

ABSORCION DE HIERRO DE LA DIETA HABITUAL DE UNA POBLACION DE NIVEL SOCIOECONOMICO BAJO¹

*Cecilio Morón², Silvio Kremenbuzky³, María I. Passamai⁴,
Sonia D'Andrea de Rivero⁵, Gladys Pérez de Galíndez⁵ y
Celia Gerschovich⁵*

**Instituto de Endocrinología y Metabolismo, Salta, Argentina,
Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas José de San Martín,
Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina, y
Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Salta,
Argentina**

RESUMEN

Se estudió la absorción de hierro de la dieta habitual consumida por un grupo de 32 voluntarios, de ambos sexos, de bajo nivel socioeconómico, mediante el método del doble marcador extrínseco.

La dieta estuvo constituida por pan, fideos, vegetales y carne, con un aporte de 2,022 Kcal, 65.0 g de proteína, 17.57 mg de hierro y 28.75 mg de ácido ascórbico.

No se encontraron sujetos anémicos ni deficientes de sexo masculino. En el grupo de mujeres, sin embargo, 4.80/o presentaron anemia y 57.10/o sufrían de deficiencia de hierro.

La absorción de hierro no hemínico fue muy baja: 1.350/o en el desayuno, 3.290/o en el almuerzo y 3.820/o en la cena. En los sujetos normales la absorción fue

Manuscrito modificado recibido: 12-4-85.

- 1 Este trabajo forma parte del Proyecto "Prevención de la deficiencia de hierro en América Latina mediante la fortificación con hierro" de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Fue financiado parcialmente por la UNU.
- 2 Médico del Instituto de Endocrinología y Metabolismo de Salta, y Profesor de la Facultad de Ciencias de la Salud, Buenos Aires 177 (4400), Salta, Argentina.
- 3 Médico del Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas José de San Martín, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina.
- 4 Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Salta, Argentina.
- 5 Miembros del Instituto de Endocrinología y Metabolismo de Salta, ya citado.

la mitad, y en los deficientes tres veces mayor, con diferencias altamente significativas.

En el almuerzo y la cena la absorción de hierro hemínico fue de 17.530/o. Los deficientes acusaron una absorción cuatro veces mayor en relación a los normales, siendo la diferencia altamente significativa.

La disponibilidad diaria de hierro no hemínico, hemínico y total fue de 0.44, 1.13 y 1.57 mg, respectivamente. En los sujetos normales el total de hierro disponible fue de 1.14 mg, lo que cubre ajustadamente los requerimientos del hombre pero no de la mujer. En los deficientes, la disponibilidad de hierro fue de 4.31 mg, es decir, el cuádruple que en los normales, con lo cual se mejora el balance, pero no llega a prevenir la deficiencia en las mujeres con grandes pérdidas.

En base a estos resultados, se sugiere la conveniencia de adoptar medidas tendientes a mejorar el contenido y biodisponibilidad del hierro en la dieta.

INTRODUCCION

La anemia nutricional es un cuadro frecuente y de grandes implicaciones sociales en muchas partes del mundo, en especial en los países en vías de desarrollo. La República Argentina no escapa a esta situación, y en particular la Provincia de Salta en la que —según el estudio alimentario— el 24.40/o de las familias tienen una adecuación promedio de ingesta de hierro de 68.50/o (1). Asimismo, según estudios hematológicos en embarazadas de nivel socioeconómico bajo, el 5.70/o de ellas tienen anemia, y el 47.20/o padecen de deficiencia de hierro (2).

A pesar de que son múltiples los factores que intervienen en el mantenimiento de los valores normales de la hemoglobina, el hierro es, sin duda alguna, el nutriente de mayor importancia, ya que su deficiencia es la más comúnmente encontrada.

