

**RELACION ENTRE PROTOPORFIRINAS LIBRES EN
GLOBULO ROJO E INGESTA HABITUAL DE HIERRO
EN UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD
DE BUENOS AIRES**

*Liliana B. Zago¹, Silvia M. Friedman¹, Nora H. Slobodianik¹,
María Luz Pita Martín de Portela¹, María Esther Río²
y Juan Claudio Sanabuja¹*

**Facultad de Farmacia y Bioquímica
Universidad de Buenos Aires**

RESUMEN

En una muestra de la población estudiantil femenina de la Universidad de Buenos Aires, se realizó una autoencuesta dietética usando el método de recordatorio de siete días. Se analizó luego la ingesta habitual de hierro, su origen alimenticio y su relación con la información suministrada por las protoporfirinas libres en glóbulo rojo (FEP).

El 74.5% de la población cubría sus necesidades de hierro, de acuerdo a las cifras recomendadas por FAO/OMS. En efecto, la ingesta promedio fue de 23.0 ± 1.5 mg/día proviniendo el 44% de alimentos de origen animal. Sólo 7.8% de la muestra estudiada tenía valores de hemoglobina (Hb) y

Manuscrito modificado recibido: 14-12-82.

- 1 Miembros del Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Junín 956, 1113 Buenos Aires, Argentina.
- 2 Miembro de la Carrera del Investigador Científico, CONICET, Argentina.

hematocrito (Hto.) inferiores a los considerados normales según el ICNND. En una submuestra constituida por las estudiantes con adecuación calórico-proteínica y con valores normales de Hb y Hto. ($n = 94$), se obtuvo un valor promedio de FEP^o/o gl.r. de 15.71 ± 7.26 y de FEP/Hb de 0.44 ± 0.21 $\mu\text{g/g}$. Estos valores son muy inferiores a los propuestos como normales por otros autores. Se encontró una correlación inversa de FEP^o/o de gl.r. y FEP/Hb con la ingesta de hierro de origen animal ($r = 0.80$ y $r = 0.78$, respectivamente), y entre FEP^o/o gl.r. y la concentración de Hb ($r = 0.81$). Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que la determinación de protoporfirinas libres en glóbulo rojo es de gran utilidad en los estudios de poblaciones clínicamente sanas, para obtener información acerca de la ingesta habitual de hierro y estado de los depósitos.

INTRODUCCION

La deficiencia de hierro (Fe) es uno de los problemas nutricionales que los Organismos Internacionales aconsejan prestar atención particular debido a sus consecuencias, así como a la frecuencia con que se presenta, tanto en países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo (1, 2).

En la República Argentina predomina el consumo de carnes rojas, por lo que es de esperar que no exista un problema real de deficiencia de Fe. Sin embargo, los únicos datos con que se cuenta son los relativos a las ingestas promedio, calculadas a partir del estudio de las hojas de balance y disponibilidad de alimentos (3, 4). Lamentablemente, se carece de información bioquímica acerca del estado nutricional con respecto a este elemento mineral.

En este trabajo se determinó, en un grupo de alumnas de la Universidad de Buenos Aires, la ingesta habitual de Fe, su origen alimenticio y la utilidad de las protoporfirinas libres en glóbulo rojo (FEP). El objetivo fue aportar datos acerca de la verdadera situación con respecto a este nutriente, y establecer valores normales para este indicador bioquímico no tradicional.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se realizaron en el grupo de estudiantes femenino de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (Universidad de Buenos Aires) que cursó Nutrición Experimental como asignatura correspondiente al 4o. año de la Carrera de Bioquímica durante

los meses de septiembre a diciembre del año 1981. La población estuvo constituida por 145 mujeres clínicamente sanas, comprendidas en el grupo de 20 a 30 años de edad, quienes durante siete días realizaron una autoencuesta dietética por el método del recordatorio diario (5). Para realizar el cálculo del consumo de los nutrientes individuales utilizaron la *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina* (6). Las estudiantes fueron instruidas adecuadamente para la veraz realización de la autoencuesta, y sus resultados fueron revisados y recalculados por los autores del trabajo.

