente de hierro para el feto la constituye el hierro no heme materno y, todos los autores coinciden en que está bajo al final de la gestación.

También encontramos que la dotación total de hierro fetal guarda correlación con el hierro total materno, de lo que podemos deducir que en la embarazada carente de hierro existe menor dotación total de hierro fetal.

La cantidad de hierro hemoglobínico materno no guarda relación con la situación del hierro fetal, por lo que la cifra de hemoglobina materna puede no ser un indicador de carencia fetal de hierro salvo en los casos de déficits fuertes o prolongados maternos.



**CONCLUSIONES**

---

---

---

---

---

---

---

## CONCLUSIONES

1.- Los parámetros hematológicos estudiados en embarazadas en el momento del parto (hgb, hcto, hm VCM y HCM) son significativamente inferiores que los de sus recién nacidos, con excepción de la CHCM, que presenta valores similares, al tener menor concentración de hemoglobina en relación al mayor volumen corpuscular de los glóbulos rojos fetales.

2.- Los parámetros hematológicos maternos no siempre predicen el estado hematológico del recién nacido, ya que hemos podido observar la tendencia de los recién nacidos de madres catalogadas como anémicas al mostrar a veces valores de hemoglobina por encima de la media normal.

3.- La sideremia y el IST del recién nacido fueron superiores a los de las madres por el transporte placentario activo y ser indicadores del transporte de hierro.

La TIBC inferior en el recién nacido se debe al aumento de la TIBC materna durante la gestación y a la frecuencia de madres con subcarencia de hierro en nuestra serie.

4.- El valor de ferritina materna fué significativamente inferior al de cordón, con rangos muy amplios en ambas poblaciones. Obtuvimos correlación entre la ferritina materna y la de cordón, observando además que los recién nacidos de madres con depósito  $< 12$  ng/ml de ferritina, presentaron también valores inferiores en cordón que los recién nacidos de madres, con buenos depósitos de Hierro  $> 20$  ng/ml.

5.- La única fuente de hierro para el feto, la constituye el hierro no Heme materno, por lo que la dotación total de hierro fetal es menor en la embarazada carente de hierro en sus depósitos.

6.- La hemoglobina materna puede no ser un indicador de carencia fetal de hierro salvo en los casos de déficit materno fuertes o prolongados ya que hemos podido demostrar que la cantidad de hierro hemoglobínico materno no guarda relación con la situación del hierro fetal.

7.- El hierro hemoglobínico de la madre no es disponible para ser transportado al feto por estar enclaustrado en el hematíe, salvo en casos de hemólisis aumentada.



---

---

---

---

---

---

---

## RESUMEN

Hemos dirigido nuestra investigación al estudio de la dotación de hierro en madres suplementadas y sus recién nacidos. La población estudiada ha sido de 101 y sus hijos correspondientes, todos ellos atendidos en el Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital General "Manuel Lois" de Huelva.

Las madres presentaron una duración de gestación entre 38-42 semanas, con embarazo normal y feto único, sin ningún tipo de complicaciones.

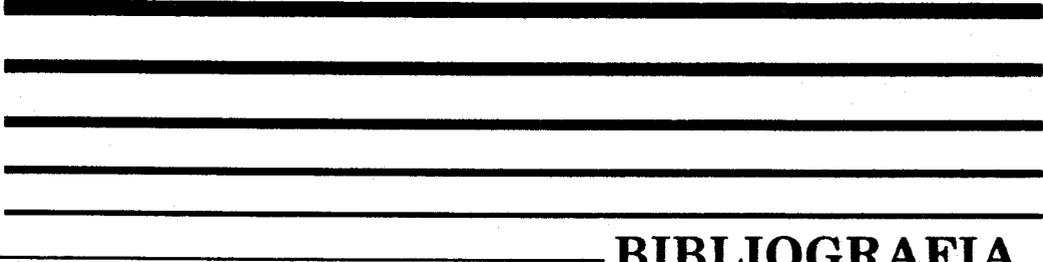
Los recién nacidos estaban todos sanos con APGAR dentro de la normalidad y peso adecuado para su edad gestacional, eliminándose todos los nacidos con peso inferior a 2.500 grs.