La cantidad total de hierro absorbida por las personas depende no sólo del contenido de hierro en los alimentos que se ingieren, sino también de la composición de la dieta. Esto se debe a la interacción que los distintos componentes de la misma ejercen en la absorción de dicho mineral (3). Se sabe, por otra parte, que el hierro de los alimentos de origen animal, se absorbe mejor que el de origen vegetal (4).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el estado hematológico de una población de bajo nivel socioeconómico y determinar la cantidad total de hierro que absorbe de su dieta habitual. A partir de los resultados, se analiza la necesidad de adoptar medidas orientadas a mejorar el contenido y biodisponibilidad de hierro de las dietas, como un recurso para lograr la prevención y erradicación de la deficiencia de este mineral (5).

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 32 voluntarios, 21 de sexo femenino y 11 de sexo masculino, con edades comprendidas entre los 18 y los 40 años. Los estudios de absorción intestinal de hierro fueron realizados en 29 sujetos en total (19 mujeres y 10 varones).

Los voluntarios se seleccionaron al azar de una zona suburbana de la ciudad de Salta, ubicada a 1,200 m sobre el nivel del mar. Las mujeres

tenían un ritmo menstrual normal, y sólo se descartaron las embarazadas y aquéllas en el período de lactancia. Todos pertenecían a un nivel socioeconómico bajo, el que se determinó de acuerdo a las variables vivienda, ocupación, educación e ingresos. Según la encuesta de nutrición de 1975, el 43% de la población de la Provincia se encontraba en este nivel (6).

Para establecer la dieta habitual se encuestaron por el método de recordatorio del día anterior, 231 personas de nivel socioeconómico bajo de la ciudad de Salta (6). Los resultados fueron ajustados mediante el método de pesada en 21 personas, seleccionadas aleatoriamente, de la misma zona y nivel socioeconómico del grupo en estudio. Para el caso se utilizó la *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina*. En la Tabla 1 se resumen las características de la dieta suministrada.

En todos los sujetos se midió el peso y la talla. Además se determinó hemoglobina (7), hematocrito por el método del microhematocrito, hierro sérico (8), capacidad total de saturación de la transferrina y su porcentaje de saturación (9), y ferritina sérica (10). Los resultados se expresan en promedio, con su desviación estándar respectiva.

La absorción de hierro se determinó siguiendo el método del marcador extrínseco (11), que consiste en lo siguiente:

El primer día de la investigación se extrajo sangre para estudiar las características hematológicas y, seguidamente, se suministró el desayuno con 0.7 μCi de ^{59}Fe incorporado al pan. Al día siguiente se les proporcionó el almuerzo con 2.0 μCi ^{55}Fe también incluido en el pan.

Quince días después se extrajo sangre para determinar la radiactividad incorporada a los glóbulos rojos provenientes del hierro absorbido del desayuno y almuerzo. A continuación se ofreció la cena con un pan marcado con 0.7 μCi de ^{59}Fe . Al día siguiente se suministró la dosis de referencia de ascorbato de hierro (3 mg de hierro) con 1 μCi de ^{55}Fe .

Transcurridos otros 15 días se les extrajo sangre para medir la radiactividad proveniente de la absorción del hierro de la cena y dosis de referencia.

Todas las comidas y la dosis de referencia fueron suministradas en la mañana, luego de un período de ayuno de ocho a 10 horas. No se permitió la ingestión de alimentos hasta después de tres horas de cada comida.

La cantidad de hierro no hemínico absorbido, expresada en mg, se calculó a partir del porcentaje de hierro radiactivo absorbido y del contenido de hierro no hemínico de cada una de las comidas.

La absorción del hierro hemínico se calculó multiplicando la absorción del ascorbato de hierro por el factor 0.87 que representa la proporción entre la absorción del hierro hemínico y la absorción del ascorbato de hierro (12).

A fin de comparar los resultados del hierro absorbido en cada comida por el grupo en su totalidad —independientemente del grado de deficiencia de hierro de los sujetos— las absorciones fueron calculadas multiplicando el promedio de la absorción observada por la razón entre el promedio de absorción de la dosis de referencia de todos los casos y el promedio de la dosis de referencia de cada estudio (11).