Determinaciones Bioquímicas

Durante la ejecución de la autoencuesta, el día de la semana correspondiente al trabajo práctico, se les extrajo, en ayunas, una muestra de sangre heparinizada, por punción venosa del pliegue del codo. En dicha muestra se hicieron las siguientes determinaciones: 1) hemoglobina (Hb), por el método de la cianometahemoglobina (7); 2) hematocrito (Hto) por micrométodo, y 3) protoporfirinas en glóbulo rojo (FEP) según el método de Piomelli (8). Los resultados de FEP se expresaron en $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ de glóbulos rojos (FEP^{o/o} gl.r.) (FEP x 100/Hto), y como FEP/Hb ($\mu\text{g/g}$).

RESULTADOS

Encuesta Dietética

En la Tabla 1 figuran los datos relativos a los porcentajes de población que cubren las necesidades de Fe, proteína, y energía, así como sus ingestas promedio.

En la Figura 1 se observa la distribución de la población según su ingesta de Fe haya sido inferior a 14 mg/día, superior a 28 mg/día, o de 14 a 28 mg/día que aconseja FAO/OMS (9).

En la Figura 2 se expone la proporción de Fe ingerido de origen animal (Fe_A o/o) (Fe animal/Fe total o/o) dentro de los tres grupos de población. Se observa que para los grupos con ingestas inferiores a 14 mg o de 14 a 28 mg/día, la distribución es muy similar: la mayor parte de la población ingiere entre 25 y 75% de Fe de origen animal. No obstante, para ingestas elevadas (superiores a 28 mg/día) existe un elevado porcentaje (43%) de población que ingiere más del 75% del Fe procedente de alimentos animales.

TABLA 1

PORCENTAJE DE POBLACION QUE CUBRE LAS NECESIDADES DE ENERGIA, PROTEINAS, HIERRO E INGESTA PROMEDIO DIARIA

Nutriente	Ingesta promedio diaria*	Porcentaje de población en adecuación
Energía (Kcal)	2,066 ± 36	72.0
Proteínas (g)	104.0 ± 3.0	99.4
Proteínas (g) (origen animal)	71.6 ± 2.6	
Hierro total (mg)	23.0 ± 1.5	74.5
Hierro (mg) (origen animal)	10.2 ± 0.7	

* $\bar{x} \pm E_{sm}$.

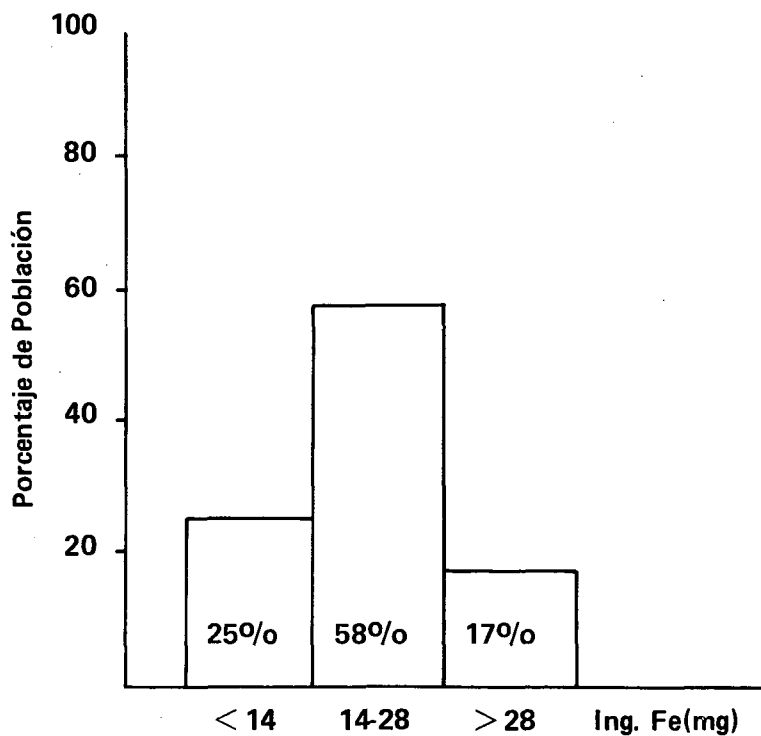


FIGURA 1

Distribución de la población según la ingesta de Fe total

Estudios Bioquímicos

Los valores promedio de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto.) fueron 13.8 ± 0.1 g/100 ml y $39.1 \pm 0.4\%$, respectivamente. Es importante destacar que el 92.2% de la población presentó valores normales de Hb y Hto. a pesar de que solamente el 74.5% cubría la cifra recomendada para ingesta de hierro. Un 28% de las estudiantes no cubría sus necesidades energéticas debido a la tendencia de la población estudiantil femenina a reducir su ingesta alimenticia en la época previa a la temporada estival, con fines estrictamente estéticos.

