

DEFICIENCIAS DE MICROELEMENTOS ESENCIALES EN DIETAS HISPANOAMERICANAS

Johann Firbas B.¹ y Margarita Domínguez M.²

Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Ica, Perú, y
Hospital Central No. 2, Seguro Social del Perú, Lima, Perú

RESUMEN

Las dietas hispanoamericanas se clasifican en cuatro tipos, de acuerdo con los cereales que en ella predominan. En este estudio se determinó el contenido de los microelementos más importantes en cada tipo de dieta según los datos obtenidos mediante análisis y tablas de composición de alimentos. Se evaluaron las deficiencias zonales con referencias especiales al Perú, y se sugieren soluciones basadas en modernos recursos farmacéuticos.

INTRODUCCION

Los oligoelementos o microelementos indispensables para la vida animal son alrededor de 14, y las funciones de cinco de ellos se descubrieron hace pocos años (1).

Manuscrito modificado recibido: 27-4-82.

- 1 Asesor Nutricionista y Catedrático Principal, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Ica, Perú. Correspondencia: Av. de Los Patriotas 485, Urb. Maranga, San Miguel, Lima 32, Perú.
- 2 Hospital Central No. 2, Seguro Social del Perú, Lima, Perú.

Las carencias de hierro y zinc tienen caracteres de problema de salud pública en varios países, y en ciertas regiones montañosas aún persiste la deficiencia de yodo (2). El descubrimiento de la importancia de algunos oligoelementos para el hombre a veces fue posterior a su uso en raciones para animales (3). La excesiva duración de estudios serios en humanos y los obstáculos existentes para determinar los efectos sobre la longevidad y la progenie representan grandes obstáculos para la investigación (4).

Dado que la mayoría de los microelementos esenciales forman parte de enzimas, su carencia se refleja en trastornos metabólicos y clínicos. En los Estados Unidos de América la deficiencia de hierro y de zinc reviste la mayor importancia (5). En las selvas del Perú se observa una notoria deficiencia de hierro y probablemente también de zinc en relación con la alta incidencia de anquilostomiasis (6), y en la sierra persiste la deficiencia de yodo (7).

PARTE EXPERIMENTAL

Valiéndonos de los métodos de la AOAC (8), hemos determinado el hierro, el cobre y el zinc, y con un método propio (9) el manganeso, en muestras representativas de trigo Hard Winter (duro de invierno de los EUA) en subproductos y germen de este mismo trigo, en su harina de aproximadamente 80% de extracción, y en maíz híbrido de la costa peruana. Estos trabajos analíticos se efectuaron en el Departamento de Investigaciones Tecnológicas y Control de Calidad de la Compañía Molinera Sta. Rosa (Callao, Perú), previa verificación de la exactitud de los métodos en ensayos de recuperación. Los valores notificados en la Tabla 1 son promedios de dos análisis, con diferencias comprendidas en márgenes propios del error experimental de los métodos empleados.

En vista de la creciente importación de arroz de los Estados Unidos, se tomaron los datos de composición de este cereal de tablas de composición correspondientes a su origen, valores que completan la citada Tabla 1.

Consideramos los cuatro microelementos escogidos (hierro, cobre, zinc y manganeso) como los más importantes en función a su intervención en numerosas enzimas, las carencias estudiadas en el hombre y animales, y su aporte a veces insuficiente en la alimentación, sumado a la baja disponibilidad en productos vegetales. La deficiencia de yodo fue marginada por sus características propias (rol hormonal y aparición endémica).

TABLA 1
MICROELEMENTOS
(en mg por 1 kg)

Alimentos	Hierro	Cobre	Zinc	Manganeso
Trigo entero:	73	5.29	35.0	34.03
Subproductos	180	14.32	90.2	117.53
Germen	106	14.10	102.4	128.48
Harina	28	1.71	12.4	4.64
Arroz pulido	14	18.30	1.8	10.14
Maíz entero	52	1.76	46.0	4.56

Nota: Todos los datos representan valores analíticos propios, a excepción de los correspondientes al arroz pulido, que se tomaron de: National Academy of Sciences (Publication 1684). United States-Canadian Tables of Food Composition, 1969, p. 71.

