

Laboratorio de Biología. Facultad de Ciencias  
Universidad de Valladolid

## El transporte del hierro sérico en algunos mamíferos

por

J. Planas y S. de Castro

---

(Recibido para publicar el 19 de febrero de 1960)

En una publicación anterior (1) hemos estudiado la sideremia de 6 especies de mamíferos no hallando diferencias sexuales dentro de ellas y en cambio se observaron diferencias estadísticamente significativas entre algunas especies.

El estudio simplemente de la sideremia en los diferentes animales nos pareció entonces ya interesante por la escasez de datos existentes en la serie animal, que fuesen directamente comparables ya que las técnicas utilizadas eran diversas. Sin embargo, para alcanzar un mayor conocimiento sobre el transporte del Fe en estos animales nos pareció de interés proseguir el estudio en estas mismas especies refiriéndonos en esta ocasión a nuevos aspectos del Fe sérico.

Como es sabido desde los estudios de LAURELL (2) el hierro en el suero circula unido a una fracción proteica de las globulinas  $\beta$ . En la literatura europea esta fracción se denomina *transferrina* y en la americana *siderofilina*. Ella representa la fracción más importante de las  $\beta_1$  globulinas, que en valores absolutos oscila entre 0,2 y 0,32 gr % (3). Generalmente se expresa como cantidad máxima de hierro que es capaz de fijar, que oscila entre 250 y 400  $\gamma$  % c. c. (capacidad total de fijación del hierro o CTF).

En este trabajo estudiamos la sideremia y la capacidad total de fijación (CTF) de Fe del suero correspondiente a ejemplares de varias especies de mamíferos. Para poder comparar con mayor exactitud estos resultados con los valores citados

en el hombre, hemos estudiado también la sideremia y la CTF de 5 hombres y 5 mujeres.

Es corriente encontrar en los trabajos sobre metabolismo del hierro otro valor, la llamada capacidad latente de fijación que representa la cantidad de siderofilina libre circulante y que es la diferencia entre CTF y la sideremia. Nosotros relacionamos estos últimos valores en forma del coeficiente de saturación (CS) que es la diferencia expresada en tantos por cien; nos parece un valor más manejable y demostrativo.

### Material y métodos

Los sueros estudiados ascienden a un total de 84, cuya distribución en especies y sexos pueden apreciarse en la tabla I (\*).

Los sueros animales han sido obtenidos del Matadero Municipal de esta localidad, y los humanos proceden de estudiantes de esta Universidad.

Los métodos para la determinación del hierro sérico y la capacidad de fijación han sido propuestos por RAMSAY (5, 6). Las distintas determinaciones han sido realizadas por triplicado, tomándose el valor medio que ha sido el utilizado en los cálculos.

Estos valores han sido elaborados estadísticamente hallándose las desviaciones típicas y los errores de las medias. Las diferencias entre las medias han sido sometidas a una prueba de significación (t de Student).

### Resultados

En la tabla I figuran los siguientes valores: media y su error, valores extremos y desviación típica.

En las tablas II y III se exponen los datos estadísticos obtenidos en la prueba de significación de las diferencias específicas respecto a la capacidad total de fijación (CTF) y al coeficiente de saturación (CS) de la siderofilina. Para dichos cálculos han sido agrupados los valores de machos y hembras en cada especie, dada la no existencia de diferencias sexuales estadísticamente significativas, y con ellos se han obtenido un nuevo valor medio que ha sido utilizado en la aplicación del estadístico.

---

(\*) Los machos de la especie caprina son raramente sacrificados en el matadero y por ello no han podido ser estudiados. También debemos señalar como los corderos machos son generalmente ejemplares jóvenes y constituyen un grupo de edad poco uniforme.

