

Revista de Endocrinología y Nutrición

Volumen **13**
Volume

Número **5**
Number

Enero-Marzo **2005**
January-March

Artículo:

Micronutrientes en vegetarianos

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, AC

Otras secciones de
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

*Others sections in
this web site:*

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)



www.Medigraphic.com



Artículo de revisión

Micronutrientes en vegetarianos

Aurora Elizabeth Serralde Zúñiga,* Alberto Pasquetti Ceccatelli,* Guillermo Meléndez Mier*

* Servicio de Nutriología Clínica INCMNSZ.

Correspondencia:
Aurora Elizabeth Serralde Zúñiga.
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y
Nutrición "Salvador Zubirán". Vasco de
Quiroga 15. CP 14000. México, D.F. Tel.
55731200 Ext. 2193 y 2234.
Correo electrónico:
aurozabeth@yahoo.com.mx

Fecha de recepción: 24-Mayo-2004
Fecha de aceptación: 20-Agosto-2004

Resumen

El término vegetarianismo engloba diversas prácticas alimenticias con diferentes repercusiones en la salud, la principal razón para adoptarlo en la actualidad está relacionada con el deseo de perder peso, disminuir el riesgo de enfermedades crónico-degenerativas o contribuir a su manejo terapéutico. Sin embargo, las dietas vegetarianas restrictivas o no balanceadas pueden condicionar deficiencias nutricias particularmente en situaciones de alta demanda metabólica. Algunos micronutrientes tienen mayor riesgo de deficiencia por estar contenidos en productos de origen animal predominantemente por lo que su aporte resulta menor o su absorción se encuentra comprometida por el alto contenido en fitatos, oxalatos o fibra que caracteriza a estas dietas. Los profesionales de la salud debemos conocer los beneficios y riesgos potenciales que implica ser vegetariano para ayudar a diseñar un plan de alimentación bien balanceado, indicar el uso de alimentos fortificados o suplementos de micronutrientes específicos para prevenir su deficiencia.

Palabras clave: Micronutrientes, vegetarianos, minerales, vitaminas.
Revista de Endocrinología y Nutrición 2005;13(1)Enero-Marzo. 33-38.

Abstract

The concept of vegetarianism includes different alimentary habits which have various effects on health. Today, the main reasons to adopt these practices are related to weight loss, reducing the risk of chronic degenerative diseases or contributing to their treatment. However, restrictive or imbalanced vegetarian diets may lead to nutritional deficiencies, particularly during periods of high metabolic demand. Some micronutrients are at greater risk of being deficient, since they are found in animal products, which are scarcely consumed. Added to this lower intake, their absorption may be affected by the high contents of phytates, oxalates and fiber which distinguish these diets. Health professionals should be informed about the benefits and potential risks of being vegetarian in order to design a well-balanced nutritional plan, as well as using fortified foods or specific micronutrient supplements to avoid deficiencies.

Key words: Trace elements, vegan, vegetarian, minerals, vitamins.
Revista de Endocrinología y Nutrición 2005;13(1)January-September. 33-38.

INTRODUCCIÓN

Las dietas vegetarianas gozan de una popularidad cada vez mayor en occidente, aunque en Asia han sido llevadas a la práctica por siglos. El término vegetarianismo engloba un grupo de usos y alimentaciones variadas con diversas implicaciones en la salud.

- *Vegetarianos estrictos:* incluyen frutas, verduras, cereales, leguminosas y semillas. Excluyen los productos de origen animal: carne roja, aves, pescado, huevo y productos lácteos como leche, crema, yoghurt, queso y helado.

- *Lacto-vegetarianos:* consumen además productos lácteos, sin embargo excluyen el resto de productos de origen animal.
- *Ovolacto-vegetarianos:* incluyen en su dieta huevo y productos lácteos, sin consumir carne roja, aves o pescado.¹

Las motivaciones de la población adulta para adoptar una dieta vegetariana se asocian con motivos espirituales, religiosos, morales, ecológicos, pero en la actualidad las principales razones están relacionadas con la salud: deseo de perder peso, disminuir el riesgo de enfermedades crónico-degenerativas o contribuir al manejo terapéutico en el control de las enfermedades.

Antes del siglo XIX el vegetarianismo tenía una justificación moral y metafísica; durante el siglo XIX el avance de la ciencia contribuyó a promover los argumentos fisiológicos de esta práctica² y en el siglo XX debido a los múltiples descubrimientos sobre la importancia de las vitaminas y la fibra en la salud humana, surgió el consumo de frutas y verduras como parte indispensable dentro de la campaña de educación a la población en materia de nutrición, que aunado a descubrimientos epidemiológicos, provenientes del grupo religioso "Adventistas del Séptimo día", acerca de la prevención de enfermedades crónico-degenerativas (cáncer, enfermedad coronaria, hipertensión, diabetes) y "enfermedades occidentales" (hemorroides, cáncer de colon, litiasis vesicular), han creado una impresión en la población general en que el vegetarianismo puede conservar y mejorar la salud.³⁻⁶

El riesgo estandarizado de mortalidad por todas las causas se reduce de manera importante en los vegetarianos, que se sabe consumen más frutas, verduras y ácidos grasos poliinsaturados y menos ácidos grasos saturados, colesterol; sin embargo estas características de la dieta afectan la absorción de minerales indispensables como el hierro, zinc, manganeso y calcio.^{7,8}

Es posible que estos individuos tengan índices de masa corporal menores, fumen menos y hagan más ejercicio, en general, el vegetarianismo por elección se asocia con un estilo de vida más saludable. Sin embargo, los datos no son suficientes para demostrar que una dieta omnívora, planificada de acuerdo a los lineamientos recomendados y combinada con un estilo de vida sano, no resulte igualmente benéfica.⁹