Debido a que los porcentajes de absorción de hierro obedecen a una distribución asimétrica, el promedio y el error estándar de los valores fueron calculados usando logaritmos, y los resultados se transformaron nuevamente en las unidades originales, tomando los antilogaritmos (13).

TABLA 1

**INGESTA DIARIA DE ALIMENTOS DE LA DIETA HABITUAL DE LA
POBLACION DE BAJO NIVEL SOCIOECONOMICO DE SALTA**

Alimentos	Peso crudo (g)
Desayuno:	
Té	2
Azúcar	35
Pan francés	50
Almuerzo:	
Fideos	40
Carne de res	130
Papa	170
Tomate	30
Zanahoria, zapallo, cebolla y pimiento	70
Aceite	30
Pan francés	60
Banano	100
Gaseosa	160
Merienda:	
Té	2
Azúcar	35
Pan francés	60
Cena:	
Fideos	20
Carne	20
Papa	30
Zanahoria, zapallo, cebolla y pimiento	30
Tomate	20
Aceite	10
Pan francés	60

El mismo procedimiento se siguió para ferritina y porcentaje de saturación de transferrina.

Los estudios fueron realizados en el Centro de Salud de la zona y en el Instituto de Endocrinología y Metabolismo de Salta. Las muestras de sangre para el estudio de absorción de hierro fueron procesadas por el método de Dern y Hart (14, 15) en el Laboratorio de Hematología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), al que fueron enviadas por avión, especialmente acondicionadas con hielo seco.

RESULTADOS Y DISCUSION

Dieta

En la Tabla 2 se observa el contenido de nutrientes de la dieta habitual de los grupos de nivel socioeconómico bajo de la población, la que fue suministrada en el presente estudio, a excepción de la merienda. En total, la dieta contiene 2,022 Kcal; 65.0 g de proteína (30.1 de origen animal y 34.9 g de origen vegetal); 17.57 mg de hierro (6.44 mg de hierro hemínico y 11.13 mg de no hemínico), y 28.75 mg de ácido ascórbico.

TABLA 2

COMPOSICION QUIMICA DE LA DIETA HABITUAL UTILIZADA

Comida	Energía (Kcal)	Proteína (g)			Grasa (g)	Carbo- hidra- to (g)	Hierro (mg)			Acido ascórbi- co (mg)
		Total	Animal	Ve- getal			Total	Hem hem	No hem	
Desayuno	280	5.0	0.0	5.0	0.5	65.0	0.90	0.00	0.90	0.00
Almuerzo	1,045	41.4	26.0	15.4	36.5	137.7	12.24	5.59	6.65	28.75
Merienda	308	6.0	0.0	6.0	0.6	71.0	1.12	0.00	1.12	0.00
Cena	389	12.6	4.1	8.5	11.0	60.0	3.31	0.85	2.46	0.00
Total	2,022	65.0	30.1	34.9	48.6	333.7	17.57	6.44	11.13	28.75

Características Hematológicas

Las características hematológicas de los sujetos sometidos a estudio se presentan discriminadas por sexo en la Tabla 3. En los hombres, se consideró como presencia de anemia los valores de hemoglobina inferiores a 13.0 g/100 ml, y en las mujeres, las cifras inferiores a 11.0 g/100 ml (16) o con valores de 11.0 a 11.9 g/100 ml, que además presentaban una saturación de transferrina por debajo de 16% (17). La deficiencia de hierro fue identificada en base a tres criterios: saturación de transferrina por debajo de 16%, concentración sérica de ferritina inferior a 12 ng/ml, y absorción de la dosis de referencia de ascorbato de hierro igual o mayor de 40% (17). Aplicando este criterio, no se encontraron hombres anémicos ni deficientes. En el grupo de las mujeres se encontró una, con anemia (4.8%) y 12, con deficiencia (57.1%), de las cuales una reunía tres criterios, seis mujeres tenían dos, y cinco, solo uno. El 19.0% de las mujeres acusaban alteración de la eritropoyesis por deficiencia de hierro, indicada por una baja saturación de transferrina; el 28.6% padecían de deficiencia de hierro, por concentración baja de ferritina, y por absorción alta de la dosis de referencia, el 47.6%.