TABLA I

Valores medios de sideremia, CTF y CS, con los correspondientes valores extremos, desviaciones típicas y errores de las medias de las especies estudiadas, con separación de sexos, indicándose el número de ejemplares de cada grupo

Especie	Machos				Hembras			
	N.º	Sideremia γ Fe %	CTF γ Fe %	CS %	N.º	Sideremia γ Fe %	CTF γ Fe %	CS %
Humana	5	101,4 ± 11,4 (78-135) σ = 22,8	355,6 ± 12,5 (322-390) σ = 25	29,7 ± 3,4 (21,8-40,6) σ = 6,9	5	119 ± 13 (87-166) σ = 26	352,4 ± 14,2 (324-404) σ = 28,5	34 ± 3,7 (25,4-50) σ = 7,4
Cerdo	6	104 ± 4,5 (85-102) σ = 11	496,5 ± 26,6 (375-562) σ = 58,7	21,4 ± 2 (15,1-29,8) σ = 4,4	5	113 ± 11,9 (75-152) σ = 23,9	453,2 ± 50,8 (303-600) σ = 101,6	24,9 ± 1,05 (21,1-27,7) σ = 2,1
Toro	5	142,4 ± 22,1 (95-225) σ = 44,3	377,6 ± 34,1 (292-487) σ = 68,2	38,3 ± 3,9 (27,7-46,2) σ = 7,8	8	117 ± 4,7 (163-167) σ = 31,8	366,7 ± 34 (247-491) σ = 88,5	32,2 ± 4,2 (13,3-49,8) σ = 11
Cordero	6	114,5 ± 4,8 (100-135) σ = 10,7	283,5 ± 41,3 (187-442) σ = 91	44,4 ± 6,04 (24,4-61,1) σ = 13,3	5	136,4 ± 8,3 (117-157) σ = 16,7	291,8 ± 16,5 (243-336) σ = 33,1	47,7 ± 5,05 (34,5-59,6) σ = 10,1
Asno	5	86,6 ± 4,5 (80-100) σ = 9,1	253,8 ± 3,8 (243-262) σ = 7,6	34,1 ± 1,9 (28,2-38,1) σ = 3,8	5	85 ± 14,5 (50-100) σ = 28,5	272,5 ± 19,8 (225-322) σ = 39,7	31,3 ± 3,3 (21,5-41,3) σ = 6,6
Caballo	5	110,8 ± 11 (73-140) σ = 22,1	328,4 ± 20,6 (274-402) σ = 41,2	34,7 ± 4,5 (18,1-43,4) σ = 9,1	5	104,2 ± 11,1 (65-130) σ = 22,2	331,2 ± 20,1 (285-393) σ = 40,2	32,5 ± 4,8 (18,4-44,5) σ = 9,7
Mulo	7	108,5 ± 9,7 (95-163) σ = 23,5	294,4 ± 18,6 (225-367) σ = 44,8	37,8 ± 4,5 (28,1 ± 62,2) σ = 10,8	7	105,7 ± 6,9 (85-135) σ = 16,7	275,5 ± 20 (219-371) σ = 48,2	39 ± 3,1 (32,9-54,6) σ = 7,5
Cabra					5	102,4 ± 8,5 (75-120) σ = 17,1	233,6 ± 24,4 (180-326) σ = 48,9	44,3 ± 4,3 (36,8-52,2) σ = 8,6

TABLA II

*Significación estadística de las diferencias interespecíficas de la capacidad total de fijación (CTF)*

Especies comparadas	u	t (0,05-0,001)	Significación y coeficiente de confianza
Cerdo-toro	2,403	> 2,074	si (95 %)
Cerdo-hombre	8,17	> 3,883	si (99,9 %)
Cerdo-caballo	7,17	> 3,883	si (99,9 %)
Cerdo-mulo	8,51	> 3,767	si (99,9 %)
Cerdo-asno	13,5	> 3,883	si (99,9 %)
Toro-mulo	2,314	> 2,060	si (98 %)
Toro-asno	2,671	> 2,518	si (98 %)
Hombre-mulo	2,659	> 2,508	si (98 %)
Hombre-asno	4,77	> 3,922	si (99,9 %)
Caballo-asno	2,724	> 2,552	si (98 %)

TABLA III

*Significación estadística de las diferencias interespecíficas del coeficiente de saturación (CS) \**

Especies comparadas	u	t (0,05-0,001)	Significación y coeficiente de confianza
Cerdo-hombre	2,344	> 2,093	si (95 %)
Cerdo-asno	3,184	> 2,878	si (95 %)
Cerdo-caballo	2,278	> 2,093	si (95 %)
Cerdo-toro	2,188	> 2,074	si (95 %)
Cerdo-mulo	5,319	> 3,767	si (99,9 %)

### Discusión

Al comparar las sideremias de los diferentes animales que citamos en nuestro trabajo anterior (1) obtenidas según la primitiva técnica de RAMSAY (4), con las aportadas aquí, nos aparece una reducción que oscila entre 30 y 50 %, al aplicar su nueva técnica (5). Una reducción de cerca del 30 % ha sido también comprobada por uno de nosotros en la especie humana.