A la población antes citada se le determinó Hemograma completo, reticulocitos, Sideremia, TIBC, IST y Ferritina.

Comparamos entre ambas poblaciones cada uno de los parametros citados y hallamos el Hierro hemoglobínico, de depósito y el Hierro total por Kg. de peso tanto en madres como en recién nacidos, pudiendo observar como el hierro hemoglobínico de la madre no guarda relación con el del feto y sin embargo sí hay correlación entre los depósitos de hierro.

Los resultados obtenidos de la dotación de hierro no Heme maternofetal confirman los resultados obtenidos por otros autores al estudiar la Ferritina como parámetro para determinar los depósitos maternofetales. sin embargo la dotación Total de hierro fetal tiene relación con el hierro no Heme materno. Esto lo podemos explicar, porque el hierro del hematie materno no es disponible para ser transportado al feto por la placenta, salvo en caso de hemolisis aumentada.

Como la vida media del hematie materno es larga en relación a la duración del embarazo y hay una mayor demanda de hierro en los últimos meses de la gestación debido al aumento de peso del feto, este consumo elevado de hierro de depósito NO modifica en gran medida la cantidad de hematies de la madre, con lo cual, si no hemos encontrado relación entre hierro hemoglobínico materno e hierro fetal, podemos decir que la cifra de hemoglobina materna puede no ser un indicador de carencia fetal de hierro (ya que este hierro hemoglobínico está enclaustrado en el hematie) salvo en los casos de déficit prolongado materno.



**BIBLIOGRAFIA**

- 1.- NAJEAN Y: Metabolisme du Fer. Er. Cycl. Med-Chir., PARIS, Sang, 1980, 20: 1-7.
- 2.- WALLERSTEIN RALPH, O: Iron metabolism and iron deficiency during pregnancy. Clinics in Haematology 1973, 2: 453-61.
- 3.- MILMAN NILS, KARSTEN KAAS IBSEN and JYTTE MOLIN CHRISTENSEN: Serum ferritin and iron status in mothers and newborn infants. Acta Obstet Gynecol Scand 1987, 66: 205-11.
- 4.- PUOLAKKA J.: Serum ferritin as a measure of iron stores during pregnancy. Acta Obstet Gynecol Scand 1980, 95: 1-31.
- 5.- BRITTENHAM G.M., DANISH E.H., HARRIS J.W.: Assessment of bone marrow and body iron stores old techniques and new technologies. Semin. Hematol, 1981, 18: 194-221.
- 6.- MILLER, DR: Hematologia pediatrica, Salvat; 124 Barcelona 1985.
- 7.- OSKY F.A.: Vitamin E and infant nutrition. En "Textbook of Pediatric Nutrition" (R.M. Suskind). Raven Press; 145 New York, 1981.
- 8.- OSKY F.A.; NAIMAN J.L.: Normal blood values in the newborn period. En Hematologic problems in the newborn. OSKY. F.A., NAIMAN J.L. (eds.). Ed. W.B. Saunder Company Philadelphia. London, 1982, 2: 1-31.
- 9.- HUTTON, J. y MARTIN J. CLINE: Estudio de los Eritrocitos Medicina Interna. Jay. H. Stein. Ed. Salvat Barcelona 1983, pag. 1560-65.