TABLA 3
VALORES HEMATOLOGICOS DEL GRUPO ESTUDIADO

Parámetro	Total (n = 32)	Varones (n = 11)	Mujeres (n = 21)
Hemoglobina (g/100 ml)	14.5 1.3	15.7 1.0	13.9 1.0
Hematocrito (%)	45.3 3.6	48.6 2.2	43.6 2.9
Hierro sérico (µg/100 ml)	128.3 54.5	142.0 33.8	121.1 62.2
TIBC (µg/100 ml)	416.8 81.9	383.2 47.8	434.4 91.1
Saturación de transferrina (%)	28.8 1.7	36.2 1.3	25.6 1.8
Ferritina sérica (ng/ml)	23.4 2.3	39.1 1.8	17.9 2.2

Promedio: primera línea.

Desviación estándar: segunda línea.

Absorción de Hierro No Hemínico

En el total del grupo (Tabla 4), los porcentajes de absorción fueron muy bajos: 1.350/o en el desayuno, 3.290/o en el almuerzo y 3.820/o en la cena. En los sujetos normales la absorción fue aproximadamente la mitad de las cifras señaladas, mientras que en los deficientes en hierro, fue alrededor de tres veces mayor. Las dosis de referencia presentaron las mismas variaciones, destacándose la elevada absorción en las personas con deficiencia de hierro (49.530/o).

En el desayuno la única fuente de hierro no hemínico lo constituía prácticamente la harina de trigo del pan; sin embargo, su absorción fue 1.350/o, es decir, muy baja, debido a la presencia inhibitoria del té, como lo señalan diversas observaciones (8, 19). La cantidad absorbida osciló entre 0.011 ± 0.003 mg en las personas normales, y entre 0.059 ± 0.014 mg en las deficientes, siendo la diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$).

En el almuerzo y la cena la absorción fue similar, 3.29 y 3.820/o, respectivamente. Esta situación se repitió tanto en los normales, 1.66 y 1.890/o, como en los deficientes, 10.11 y 10.320/o. La cantidad absorbida en el almuerzo fue de 0.209 mg para los normales y de 0.939 mg para los deficientes, y en la cena, de 0.077 y 0.370 mg. En ambas comidas las

TABLA 4

ABSORCION DE HIERRO NO HEMINICO EN EL GRUPO TOTAL:
NORMALES Y DEFICIENTES

Comida	Total (n = 29)		Normales (n = 18)		Deficientes (n = 11)		S
	o/o	mg ^a	o/o	mg	o/o	mg	
Desayuno	1.35	0.017	0.59	0.011	4.92	0.059	*
	0.82	0.003	0.80	0.003	0.66	0.014	
Almuerzo	3.29	0.293	1.66	0.209	10.11	0.939	*
	0.76	0.042	0.80	0.057	0.75	0.235	
Cena	3.82	0.115	1.89	0.077	10.32	0.370	*
	0.68	0.014	0.67	0.021	0.78	0.112	
Ascorbato de hierro	20.15	0.862	11.63	0.445	49.53	1.544	*
	0.47	0.120	0.50	0.072	0.41	0.131	

^a Absorción calibrada.

Promedio: primera línea.

Error estándar: segunda línea.

S = Significancia entre normales vs. deficientes.

* Diferencia significativa ($P \leq 0.01$).

diferencias de absorción fueron altamente significativas ($P \leq 0.01$). Aparentemente, los 20 g de carne de la cena proporcionados bastaron para mantener el mismo porcentaje de absorción que el almuerzo, con 130 g. Esto podría explicarlo el hecho de haber utilizado el mismo tipo de preparación en ambas comidas, aunque en la cena la porción correspondía a una quinta parte de lo ingerido en el almuerzo.