Estas diferencias tan notables son debidas, a nuestro entender, a la pigmentación del suero (especialmente bilirrubina) que eleva el valor de la absorción en el fotocolorímetro, mientras que en la nueva técnica el cloroformo que se adiciona en la

(\*) A fin de simplificar estas tablas sólo se incluyen las comparaciones que han dado resultados estadísticamente significativos.

fase final para una mejor separación de las proteínas, arrastra la sustancia coloreada, evitando el error en la lectura.

La cantidad de pigmento arrastrado por el cloroformo es variable y, en ciertos sueros, verdaderamente intensa.

Quizás influya también en este sentido el hecho señalado por RAMSAY (5) de que con su nuevo método, un suero moderadamente hemolizado no modifica sensiblemente el resultado.

Las conclusiones que obtuvimos referentes a la sideremia en nuestro trabajo anterior han sido de nuevo confirmadas, aunque los valores absolutos han sufrido un descenso considerable. No hemos hallado diferencias sexuales dentro de cada especie, que resultasen estadísticamente significativas, excepto en el caso de cordero-oveja, que debe mirarse con cierta reserva por no ser comparables por la edad; igualmente como se indicó allí.

En la comparación entre las especies, se han agrupado los valores de machos y hembras, dado que las diferencias entre sexo no han resultado significativas. Hemos prescindido de los valores de corderos y ovejas. Las distintas especies han sido comparadas estadísticamente entre sí, y no se han hallado diferencias significativas, ni en el caso de las especies con sideremias extremas (toro-asno). Debe señalarse, pues, como las sideremias de las especies analizadas no se diferencian entre sí, y que el contenido de Fe en el suero, constituye un valor que presenta una amplia fluctuación, y que con el número reducido de ejemplares examinados por cada especie no es factible apreciar ninguna variación específica.

Por otra parte, contrasta con este fenómeno apuntado, que las correspondientes capacidades totales de fijación (CTF) de Fe de los sueros de estas especies presenten varias de ellas diferencias claramente significativas. Sin embargo, la comparación entre sexos dentro de la misma especie no ha dado en ninguna de ellas diferencias significativas. Es por esto que también aquí hemos agrupado los valores de machos y hembras para el cálculo estadístico de la prueba de significación entre especies. En la tabla II pueden observarse los valores obtenidos en dicho cálculo, por los cuales puede afirmarse de forma objetiva la existencia de diferencias altamente significativas entre aquellas especies con valores extremos de CTF de los cuales sabe mencionar el caso de los cerdos con una media de 476,8 y que destaca claramente de los restantes.

Teóricamente las diferencias específicas de CTF pueden significar:

- 1.º Diferencia de los valores absolutos de siderofilina.
- 2.º Diferencia de la capacidad de fijación del hierro, de

forma que siendo iguales los valores absolutos sea diversa la cantidad de Fe transportada.

3.º Que existan otras fracciones distintas de la siderofilina capaces de transportar Fe, temporal o permanentemente. La más lógica es la primera interpretación, aunque investigaciones nuestras en curso aportan datos en favor de la tercera, al menos en las gallinas.

En cuanto al significado fisiológico, es sabido que en la especie humana se encuentran valores altos de CTF en la embarazada y en los estados ferropénicos, o sea, en aquellos casos en que por uno u otro motivo el organismo tiene mayor avidez por el hierro. No encontramos razones que justifiquen un comportamiento análogo en el cerdo en el que el CTF es en relación con las otras especies muy alto.

Los coeficientes de saturación (CS) de la siderofilina, calculados a partir de las sideremias y CTF, nos expresan el porcentaje de siderofilina saturada de Fe. Sus valores oscilan entre 30-40 % en la mayoría de las especies estudiadas, pero los cerdos y corderos se alejan algo de tales valores (23,1 % y 46 %, respectivamente).

Las diferencias sexuales que pueden hallarse respecto a dicho coeficiente no son significativas. La comparación entre especies, agrupados los valores de machos y hembras, se han elaborado estadísticamente y sus resultados pueden apreciarse en la tabla III. Sólo son estadísticamente significativas las diferencias entre CS de los cerdos con el de las restantes especies, mientras que éstas entre sí no tienen ninguna significación. En la comparación, ha sido eliminada la especie «cordero», pues también lo había sido al contrastar las sideremias.