- 10.- OSKY, F.A. y MCMILLAN. J. A.: El Hierro en la nutrición infantil. Tratado de Nutrición en Pediatría. Ed. Salvat 1985. pag. 149-158.
- 11.- COOK. J.D. NUTRITIONAL Anemia. BOL. ASOC. MED. Puerto Rico 1983, 2: 366-367.
- 12.- WINTROBE M.M.: Origen y desarrollo de la sangre y de los tejidos formadores de sangre, en: Hematología Clínica WINTROBE M.M. (ed). Ed. Inter-Médica. Buenos Aires 1979 pag. 41-80.
- 13.- JACOBS A.: The pathology of iron overload. In iron in Biochemistry and Medicine II (ed.) London and New York. Academic Press 1980. pag. 4248-59.
- 14.- WORWOOD M.: Ferritin in human tissues and serum. Clinics. in Hematology 1982; 2: 275-307.
- 15.- OLMEDA F. GOMEZ REINO F., GONZALEZ N., LEPERA R.: Anemias ferropénicas. Medicine 1984, 14: 618-625.
- 16.- POWELL L.W. AND HALLIDAY J.W.: Idiopathic haemochromatosis. In iron in Biochemistry and Medicine II . Jacobs A. y Worwood M. London and New York. 1980, pag. 462-498.
- 17.- HARRISON P.M., GLEGG G.A. and MAY K.: Ferritin structure and Function. In Iron in Biochemistry and Medicine II (Ed.) Jacobs A. y Worwood M, London and New York 1980, pag.: 131-171.

- 18.- WORWOOD M.: Serum ferritin. *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* 1979, 10:  
171-204
- 19.- WORWOOD M.: Serum ferritin en: *Iron in biochemistry and  
Medicine II.* Jacobs and Worwood M. (eds.). London Academic  
Press, 1980 pag.: 203-244.
- 20.- BOTHWELL T.H., CHARLTON RW. COOK J.A., FINCH C.A.  
Iron nutrition. In *iron Metabolism in Man.* Oxford Blackwell  
Scientific Publications 1979, pag.: 7-43.
- 21.- VIALA J.J. L a ferritina. *Er. Cycl. Med. Chir., Paris, Sang.,* 1984,  
20: 6-10.
- 22.- HEUSTERSPREUTE M. Y CRICHTON R.R.: Aminoacid sequence  
of horse spleen apoferritin *F.E.B.S. Letters*, 1981, 129: 322-327.
- 23.- ZHRINGER J. KONIJN A.M., BALIGA S.B.: Mechanism of iron  
induction of ferritin synthesis. *Biochem. Biophys. Res.  
Commun*, 1975, 65: 583-590.
- 24.- WORWOOD M.: The clinical biochemistry of iron *Semin Hematol*,  
1977, 14: 3-30.
- 25.- BOMFORD A.B. y MUNRO H.N.: Biosynthesis of ferritin and  
isoferritins. In *iron in Biochemistry and Medicine II* (Ed) Jacobs  
A. y Worwood M. London Academic Press 1980, pag.: 173-199.
- 26.- JACOBS, A. and WORWOOD, M: The Biochemistry of ferritin and  
its clinical implications *N. Engl. J. Med.* 1975, 292: 951-956.
- 27.- ZHRINGER J., BALIGA B.S., DRAKE R.L. y MUNRO H.N.:  
Distribution of ferritin m-RNA and albumin mRNA between

free and membrane-bound rat liver polysomes Clin.Chim. Acta  
1977, 474: 234-244.

- 28.- ZHRINGER J., BALIGA B.S., y MUNRO H.N.: Novel mechanism for traslational control in regulation of ferritin synthesis by iron. Proc. Nat. Academic Sciences. 1976, 73: 857-861.
- 29.- KOHGO Y. YOKOTA Y DRYSDALE J.W.: Differential turnover of rat liver isoferritins. J. Biol. Chem. 1980, 255: 5195-5200.
- 30.- ADDISON G.M., BEAMISH M.R., HALES C.N., HODKINS M., JACOBS, A., LLEWELLIN P.: An inmunoradiometric assay for ferritin in the serum or normal subjects and patients with iron deficiency and iron overload, J. Clin. Pathol. 1972, 25: 326-331.
- 31.- SUMMERS M: WORWOOD M; JACOBS A.: Ferritin in normal erythrocytes, lymphocytes, polymorphs and monocytes. Br. J. Haematol. 1974, 28: 19-20.
- 32.- POWELL L.W. ALPERTE; ISSELBACHER K.J. HUMAN isoferritins, organ specific iron and apoferritin distribution. Br. J. Haematol. 1975, 30: 47-55.
- 33.- WORWOODS M. CRAGG S.J., WAGSTAFF M.: Binding of human serum ferritin to concavalin A. Clin. Sci., 1979, 56: 83-87.
- 34.- ZUYDERHOUDT F.M.J., LINTHORST C., HENGEVELD P.: On the iron content of human serum ferritin, especially in acute viral hepatitis and iron overload Clin. Chim. Acta 1978, 99: 93-99.