Para cumplir los objetivos de establecer rangos normales de los indicadores bioquímicos estudiados (FEP^o/o gl.r. y FEP/Hb), se seleccionó una submuestra constituida por las estudiantes que cubrían las necesidades energéticas y proteínicas, y presentaban valores normales de Hb y Hto. según las cifras del ICNND (10); esta submuestra estuvo constituida por 94 mujeres. La distribución de los valores de FEP^o/o gl.r. para esta población, se encuentra en la Figura 3. De ésta surge que el 99% de la población acusó valores por debajo de 40.0 $\mu\text{g}^{\text{o}}/\text{o}$, con un valor promedio de 15.71 ± 7.26 $\mu\text{g}^{\text{o}}/\text{o}$. Esta cifra es indicativa de un buen estado de los depósitos corporales, y está muy alejada del valor de 70 $\mu\text{g}^{\text{o}}/\text{o}$ que la bibliografía cita como límite de depleción de las reservas (8).

Se encontró una correlación inversa entre los valores de FEP^o/o gl.r. y la ingesta de hierro total (Tabla 2). Al desglosar la información según el origen del hierro ingerido, se observa que la correlación se debe fundamentalmente a la ingesta de hierro de origen animal (Tabla 2).

Otro indicador propuesto para evaluar el estado nutricional con respecto al hierro es la relación FEP/Hb. En el grupo sometido a estudio, los valores extremos fueron de 0.12 y 1.12 $\mu\text{g}/\text{g}$, con un promedio de 0.44 ± 0.21 $\mu\text{g}/\text{g}$, siendo la distribución de frecuencias la observada en la Figura 4. Se pone de manifiesto la misma tendencia en cuanto a la ingesta de hierro total que la observada para el FEP^o/o gl.r. ($r = 0.78$).

En la Figura 5 se representan los valores promedio de FEP^o/o gl.r. en función de los valores promedio de los datos, agrupados según rangos de concentración de Hb. Se observa así una relación lineal e inversa ($r: 0.81$; $y = -1.72 + 39.16$).

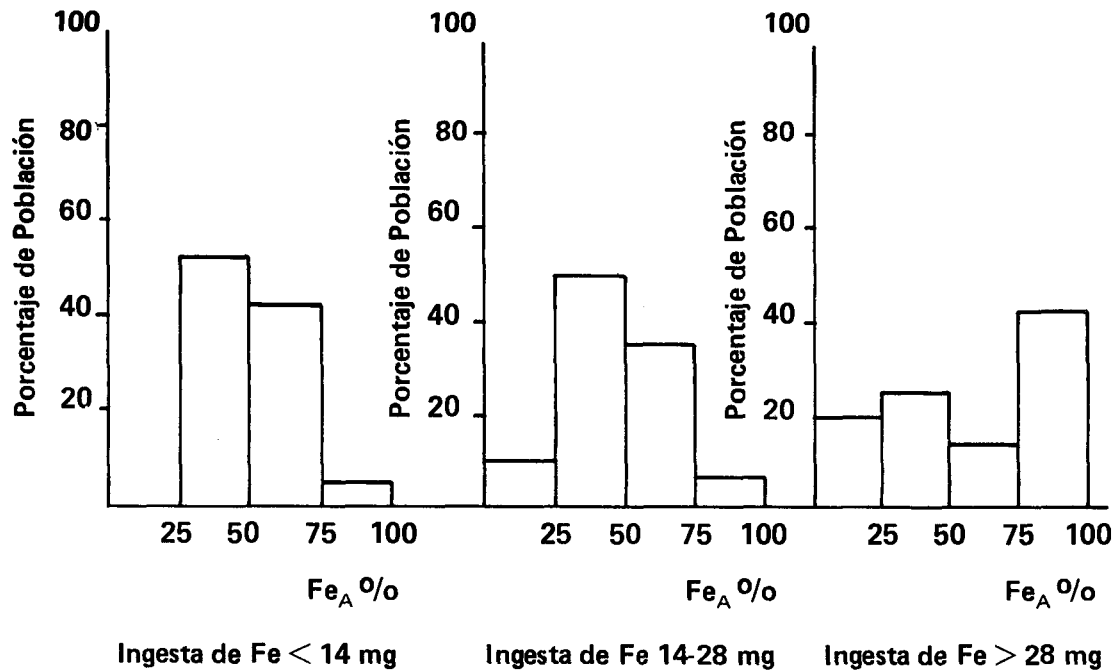


FIGURA 2

Distribución de las subpoblaciones respecto al porcentaje de hierro animal (Fe_A %) ingerido