Layrisse *et al.*, en sus estudios sobre el tema, han encontrado que 50 g de carne no aumentan la absorción de 2 mg de hierro de maíz entero (20), y que la cantidad de 100 g produce un incremento significativo de más del doble de 3 a 4 mg de hierro de porotos negros, o de 2 a 4 mg de hierro de maíz entero (21, 22).

En nuestra investigación, la cantidad de ácido ascórbico de la dieta se aproximó a la ingesta recomendada de 30 mg, pero no en las grandes cantidades que se requieren para promover la absorción del hierro no hemínico (11). Su acción se atribuye a la formación de un compuesto equimolecular con el hierro y al efecto reductor sobre los compuestos férricos.

Absorción de Hierro Hemínico

La absorción de hierro hemínico, tanto en el almuerzo como en la cena, se aprecian en la Tabla 5. Como se observa, ésta fue de 17.53% para el total del grupo, 10.17% en los normales, y 43.09% en los

TABLA 5

**ABSORCION DE HIERRO HEMINICO EN EL GRUPO TOTAL:
NORMALES Y DEFICIENTES**

Comida	Total (n = 29)		Normales (n = 18)		Deficientes (n = 11)		S
	o/o	mg ^a	o/o	mg	o/o	mg	
Almuerzo	17.53	0.980	10.17	0.722	43.09	2.504	*
	0.47	0.001	0.50	0.117	0.41	0.212	
Cena	17.53	0.151	10.17	0.111	43.09	0.384	*
	0.47	0.001	0.50	0.018	0.41	0.033	

^a Absorción calibrada.

Promedio: primera línea.

Error estándar: segunda línea.

S = Significancia entre normales vs deficientes.

* Diferencia significativa ($P \leq 0.01$).

deficientes. Este último grupo acusó una absorción cuatro veces mayor en relación a los normales. El desayuno no contenía hierro hemínico.

La cantidad de hierro absorbida en el almuerzo por todo el grupo ascendió a 0.980 mg; 0.722 mg en los normales, y 2.504 mg en los deficientes. En la cena, esa absorción fue 0.151, 0.111 y 0.384 mg, respectivamente. En todos los casos la cantidad absorbida en el almuerzo fue 6.5 veces superior a la de la cena, encontrándose diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los sujetos normales y los deficientes, y para ambas comidas.

Ya se mencionó el probable efecto de la proteína de origen animal en la dieta. La formación de productos de degradación de la globina a partir de la hemoglobina previene la polimerización del hem, favoreciendo así su absorción (23). La cisteína, presente en la proteína de la carne, posiblemente desempeñe algún papel (24).

Disponibilidad de Hierro de la Dieta

En la Tabla 6 se resume la biodisponibilidad diaria de hierro no hemínico, hemínico y total. Para todo el grupo sometido a estudio, ésta fue de 0.442, 1.131 y 1.573 mg, respectivamente. En los sujetos normales, el total de hierro disponible ascendió a 1.141 mg, lo que cubre ajustadamente los requerimientos del hombre, pero no así para las mujeres que durante el período reproductivo requieren 1.4 a 2 mg a causa de su excesiva pérdida menstrual (25). Ello explica el hallazgo de que todos los sujetos calificados como deficientes en este estudio, fuesen únicamente mujeres.

La disponibilidad en los sujetos deficientes fue de 4.315 mg, es decir, cuatro veces mayor que en los normales, tanto para el hierro hemínico como para el no hemínico. Esta adaptación permite mejorar el balance de

TABLA 6

DISPONIBILIDAD DIARIA DE HIERRO HEMINICO, NO HEMINICO Y TOTAL

Comida	Hierro (mg)		Total
	No hemínico	Hemínico	
Desayuno	0.017	—	0.017
Almuerzo	0.293	0.980	1.273
Merienda	0.017	—	0.017
Cena	0.115	0.151	0.266
Total	0.442	1.131	1.573
Normales	0.308	0.833	1.141
Deficientes	1.427	2.888	4.315

hierro y prevenir la deficiencia en la mayor parte de las personas, pero no así en las mujeres con grandes pérdidas.