Los tres cereales escogidos (trigo, maíz y arroz) comprenden la mayor parte de los cereales y del aporte energético de la alimentación en los países en vía de desarrollo (10).

Tomando como referencia los cereales que predominan (11), clasificamos las dietas hispanoamericanas en cuatro tipos:

Tipo 1: Trigo/arroz, que prevalece en la costa del Pacífico de América del Sur.

Tipo 2: Maíz/trigo, que prevalece en México y en América Central.

Tipo 3: Trigo, que prevalece en la República Argentina.

Tipo 4: Maíz, que prevalece en las áreas rurales de una parte de América Central y México, respectivamente.

Según pudimos observar, los cereales pueden suministrar hasta alrededor de 70% de la energía en sectores de ingresos bajos y medios de algunos países. En Guatemala, por ejemplo, éstos cubren 67.00% y 66.50% del total de las calorías de las clases de bajo ingreso (50% de la población) y de ingreso medio (30% de la población), según datos de la FAO (12). Así, la dieta puede llegar a contener aproximadamente 500 g de cereales. En Guatemala, por ejemplo, en la clase de ingreso medio habría —sobre un

total de 2,306 calorías— 1,570 calorías provenientes de los cereales (12).

Se trata, sin embargo, de datos de naturaleza estadística, de estadísticos como promedios, que a veces carecen de equivalentes reales y se encuentran sujetos a errores. Tienen utilidad cuando se reconocen sus limitaciones y nos servirán para sugerir medidas correctoras de una situación nutricional deficiente.

Tomando de base la composición de la harina del trigo, del arroz pulido y del maíz entero, en la Tabla 2 se presentan los microelementos más importantes de 500 g de los cereales de las cuatro dietas de referencia.

TABLA 2
MICROELEMENTOS
(expresados en mg/500 g¹)

Cereales	Hierro	Cobre	Zinc	Manganeso
Trigo/arroz	11	5.01	3.6	3.70
Maíz/trigo	20	0.87	14.6	2.30
Trigo	14	0.86	6.2	2.32
Maíz	26	0.88	23.0	2.28

- 1 Cuando figuran dos cereales, se tomaron partes iguales de cada uno, ya que las encuestas alimentarias no permiten calcular la proporción promedio correcta entre ambos para las zonas geográficas consideradas.

En el Perú, la situación alimentaria de la población de la costa se encuentra reflejada en la dieta tipo 1, de acuerdo con las encuestas realizadas por el Instituto de Nutrición (13) y las "Hojas de Balance de Alimentos" (14).

Al no desecharse aguas de cocción al preparar el arroz y la harina de trigo, no se producen pérdidas de los microelementos. Sin embargo, puede haber pérdidas en la preparación del maíz (15) destinado a la obtención de tortillas o choclos (mazorcas hervidas), así como de tamales, debido a la pérdida de las aguas de remojo y de cocción. No se pudo conseguir estimaciones de estas pérdidas, que no parecen haberse evaluado en relación con los microelementos.

En el trabajo aquí descrito no podemos incluir diferencias en la alimentación relacionadas con variaciones sexuales, de actividad física, de edad, estado de salud, etc. Ello crearía una enorme complejidad, difícil de manejar para la solución del problema de la suplementación o fortificación de la alimentación a nivel nacional.

EVALUACION NUTRICIONAL

Seguidamente se comentan por separado cada uno de los cuatro microelementos escogidos.

Hierro

En los países industrializados, donde hay un alto consumo de alimentos refinados (grasas, azúcar), se presentan carencias de hierro en vastos sectores de la población, a pesar del consumo de carnes, que no sólo brindan hierro asimilable en alto grado, sino que también favorecen su absorción (16). Un 90% de los niños de uno a cinco años y de mujeres de 18 a 44 años no reciben suficiente hierro en los EUA (5), y es probable que en la clase de ingresos altos de los países hispanoamericanos se presente una situación similar.