Este valor de CS bajo en los cerdos es otra forma de expresar el hecho indudable de que esta especie ofrece unos valores excepcionalmente altos de CTF frente a una sideremia no diferenciable a la de otras especies.

### Resumen

Se han estudiado las sideremias y capacidades totales de fijación del Fe en el suero de 7 especies animales y la humana. Para ello se han seguido las técnicas propuestas por RAMSAY en 1957. Con ambos valores (sideremia y CTF) se ha elaborado uno nuevo que los relaciona, coeficiente de saturación (C.S.).

Los distintos valores sometidos al examen estadístico permiten concluir:

1) En relación con la sideremia, no existen diferencias intersexuales ni interespecíficas, si prescindimos de la especie ovina que descartamos por las diferencias de edad de los ejemplares estudiados.

2) En cuanto a la capacidad total de fijación (CTF) no se registran

diferencias sexuales estadísticamente significativas, siéndolo, por el contrario, las interespecíficas entre algunas especies. Es singular el comportamiento de los cerdos con valores de CTF notablemente elevado.

3) El coeficiente de saturación (C.S.) muy bajo en los cerdos sobrepasa significativamente del de las restantes especies.

### Summary

#### The serum iron transport in some mammals

In a previous paper (1) we have studied the serum iron of six mammalia species and the findings suggested the continuation of the study on new aspects of the serum iron.

From LAURELL's studies (2) it is known that circulating iron is united to a fraction of  $\beta_1$  globulin named siderophilin or transferrin, whose concentration is expressed as the maximum amount of iron it is capable of binding, which varies between 250-400  $\gamma$  % (total binding capacity or TBC).

Another value of interest in defining the iron transport is the latent binding capacity which represents the amount of free circulating siderophilin, which is the difference between TBC and the serum iron. We related these last two values in the form of saturation coefficient (SC) which constitutes their difference expressed in percentage; this figure appears to us more demonstrative and manageable.

In the present paper we study the serum iron and the TBC of seven animal species and the human, following RAMSAY's technique (5, 6). From these values the corresponding saturation coefficients are calculated. The different values obtained have been statistically elaborated and the significance of the existing differences between the average values analyzed.

On table I the average values obtained can be observed, grouped in specie and sex, and the average values and their errors, the extreme values, and the typical deviations are also expressed.

The serum iron values here obtained show a 30-50 % reduction in respect to those indicated before (1), as a consequence of the application of RAMSAY's new technique (5); we explain this difference by the elimination of serum pigments (specially bilirubin) by the addition of chloroform in the new method.

We did not find sexual nor specific differences statistically significative between the different species studied. In the comparison between the species, the values of both sexes have been grouped, as there were no differences between them. The *Ovis aries* specie has been eliminated from the comparison on

account of not being totally homogenous in age. As for the iron serum values, we have been able to verify our previous conclusions.

These wide fluctuations in the serum iron values on the different species, is in contrast with the fact that the corresponding TBC shows highly significant differences. There do not exist sexual differences respecting the values, nevertheless, specific differences appear which show a statistical significance (table II), from which the porcine species stands out with an average of 476.8  $\gamma$  %.

The saturation coefficient (SC) do not show sexual differences either, and their values within the different species vary between 30-40 %, except on the porcine species on which it is 23.1 % and whose differences with the remaining are the only ones statistically significant (table III).

For the time being we do not know the physiological significance of the high TBC and the low SC values on the pigs, which stand out clearly from the remaining species studied.

### Bibliografía

- (1) PLANAS, J., y DE CASTRO, S.: *R. esp. Fisiol.*, 16, suppl. III, 189, 1960.
- (2) LAURELL, C. B.: *Acta Physiol. Scand.*, 14, suppl. 46, 1947.
- (3) LAURELL, C. B.: *Eisenstoffwechsel*, p. 103, G. Thieme Verlag, Stuttgart, 1959.
- (4) RAMSAY, W. N. M.: *Biochem. J.*, 53, 227, 1953.
- (5) RAMSAY, W. N. M.: *Clin. Chim. Acta*, 2, 214, 1957.
- (6) RAMSAY, W. N. M.: *Clin. Chim. Acta*, 2, 221, 1957.