No obstante que con la dieta utilizada se trató de reflejar la alimentación de consumo habitual por parte de la población de nivel socioeconómico bajo, no representa con exactitud las variaciones de ingesta semanales, mensuales o durante el año. Para ello sería necesario ampliar los estudios de absorción a otras áreas y épocas del año, a fin de obtener la información necesaria que permita determinar la magnitud real del problema.

La investigación realizada, sin embargo, es indicativa de la alta prevalencia de deficiencia de hierro en las mujeres de la zona, como lo señalan otros estudios (1, 2). Este hallazgo, por lo tanto, podría justificar la implementación de medidas tendientes a elevar el contenido y la disponibilidad de hierro en las dietas habituales de la población. Cabe mencionar, finalmente, que en este sentido se ha iniciado ya un estudio de absorción de mezclas extrudadas de maíz y soja, fortificadas con vitaminas y minerales.

SUMMARY

IRON ABSORPTION FROM THE CUSTOMARY DIET OF A LOW-SOCIOECONOMIC POPULATION GROUP

Iron absorption using the extrinsic double-tag method was determined in the habitual diet consumed by a group of 32 volunteers of both sexes, pertaining to the low socioeconomic strata.

The diet was made up of bread, spaghetti, vegetables and meat, totalling 2,022 kcal, 65.0 g protein, 17.57 mg iron, and 28.75 mg ascorbic acid.

According to our findings, men were found to be neither anemic nor iron-deficient. Among the women, however, 4.80% had anemia and 57.10% suffered from iron deficiency.

The non-heme iron absorption was very low: 1.35% at breakfast, 3.29% at lunch, and 3.82% at dinner. Among those subjects found to be normal, the absorption was half the above figures, whereas among those with iron deficiency it was threefold, the differences being highly significant.

The absorption of heme-iron for lunch and dinner was 17.53%. The iron deficient group had an absorption value four times greater than the normal group, the differences also being highly significant.

The daily availability of non-heme, heme and total iron was 0.44, 1.13 and 1.57 mg, respectively. In the subjects who formed the normal group, total iron available was 1.14 mg, barely covering a man's daily requirements, but not those of a woman. In the iron-deficient group, it was 4.31 mg, that is, four times greater than in the normal group; while this value improves the balance, it does not prevent deficiency in women, with great blood losses.

Bearing these results in mind, it is suggested that measures tending to improve dietary iron content and bio-availability, be enforced.

BIBLIOGRAFIA

1. Ovando, M. T. & M. C. Morasso. Severidad y frecuencia de los nutrientes deficitarios en la Provincia de Salta. Presentado en: VI Congreso Argentino de Nutrición. Buenos Aires, 3 a 7 de octubre de 1976.
2. Morón, C., C. Gerschovich, S. D'Andrea, G. Nehben & A. Fernández. Deficiencia de hierro y folato en embarazadas de la ciudad de Salta, Argentina. Presentado en: VI Congreso Latinoamericano de Nutrición. Buenos Aires, 18 al 20 de agosto de 1982.
3. Layrisse, M., C. Martínez-Torres & M. Roche. The effect of interaction of various foods on iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.*, 21: 1175-1183, 1968.
4. Layrisse, M., J. D. Cook, C. Martínez-Torres, M. Roche, I. N. Kuhn & C. A. Finch. Food iron absorption. A comparison of vegetable and animal foods. *Blood*, 33: 430-443, 1969.
5. International Anaemia Consultative Group (INACG). **Guideline for the Eradication of Iron Deficiency Anaemia.** A Report of the International Nutritional Anaemia Consultative Group. New York, N. Y., and Washington, D. C., The Nutrition Foundation, 1977, p. 1-29.
6. Instituto de Ciencias de la Nutrición del Noroeste Argentino. **Memoria Anual 1976.** Serie Memorias Anuales No. 16, Salta, 1976.
7. Crosby, W. H., J. L. Munn & F. W. Furth. Standardizing a method for clinical hemoglobinometry. *U. S. Armed Forces M. J.*, 5: 693-703, 1954.
8. International Committee for Standardization in Haematology. Recommendations for measurement of serum iron in human blood. *Brit. J. Haemat.*, 38: 291-294, 1978.
9. International Committee for Standardization in Haematology. The measurement of total and saturated iron-binding capacity in serum. *Brit. J. Haematol.*, 38: 281-290, 1978.
10. Miles, L. E. M., D. A. Lipschitz, C. P. Bieber & J. D. Cook. Measurement of serum ferritin by a 2-site immunoradiometric assay. *Anal Biochem.*, 61: 209-224, 1974.
11. Layrisse, M., C. Martínez-Torres & M. González. Measurement of the total daily dietary iron absorption by the extrinsic tag model. *Am. J. Clin. Nutr.*, 27:152-162, 1974.