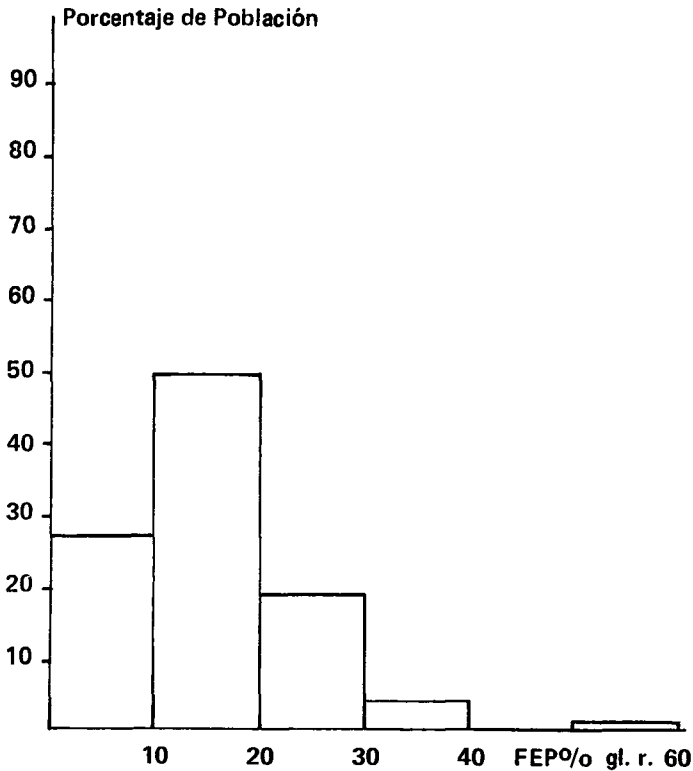


FIGURA 3

Distribución de frecuencias para FEP% o gl. r.

DISCUSION

El grupo de estudiantes investigado en el presente trabajo se puede considerar representativo de la clase media y media superior de la República Argentina, que comprende alrededor del 50% de la población total (11). Los datos promedio de la ingesta de Fe según encuestas efectuadas en distintas zonas del país, indican que la deficiencia de este nutriente esencial no constituye un problema nutricional de importancia (3). Corroborando este hecho encontramos una ingesta promedio de 23.0 ± 1.5 mg/día, de los cuales 44% procede de alimentos de origen animal, constituyendo las

TABLA 2

RELACIONES ENTRE FEP ($\mu\text{g}/100 \text{ ml gl.r.}$) E INGESTA DE HIERRO SEGUN SU ORIGEN

Relación (y vs x)	Ecuación de regresión $y = f(x)$	r
FEP vs ingesta de hierro total	$y = -0.15 x + 19.09$	0.88
FEP vs ingesta de hierro animal	$y = -0.23 x + 19.99$	0.80
FEP vs ingesta de hierro vegetal	$y = -0.33 x + 19.44$	0.60

carnes rojas el aporte fundamental. Es importante también destacar la alta ingesta proteínica diaria ($104 \pm 3.0 \text{ g}$) de la cual un elevado porcentaje (69%) corresponde a proteínas de origen animal.

Aun cuando en un 24.5% de la población la ingesta de hierro fue inferior a la cifra recomendada, sólo un 7.8% presentó valores de Hto. y Hb inferiores a los normales, sin evidencias clínicas de anemia en ningún caso. Estos hechos se justificarían por el elevado porcentaje de hierro hemínico ingerido y la elevada ingesta proteínica, lo que contribuiría a un mejor aprovechamiento del hierro no hemínico (12).

Al seleccionar el grupo de población que cubrió sus necesidades energéticas y proteínicas, encontramos un valor máximo de FEP/o gl. r. de 52.85, y uno mínimo de 4.05, con un valor promedio de 15.71 ± 7.26 . Un hecho similar se observó para la relación FEP/Hb (0.12 – 1.12) cuyo valor promedio, para nuestra población fue de 0.44 ± 0.21 . Estas cifras promedio son muy inferiores a las citadas por otros autores (8).