En los niveles de bajo ingreso la deficiencia de hierro se agrava, especialmente en los infantes y niños, debido a la alta incidencia de diarreas y parasitosis (6) y al bajo contenido de este microelemento en la leche (17). Al aumentar la edad y la ingesta de alimentos ricos en fibra, la absorción de hierro disminuye (18). Los sectores con requerimientos más altos, como las adolescentes y las mujeres (19), son los más afectados, sobre todo bajo condiciones higiénicas deficientes.

El arroz y la harina de trigo son muy deficientes en hierro y las dietas con estos cereales (tipos 1 y 3) ni siquiera cubren los requerimientos de las jóvenes y mujeres, suplementadas con carne a razón de 100-200 g por día (con 3-6 g de hierro).

Así, las dietas que contengan alrededor de 100% de calorías de origen animal, completadas sobre todo con grasas y azúcares (exentos de hierro), presentarían los siguientes contenidos de hierro:

Tipo 1 (trigo/arroz): 14 - 17 mg

Tipo 2 (maíz/trigo): 23 - 26 mg

Tipo 3 (trigo) : 17-20 mg

Tipo 4 (maíz) : 29-32 mg

Los requerimientos diarios para esta clase de dietas serían de 24 mg de hierro para adolescentes y de 28 mg para mujeres (19).

Por lo tanto, las dietas tipo 1 y tipo 3 serían deficitarias a pesar de la carne, mientras que las dietas tipo 2 y tipo 4 aparentemente serían marginales.

En ausencia de carne, la que generalmente se reemplaza por menestras de bajo contenido en hierro poco o nada disponible, debido a pérdidas de hierro en la preparación, todas las dietas, incluyendo el tipo 4, se convertirían en deficitarias.

En el Perú el 370/o de la población no parece satisfacer sus requerimientos de hierro (20), ya que los alimentos producidos en el país no suelen enriquecerse con ese mineral. El uso de preparados farmacéuticos sólo mitiga la anemia ferropriva durante el embarazo, debido a la lenta elevación de la tasa de hemoglobina y a las interferencias con la absorción del hierro (producidas por fitatos, fosfatos, fibra en la dieta, los agentes oxidantes y otros). Un mayor consumo de pescado en la costa, en reemplazo de otras carnes, reduce la ingesta de hierro aún más, sobre todo en los sectores de menores ingresos.

Cobre

En personas adultas no se ha observado casos de carencia debida exclusivamente a deficiencias dietéticas de cobre (21). Sin embargo, la anemia de infantes alimentados con leche sólo puede curarse con cobre, administrado juntamente con hierro. El cobre es necesario para la movilización del hierro plasmático y forma parte de las aminooxidasas, elementos indispensables para la síntesis del colágeno y de la elastina, y de la citocromooxidasa, o más bien del citocromo a_3 , que es el último eslabón en la cadena de enzimas de óxido-reducción (22). La deficiencia de cobre en ratas produce lesiones cardíacas debido a problemas en la formación de la citocromooxidasa (23).

Parece ser que de 2 a 3 mg diarios de cobre son suficientes para cubrir el requerimiento de adultos (24). No obstante, hay que tener en cuenta que la presencia de zinc, hierro y cadmio en la dieta limita el aprovechamiento del cobre (21, 25).

Al suplementar con carne las dietas sometidas a estudio, y

completar su nivel energético con grasas y azúcares (carentes de cobre), todos los tipos que abarcó la investigación resultan ser deficientes, a excepción del tipo 1 (trigo/arroz). El contenido de cobre de las carnes por lo general no excede el nivel de 0.1 mg en 100 g (17). Sólo los mariscos (ostras, langostas, camarones, etc.) alcanzan niveles altos de cobre. Su consumo ocasional no eleva suficientemente la ingesta de cobre, y sus altos niveles de ciertos elementos tóxicos, el mercurio, por ejemplo, no permite recomendar su inclusión en la dieta (26).

Las menestras contienen más cobre que las carnes (27), pero la ausencia de datos sobre su biodisponibilidad no permite formular recomendaciones.

En el Perú el consumo de arroz por parte de la mayoría de la población probablemente evita deficiencias de cobre. Sólo se ha demostrado la utilidad de la aplicación de este mineral en niños con kwashiorkor.