12. Martínez-Torres, C. & M. Layrisse. Iron absorption from veal muscle. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**: 521-540, 1971.
13. Snedecor, G. W. & W. Cochran. *Statistical Methods*. 6th ed. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1967, p. 91.
14. Dern, J. R. & W. L. Hart. Studies with doubly labelled iron. I. Simultaneous liquid scintillation counting isotopes of Fe⁵⁵ and Fe⁵⁹ as ferrous perchlorate. *J. Lab. Clin. Med.*, **57**: 322-330, 1961.
15. Dern, J. R. & W. L. Hart: Studies with doubly labelled iron. II. Separation of iron from blood samples and preparation of ferrous perchlorate for liquid scintillation counting. *J. Lab. Clin. Med.*, **57**: 460-467, 1961.
16. WHO. *Nutritional Anaemias*. Technical Report of a WHO Scientific Commission. Geneva, 1968. (WHO Technical Report Series No. 405).
17. Acosta, A., M. Amar, S. C. Cornbluth-Szafarc, E. Dillman, M. Fossil, R. Góngora Biachi, G. Grebe, E. Hertrampf, S. Kremenchuzky, M. Layrisse, C. Martínez-Torres, C. Morón, F. Pizarro, C. Reynafarje, A. Stekel, D. Villavicencio & H. Zuniga. Iron absorption from typical Latin American diets. *Am. J. Clin. Nutr.*; **39**: 953-962, 1984.
18. Disler, P. B., S. R. Linch, J. D. Torrance, M. H. Sayers, T. H. Bothwell & R. W. Charlton. The mechanism of the inhibition of iron absorption by tea. *S. Afr. J. Med. Sc.*, **40**: 109-116, 1975.
19. Disler, P. B., S. R. Linch, R. W. Charlton & T. Bothwell. The effect of tea on iron absorption. *Gut*, **16**: 193-200, 1975.
20. Martínez-Torres, C., I. Leets & M. Layrisse. Iron absorption from fish. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **25**: 199-210, 1975.
21. Layrisse, M. & C. Martínez-Torres. *Absorción del Hierro a Partir de los Alimentos*. Caracas, Editorial Arte, 1983.
22. Martínez-Torres, C. & M. Layrisse. Iron absorption from veal muscle. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**: 521-540, 1971.
23. Conrad, M. E., S. Cortell, H. L. Williams & A. L. Foy. Polymerization and intraluminal factor in the absorption of hemoglobin-iron. *J. Lab. Clin. Med.*, **68**: 659-668, 1968.
24. Martínez-Torres, C., E. Romano & M. Layrisse. Effect of cysteine on iron absorption in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**: 322-327, 1981.
25. Green, R., R. Charlton, H. Seftel, T. Bothwell, F. Mayet, B. Adams, C. Finch & M. Layrisse. Body iron excretion in man. A collaborative study. *Am. J. Med.*, **45**: 336-353, 1968.