- 35.- FORMAN D., PARKER S.: The measurement and interpretation of serum ferritin, *Ann. Clin. Lab. Sci.* 1980, 10: 345-50
- 36.- COOK, J.D., and BARRY S. SKIKME: Serum ferritin a posible model for the assessment of nutrient stores. *Am. J. Clin. Nutr.* 1982, 35: 1180-1185.
- 37.- RYBO G: Physiological causes of iron deiciency in women menstration and pregnancy in iron deficiency and iron overload. *Clinics in Hematology* 1973, 2: 269-290.
- 38.- RODRIGUEZ PEREZ J., PRIETO, J. HERREROS V., VELASCO R.: Concentración sérica de ferritina en una población normal: Efecto de la edad, sexo y embarazo. *Rev. Clin. Esp.* 1980, 156 : 39-43.
- 39.- JUNE W., HALLIDAY, PH.D., LAWRIE W. POWELL M.D.: Serum ferritin and isoferritins, in *Clinical Medicine. Progress in Hematolgy* 1980, 2: 229-263.
- 40.- SAARINEN U.M. SIIMES M.A.: Developmental changes in red blood cell counts and indices of infants after exclusion of iron deficiency by laboratory criteria and continuous iron supplementation *J. Pediatrics.*, 1978, 92: 412-416.
- 41.- FINCH C.A. y HUEBERS H.: Perspectives in iron metabolism. *N. Engl. J. Med.* 1982, 306: 1520-28.
- 42.- KOEHN H.D., WIDER G., BAYER P.M., MOSTBECK A: Ferritin, transferrin and iron: Relations in serum. *Clin. Chem.* 1980, 26: 352-3.

- 43.- PETER F., WANGS S.: Serum iron and total iron binding capacity compared with serum ferritin in assessment of iron deficiency. Clin. Chem 1981, 27: 276-79.
- 44.- BENTLEY D.P.: Iron metabolism and Anaemia in pregnancy. Clinics in Haematology 1985, 14: 613-627.
- 45.- FORTIER R.L., McGRATH W.P., TWOMEY S.L.: Enzyme-labeled immunosorbent assay for ferritin: Method evaluation and comparison with two radioassays. Clin. Chem., 1979, 25: 1466-69.
- 46.- RIOS E., DAVID M., LIPSCHITZ A., JAMES D., COOK M., NATHAM J. SMITH M.: Relationship of maternal and infant iron stores as assessed by determination of plasma ferritin. Paediatrics 1975, 55: 694-99.
- 47.- FORMAN D., PARKER S.: The measurement and interpretation of serum ferritin. Ann. Clin. Lab. Sco. 1980, 10: 345-50.
- 48.- ILYES I., J. JEZERNICZKY, J. KOVACS, E. DUORACSEK, S. CSORBA: Relationship of maternal and Newborn (cord). Serum Ferritin Concentrations measured by Immnoradiometry. Acta Paediatr. Hungarica 1985, 26: 4317-21.
- 49.- HUSSAIN M. GAAFART T., LAULICHT M., HOFFBRAND A.: Relation of maternal and cord blood serum ferritin. Arch. Dis. Child., 1977, 52: 782-86.