Zinc

En los Estados Unidos se ha observado, en niños, retraso del crecimiento, anorexia, trastornos gastrointestinales y, posteriormente, hipogonadismo por deficiencia de zinc en la dieta (1, 28).

La depleción de zinc produce en el hombre y en la rata hipogeusia (pérdida de la sensibilidad gustativa), a veces en relación con tratamientos con histidina, lo que impide la absorción de zinc (29).

En Guatemala, al determinar niveles plasmáticos de zinc, se comprobó que la típica dieta rural a base de tortillas de maíz y frijol negro (*Phaseolus vulgaris*), reduce la concentración de zinc por debajo de los niveles observados en ayuno (30).

En las personas adultas la deficiencia de zinc puede producir ceguera nocturna, hipospermia, hiperqueratinización del epitelio cutáneo, exfoliación de las uñas y alopecia. Hay reducción de la actividad enzimática de la alcohol deshidrogenasa en la retina, con deficiencia en la formación de retinal (31).

Los niveles altos de calcio y cobre (32), fitatos y fibra dietética (33) reducen la absorción de zinc. En la selva, la carencia de zinc favorece la anquilostomiasis y la diaforesis (1).

Para lograr una disponibilidad promedio de 200/o de zinc de la dieta, los requerimientos diarios varían entre 27 mg para lactantes, y 11 mg para adultos de ambos sexos (1), aunque varias instituciones recomiendan niveles más altos para adultos (24).

Nuestra dosificación de zinc en harina de trigo dio 12.4 mg por kg más alto que el promedio de harinas de los Estados Unidos (7.8 mg por kg). Es probable que la diferencia se deba a la mayor tasa de extracción en el Perú, ya que nuestro valor para trigo entero es idéntico al encontrado en los EUA (35 mg por kg). A pesar de que los subproductos de trigo contienen mucho zinc (90 mg por kg), sus altos niveles de fitatos limitan la absorción de este elemento.

Sólo las dietas tipo 2 (maíz/trigo) y tipo 4 (maíz) cubren los requerimientos de zinc, siempre que en las mismas se incluya una porción de carne. Las verduras y frutas tienen un bajo contenido de zinc.

Las dietas tipo 1 (trigo/arroz) y tipo 3 (trigo) no llegan a cubrir los requerimientos de zinc, aunque contengan una moderada cantidad de carne.

La deficiencia de este elemento en la leche (tanto materna como de vaca) presenta un problema especial en la alimentación del lactante (28).

En el Perú, salvo un sector de la población costera que ingiere abundante pescado, la mayoría probablemente no cubre sus requerimientos de zinc (34). Sin embargo, en el campo clínico todavía no se cuenta con investigaciones orientadoras al respecto. El valor de una dieta a base de trigo y arroz encontrado por nosotros fue bajo: 3.6 mg de zinc para 500 g de una mezcla de partes iguales de harina de trigo y arroz pulido. El contenido de 2 a 4 mg de zinc, que pueden provenir de la carne, no bastan para corregir la situación en que se encuentra la mayor parte de la población, sobre todo las mujeres lactantes y las madres embarazadas.

Manganeso

A pesar de que no se han notificado signos de deficiencia clínica de manganeso en el hombre, el papel bioquímico de este elemento (que interviene en la composición de numerosas enzimas), su elevada concentración en el hígado y páncreas, y las carencias observadas en animales, aconsejan la conveniencia de mencionarlo (35).

Encuestas alimentarias efectuadas en Europa, la India y América del Norte, indican aportes diarios de 2.0 a 8.8 miligramos (1).

Sólo en la India, donde las dietas habituales son a base de sagú, se han obtenido balances negativos de manganeso. Las dietas de la selva peruana a base de yuca y pescado y pobres en mangane-

so, también podrían ser deficitarias. Las tierras lavadas por intensas lluvias son muy pobres en microelementos y esta pobreza se refleja en la composición de los cultivos.

Para los adultos, el requerimiento diario de manganeso parece ubicarse entre 2.5 y 5.0 mg (24).