De los indicadores bioquímicos utilizados habitualmente, la ferritina es la única que arroja información directa acerca del

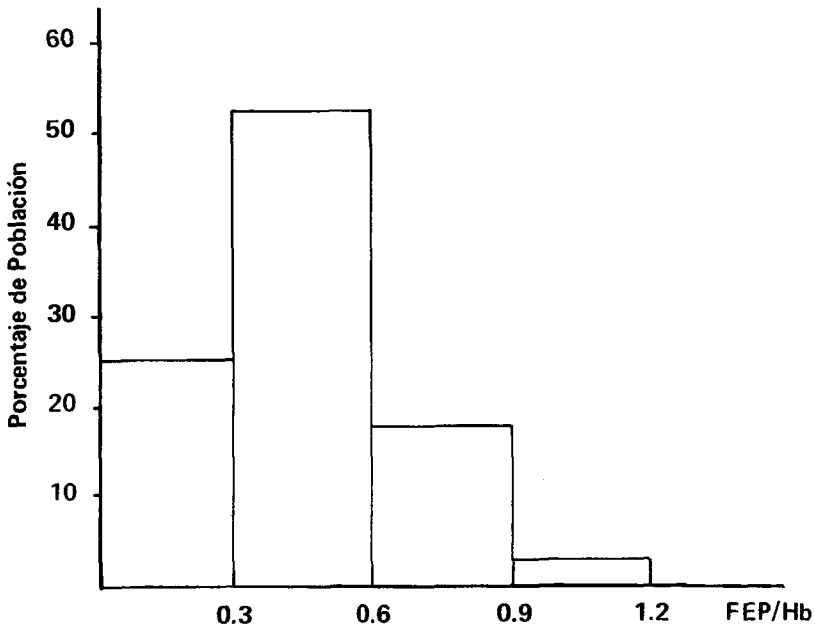


FIGURA 4

Distribución de frecuencias del indicador FEP/Hb

hierro almacenado; la Hb y el Hto. recién comienzan a disminuir al agotarse las reservas (13). Sin embargo, se acepta que a partir del momento en que comienza a utilizarse el Fe de los depósitos, las FEP comienzan a aumentar, aún sin acusar modificaciones en los valores de Hb y Hto.

Por consiguiente, este indicador se considera precoz y de utilidad para detectar deficiencias marginales, hecho que ha sido demostrado experimentalmente en la zona de valores de Hb por debajo de los considerados normales (13). En el trabajo aquí descrito se observa que esa correlación se cumple también en la zona de valores normales de Hb (Figura 5). Con base en estos resultados y en vista a lo ya observado (Tabla 2), podemos concluir que la determinación de las protoporfirinas libres en glóbulo rojo resultaría de gran utilidad en estudios a nivel de poblaciones, pues-

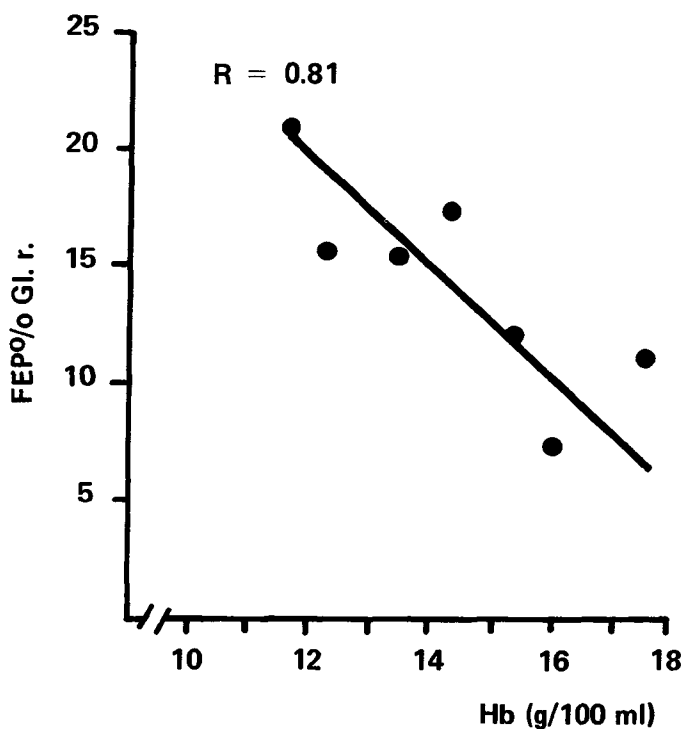


FIGURA 5

FEP% o gl.r. vs valores promedio de Hb (g/100 ml)

to que pueden arrojar información acerca de la ingesta habitual de Fe, y del estado de las reservas orgánicas.