- 50.- BATIL D. MOE P.: Hemoglobin and serum ferritin levels in mothers and infants at birth. Eur. J. Pediatr. 1980, 134: 125-131.
- 51.- VAZQUEZ LOPEZ A.: Contribución a la relación materno-fetal de hierro. Tesis Doctoral. Sevilla 1983.
- 52.- LANGE R., DYNESIUS R.: Modificaciones del volumen sanguíneo durante el embarazo normal. En: Clínica Hematológica Vol. 1/3: Trastornos Hematológicos del embarazo. JEPSON J. (ed) Ed. Salvat S.A. Barcelona 1974 pag.: 20.
- 53.- DEWEES CORNELIA B.: Hematologic Disorder in pregnancy. Nurs. Clin. N. Am. 1982, 17: 57-67.
- 54.- KANESHIGE M.: Serum ferritin as an assessment of iron stores and other hematologic parameters during pregnancy. Obstet. Gynecol. 1981, 57: 238-42.
- 55.- RIBO G.: Physiological causes of iron deficiency in women menstration and pregnancy in iron deficiency and iron overload Clinics in Haematology 1973, 2: 269-90.
- 56.- VAN ELJK H., KROOS M., HOOGEDOOM G. WALLENBURG H.: Serum ferritin and iron stores during pregnancy. Clin. Chem. Acta, 1978, 83: 81-85.
- 57.- FOULKES H. GOLDIE D.J.: The use of ferritin to assess the need for iron supplements in pregnancy. J. Obstet. Gynecol. 1982, 3: 11-16.

- 58.- OGUNBODE O.: The relationship between hematocrit levels in  
gravidae and their newborn. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 1980, 18:  
57-63.
- 59.- McFEE J.G.: Anaemia in Pregnancy. *Obstet. Gynecol. Surv.* 1979,  
28: 769-778.
- 60.- DE LEEUW N.K.M., LOWENSTEIN L. and HSIEH Y.S.: Iron  
deficiency and hydremia in normal pregnancy. *Medicine* 1966,  
45: 291-315.
- 61.- SISSON T.R.C. and LUND, V.K. y AGARWAL K.N.: Reservas de  
hierro en órganos fetales Humanos *Acta Paediatr. Scand.* 1985,  
2: 773-778.
- 63.- Mc LAURIN L.P., COTTER J.R.: Placental transfer of iron. *Am. J.*  
*Obstet. Gynecol.* 1967, 98: 931-37.
- 64.- PRITCHARD J.A. SCOTT D.E., WHALLEY P.J.: The influence of  
maternal folate and iron deficiencies on intrauterine life. *Am. J.*  
*Obstet. Gynecol.* 1969, 104: 388-396.
- 65.- KAUFMAN N., WYLLIE J.C.: Materno-fetal iron transfer in the  
rat. *Br. J. Haematol.* 1970, 19: 515-521.
- 66.- BATEY R.: Iron and pregnancy. *Br. J. Haematol.* 1978, 38: 427-29.
- 67.- FENTON V., CAVILL I. y FISHER J.: Iron stores in pregnancy *Br.*  
*J. Haematol.* 1977, 37: 145-149.

- 68.- KELLY A.M., MACDONALD D.J. and NEIL Mc DOUGALL A.:  
Observations on maternal and fetal ferritin concentrations at  
term. Br. J. Obstet. and Gynecol. 1978, 85: 338-343.
- 69.- CELADA A.; BUSSET R., GUTIERREZ J., HERREROS V.;  
Maternal and cord ferritin. Helv. Paediat. Acta, 1982, 37: 239-  
244.
- 70.- BUTIE, N. CALLOWAA D.: Proteins, vitamin A, carotene, folacin,  
ferritin and zinc in Navajo maternal and cord blood. Med. Sci.  
Law. 1982, 45: 273-278.
- 71.- SABIO. H.: Anaemia in high-risk infants. Clin Perinat 1984, 11:  
59.
- 72.- ILYES, I. J., JEZENNICZKY, J. KOVACS, E. DUORACSEK., S.  
CSORBA: Relationship of maternal and newborn (cord) serum  
ferritin concentrations measured by immunoradiometry. Acta  
Paediatr. Hungarica 1985, 26: 4317-21.
- 73.- CHOCKALINGAM, VMA. M., E. MURPHY: cord transferrin and  
ferritin values in newborn infants at risk for prenatal  
uteroplacental insufficiency and chronic hipoxia. J. Pediatr.  
1986, 111: 283-286.
- 74.- THAVARAJ V.K. SASTRY G., REDDY V.: Relation between  
maternal and cord serum ferritin. Indian Pediatr. 1986, 23: 29-  
33.
- 75.- GROSS S.: Problemas hematológicos. En: Asistencia del Recién  
Nacido de alto riesgo 2ª ed. KLAUS M.H., FANAROFF A.A.