Todas las dietas que incluyó el estudio, suplementadas con carne, superan el límite inferior. También las menestras acusan niveles regulares de manganeso, aunque no se conoce a fondo su biodisponibilidad (17).

CONCLUSIONES

Al clasificar las dietas hispanoamericanas de acuerdo con los cereales que en ellas predominan, destaca el hecho que las dietas con trigo y arroz muestran déficits de hierro. Todas las dietas, a excepción de las que contienen arroz, presentan niveles demasiado bajos de cobre y aquéllas con trigo y arroz también son demasiado bajas en su contenido de zinc.

Si las carnes se eliminan de estas dietas, la situación se agrava aún más.

SUGERENCIAS

En base a la información provista, sugerimos el enriquecimiento de la sal de cocina. Ya existen antecedentes industriales en lo que respecta al agregado de pequeñas cantidades de compuestos de yodo (yodatos) y de sus ventajas logísticas. Por otro lado, la experiencia molinera ha demostrado que el enriquecimiento de la harina de trigo encuentra mucha resistencia entre los industriales (36), que prefieren agregarle blanqueadores y oxidantes (mejoradores de la panificación).

La inclusión de una parte de hierro ferroso y una parte de zinc por mil partes de sal debería corregir la mayoría de las deficiencias de las dietas analizadas, lo que con una ingesta diaria de 6 g de sal daría 6 mg de hierro y 6 mg de zinc. Se propone así, la incorporación de 2.1 g de carbonato ferroso y de 1.25 g de óxido de zinc por cada kg de sal seca, basándonos en pruebas de preparación de premezclas minerales para animales. En ausencia de agua no hay reacciones químicas entre los aditivos, los que se diluirían previamente en el agente antiapelmazante (fosfato tricálcico carbonato

de magnesio). No hemos observado ningún efecto sobre el sabor del pan preparado con estos aditivos.

SUMMARY

DEFICIENCIES OF ESSENTIAL MINOR ELEMENTS IN SPANISH-AMERICAN DIETS

The Spanish-American diets are classified in four types, according to the prevailing cereal in each of them. The content of the most important microelements in agreement with analytical data and food composition tables was determined in each type. Regional deficiencies were determined and references are made specially to Peru. Solutions based on modern pharmaceutical resources are proposed.

BIBLIOGRAFIA

1. Organización Mundial de la Salud. **Los Oligoelementos en la Nutrición Humana**. Ginebra, OMS, 1973, 73 p. (Informe Técnico 532).
2. Guzmán Barrón, Blanco de Alvarado-Ortiz & Ayala Macedo. **Nutrición Humana**. Tomo I. Lima, Datagraph del Perú S.A. y Servicio de Copias S.C.R.L., 1980, 280 p.
3. Buzina, R. **Vitamins and Trace Elements**. S. R. Croatia, Zagreb, Yugoslavia, Institute of Public Health.
4. Frost, D. V. Recent advances in trace elements: Emphasis on interrelationships. En: **1967 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**. Proceedings, 1967, p. 31-40.
5. United States Department of Health, Education and Welfare. **The First Health and Nutrition Examination Survey**. Washington, D.C., 1974.
6. Gandra, Y. R., R. B. Bradfield, V. Hernández, C. Díaz & J. H. Firbas. Studies on the pathogenesis of a tropical normocytic anemia. En: **Proceedings. 7th International Congress on Tropical Medicine and Malaria, Rio de Janeiro, September 1-11, 1963**.
7. Ayala, M., G. Elementos inorgánicos (2a. parte). En: **Nutrición Humana**. Tomo I. Lima, Datagraph del Perú S.A. y Servicio de Copias S.C.R.L., 1980, p. 147-166.
8. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 9th ed. Washington, D.C., AOAC, 1960.
9. Firbas, J. H., G. Vaccari & L. Silva. Método rápido para el dosaje de manganeso en alimentos. **Bol. Soc. Quím. Perú**, 31: 57-66, 1965.

10. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Cuarta Encuesta Alimentaria Mundial**. Roma, FAO, 1977.
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Provisional food balance sheets, 1972-74 average**. Rome, FAO, 1977.
12. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. **Situación de la Infancia en América Latina y el Caribe**. Recopilación de datos de la FAO. Santiago, Chile, Editorial Universitaria, 1979, p. 110-114.
13. Perú, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Instituto de Nutrición. **La alimentación y el estado de nutrición en el Perú**. Marzo, 1960. Además, informes internos posteriores.
14. Perú, Ministerio de Agricultura, Dirección de Estadística, Catastro y Estudios Económicos. **Hoja de balance de alimentos 1965 y años posteriores**.
15. Bender, A. E. **Food Processing and Nutrition**. London, New York, San Francisco, Academic Press, 1978, p. 243.
16. Monsen, E. R., L. Hallberg, M. Layrisse, D. M. Hegsted, J. D. Cook, W. Mertz & C. A. Finch. Estimation of available dietary iron. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 134-141, 1978.
17. J. R. Geigy S. A. **Documenta Geigy. Tablas Científicas, 1965**, p. 523.
18. Olsson, E., B. A. Björn Isaksson, A. Norrby and L. Solnell. Food iron absorption in iron deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 106-111, 1978.
19. Organización Mundial de la Salud. **Manual sobre Necesidades Nutricionales del Hombre**. Ginebra, OMS, 1975, 78 p. (Serie de Monografías No. 61).
20. Perú, Ministerio de Economía y Finanzas, Dirección General de Asuntos Financieros. **Niveles de Vida. Análisis de la Situación Alimentaria en el Perú (Período agosto 1971 - agosto 1972)**, 1977, 120 p.
21. Mason, K. E. A conspectus of research on copper metabolism and requirements of man. *J. Nutrition*, **109**: 1979-2066, 1979.
22. Stryer, L. **Bioquímica**. Trad. M. Rosell P. Barcelona, Ed. Reverté S.A., 1976.
23. Paynter, D. I. Changes in activity of the Cu-Zn superoxide dismutase enzyme in tissues of the rat with changes in dietary copper. *J. Nutrition*, **109**: 1571-1576, 1979.
24. National Academy of Sciences - National Research Council. **Recommended Dietary Allowances (RDA) of the Food and Nutrition Board**. Washington, D.C., NAS-NRC, 1980.
25. Hemphill, D. D. (Ed.). **Trace Substances in Environmental Health. VIII**. Columbia University of Missouri, 1974.
26. Establier, R. **Estudio de la Contaminación Marina por Metales Pesados y sus Efectos Biológicos**. Barcelona, julio, 1977. (Informes Técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras, No. 46).

27. J. R. Geigy S. A. *Documenta Geigy. Tablas Científicas*, 1965, p. 518, 519, 524.
28. Walravens, P. A. & K. M. Hambidge. Growth of infants fed a zinc supplemented formula. *Am. J. Clin. Nutr.*, 29: 1114-1121, 1976.
29. Catalanotto, F. A. The trace metal zinc and taste. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31: 1098-1103, 1978.
30. Solomons, N. W., R. A. Jacob, O. Pineda & F. E. Viteri. Studies on the bioavailability of zinc in man. Effects of the Guatemalan rural diet and of the iron fortifying agent, NaFeEDTA. *J. Nutrition*, 109: 1519-1528, 1979.
31. Morrison, S. A., R. M. Russell, E. A. Carney & E. V. Oaks. Zinc deficiency: A cause of abnormal dark adaptation in cirrhotics. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31: 276-281, 1978.
32. Van Campen, D. R. Copper interference with the intestinal absorption of zinc-65 by rats. *J. Nutrition*, 97: 104, 1969.
33. Ewing, W. R. *Poultry Nutrition. Zinc in Practical Rations*. 5th ed. Pasadena, California, The Ray Ewing Company, 1963, p. 668-686.
34. Borgstrom, G. (Ed.). *Fish as Food*. Vol. 2. New York, London, Academic Press, 1962, p. 218-219.
35. Shohl, A. T. *Mineral Metabolism*. New York, N.Y., American Chemical Society, 1939 (Monograph Series, No. 82).
36. Crosby, W. H. Editorial. Fortification of food with carbonyl iron. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31: 572-573, 1978.