SUMMARY

INTERRELATIONSHIPS BETWEEN FREE ERYTHROCYTE PROTOPORPHYRINS AND THE USUAL IRON INTAKE IN ADULT STUDENTS

In order to analyze the interrelationships between free erythrocyte

protoporphyrins and the usual iron intake in adult students, biochemical, and hematological values, and dietary daily intake, obtained using the recall method during seven days, were studied. Hematocrit (Hto.), hemoglobin (Hb) and free erythrocyte protoporphyrins (FEP) were determined in a group of 145 female university students, healthy according to the standard parameters of the Buenos Aires University Health Department.

Mean iron intake was 23.0 ± 1.5 mg per day, about 44% being provided by animal sources; 74.5% of the population was within the recommended daily intake according to FAO/WHO; only 0.7% of the population did not cover protein requirements while 35% did not cover energy needs. Hto. and Hb were below normal levels in 7.8% of the population when compared with standards according to ICNND. To obtain information about normal values of FEP, expressed as $\mu\text{g}/100$ ml red cells (FEP/o r.c.) and FEP/Hb ratio, the group of students with adequate intake of energy and proteins who had normal values for Hb and Hto. was selected. This group, including 94 women, had a mean FEP/o r.c. of 15.71 ± 7.26 and a mean FEP/Hb ratio of 0.44 ± 0.21 . There was observed an inverse correlation between FEP/o r.c. and FEP /Hb with total iron intake ($r = 0.80$ and $r = 0.78$, respectively) and between FEP/o r.c. and Hb concentration ($r = 0.81$). These results confirm the usefulness of the free erythrocyte protoporphyrins determination as a good index of iron stores and usual intake of this population.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la colaboración de los Bioquímicos Norma Barmasch, Sara Closa, Rosa Cosarinsky, Analía Felipoff, Federico Santoro y Licenciada Susana Zeni, quienes contribuyeron a la recopilación de la información utilizada.

BIBLIOGRAFIA

1. International Nutritional Anemia Consultative Group (INACG). Guidelines for the Eradication of Iron Deficiency Anemia. New York, N. Y. and Washington, D. C., The Nutrition Foundation, 1977, p. 2.
2. Baker, S. J. & E. M. DeMaeyer. Nutritional anemia: its understanding and control with special reference to the work of the World Health Organization. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**: 368-417, 1979.
3. Serantes, N. A. Nutrición. Proyección al futuro. En: *Acta del 60 Congreso Argentino de Nutrición, 1976*. Tomo 1, p. 67-82.

4. Valencia, Mirta E. La tecnología de alimentos como causa o solución de deficiencias nutricionales. Presentado en: **III Seminario y Primer Congreso Latinoamericano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Buenos Aires**, noviembre de 1979.
5. Young, C.M., C.G. Hagan, R.E. Tucker & W.D. Foster. A comparison of dietary study methods. II. Dietary history vs. seven-day record vs. 24-hr recall. **J. Am. Dietet. Assoc.**, **28**: 218-221, 1952.
6. Wu Leung, Woot-Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina**. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, Maryland, EE.UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, ciudad de Guatemala, C.A. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, junio 1961, 132 p.
7. Hainline, A. **Standard Methods of Clinical Chemistry**. Vol. II. New York, N.Y., Academic Press, 1958, p. 49-60.
8. Piomelli, S., A. Brickman & E. Carlos. Rapid diagnosis of iron deficiency by measurement of free erythrocyte porphyrins and hemoglobin: the FEP/hemoglobin ratio. **Pediatrics**, **57**: 136-141, 1976.
9. **Requirements of Ascorbic Acid, Vitamin D, Vitamin B₁₂, Folate and Iron**. Geneva, World Health Organization, 1970 (WHO Technical Report Series No. 452).
10. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense, National Institutes of Health of the USA. **Manual for Nutrition Surveys**. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1963.
11. De Imaz, J.L. Bases sociológicas para una política alimentaria. En: **Acta del 6o. Congreso Argentino de Nutrición, 1976**. Tomo 1, p. 9-20.
12. Van Campden, D. Regulation of iron absorption. **Fed. Proc.**, **33**: 100-105, 1974.
13. International Nutritional Anemia Consultative Group (INACG). **Guidelines for the Eradication of Iron Deficiency Anemia**. New York, N.Y., and Washington, D.C., The Nutrition Foundation, 1977, p. 6.