(eds) Ed. Médica Panamericana S.A. Buenos Aires 1981,  
pag.:345-62

- 76.- SHULMAN I.: Iron requirements in infancy. J. A. M. A. 1961, 175:  
118-123.
- 77.- SCOTT J.M., GOLDIE H. y HAY SH.: anaemia of pregnancy the  
changing postwar pattern. Br. Med. J. 1975, 1: 259-61.
- 78.- JACOBS A., MILLER F., WORWOOD M., BEAMISH M.,  
WARDROP C.: Ferritin in the serum of normal subjects and  
patients with iron deficiency and iron overload. Br. Med. J.  
1972, 4: 206-209.
- 79.- WALTERS G., MILLER F., WORWOOD M.: Serum ferritin and  
iron stores in normal subjects. Clin. Pathol. 1975, 26: 770-75.
- 80.- ADELMAN T.G., AROSIO P., DRYSDALE J.W.: Múltiple  
Subunits in human ferritins. Evidence for hybrid molecules.  
Biochem. Biophys. Res. Comun. 1975, 63: 1056-62.
- 81.- DRYSDALE J.W., ADELMAN T.G., AROSIO P.: Human  
isoferritins in normal and disease states. Semin. Hematol. 1977,  
14: 71-88.
- 82.- TAYLOR D.J.: Prophylaxis and treatment of anaemia during  
pregnancy. Clin. Obstet. Gynecol. 1981, 8: 1-9.
- 83.- MACPHAIL A.P., CHARLTON R.W., BOTHWELL y TORRANCE  
J.D.: The relationship between maternal and infant iron status.  
Scand. J. Haematol. 1980, 25: 141-150.

- 84.- DABKE M., POHOWALLA JN., INANDAR S., DABKE AT.: Serum iron and iron binding capacity in the new born in relation to maternal anemia. Indian Pediatr., 1972, 39: 348-353.
- 85.- PAVELKA R., KOPLER EL., LINKESCH W., POLLAK A.: Serum ferritin in pregnancy at term and in newborn. Padiatr. Pathol. 1981, 16: 443-450.
- 86.- AGRAWAL RMD., TRIPATHI AM., AGARWAL KN.: Neonatal hematological values in maternal anemia. Indian Pediatr. 1983, 20: 369-372.
- 87.- NIKITA S. SHAH and RAJALAKSHMI R.: Fetal liver iron stores in relation to gestational age fetal size and maternal nutrition status. Nut. Rep. Int. 1985, 32: 675-691.
- 88.- AGRAWAL RMD., TRIPATHI AM., AGARWAL KN.: Cord blood haemoglobin, iron and feritin status in maternal anaemia. Acta Paediatr. Scand. 1983, 72: 545-548.
- 89.- APTE S., YVENGAR L.: Absorption of dietary iron in pregnancy. Am. J. Clin. Nutr. 1970, 23: 73-77.
- 90.- DALLMAN P.R.: Iron deficiency in the weanling: a nutritional problem on the way to resolution. Acta Paediatr. Scand. 1986, 323: 59-67.
- 91.- SAARINEN V.M. and SIIMES M.A.: Iron absortion from breast milk, cows milk, and iron supplemented formula.: An opportunistic use of changes in total body iron determined by

hemoglobin ferritin and body weight in 132 infants. *Pediatr. Res.* 1979, 13: 143-147.

92.- International Committee for Standardization in Haematology. Studies on the standardization of serum iron and iron binding capacity assays. En: *Modern. Concepts in Haematology.* IZAK G., LEWIS J.M. (eds) New York. Academic Press 1972, pag.: 69-88.

93.- International Committee for Standardization in Haematology. The measurement of total and unsaturated iron-binding capacity in serum *Br. J. Haematol.* 1978, 38: 281-287.

94.- International Committee for Standardization in Haematology. Recommendations for measurement of serum iron in human blood. *Br. J. Haematol.* 1978, 38: 291-294.