MICRONUTRIENTES

Los elementos traza son metales y sustancias inorgánicas que están presentes en bajas concentraciones en los tejidos; las vitaminas son compuestos orgánicos y ambos son referidos como "micronutrientes", no tienen valor energético, sin embargo, si el cuerpo humano se depleta de éstos, es incapaz de compensar su ausencia y se desarrollan alteraciones bioquímicas y funcionales. En los últimos 50 años, elementos traza como el cromo, selenio o el zinc han surgido en una nueva categoría como elementos indispensables, en la actualidad son considerados 10 elementos (cobre, selenio, zinc, hierro, manganeso, molibdeno, cromo, flúor, yodo, cobalto) y 13 vitaminas (A, D, E, K, C, B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), B5 (ácido pantoténico), B6 (piridoxina), B8 (biotina), B9 (ácido fólico) y B12 (cobalamina) dentro de esta categoría.¹⁰

Los micronutrientes contenidos en las dietas representan la máxima cantidad disponible para el cuerpo, sin embargo, no constituyen la cantidad absorbida o utiliza-

da. La disponibilidad depende de la forma química del elemento, la naturaleza del alimento ingerido, la composición total de la dieta y el estado nutricional y de salud en general del individuo.

La concentración de micronutrientes en los alimentos puede ser afectada por el tipo de suelo donde crecen, los fertilizantes, insecticidas y fungicidas usados, así como los contenedores donde son almacenados y procesados.

Factores dietarios que afectan la disponibilidad de los micronutrientes

Las dietas basadas en vegetales son las que contienen la mayor cantidad de los dos antinutrientes naturales: la fibra y el ácido fítico (fitato); ambos inhiben de forma independiente la absorción y/o retención de ciertos micronutrientes, por lo que en las dietas vegetarianas la disponibilidad es menor que en las dietas omnívoras (*Figuras 1 y 2*).

El **ácido fítico** (mioinositol hexafosfato) es encontrado en muchos alimentos que contienen cereales integrales, semillas, leguminosas y algunos tubérculos; tiene dos cationes divalentes que forman compuestos insolubles en el intestino y hacen imposible su absorción. Tiene un efecto negativo sobre el zinc, y es controversial sobre el cobre y manganeso.^{11,12}

El calcio potencia el efecto inhibitorio del fitato sobre la absorción del zinc, al formar complejos zinc-calcio-fitato que es todavía menos soluble que el zinc-fitato. La relación crítica milimolar de (fitato x calcio) zinc que inhibe su disponibilidad no ha sido bien definida, Cossack y Prasad sugirieron que por MJ > 22 era posible inducir deficiencia de zinc.¹³

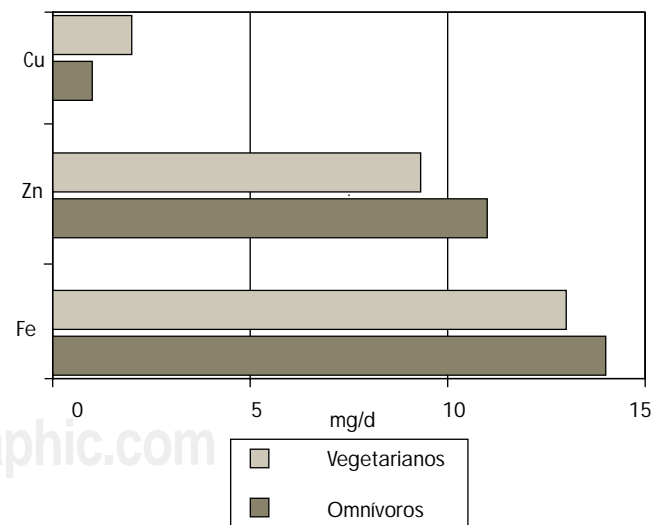


Figura 1. Aporte de vitaminas en una dieta de 2,000 kcal. Modificado Haddad E, Tanzman J. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(Suppl): 626S-632S.

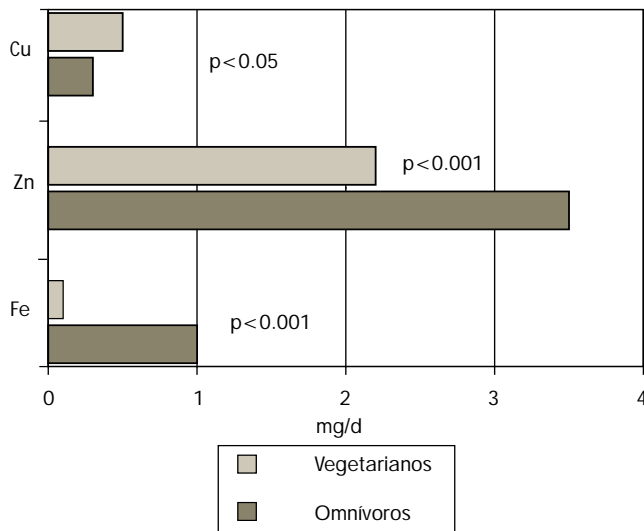


Figura 2. Aporte de nutrimentos inorgánicos en una dieta de 2,000 kcal. Modificado Haddad E, Tanzman J. Am J Clin Nutr 2003; 78(Suppl): 626S-632S.

La absorción del hierro puede ser de 2-3% si proviene de cereales fortificados y leguminosas cuando el contenido de fitato es alto (1g/100g), sin embargo, al disminuir 90% el contenido de fitato en los alimentos (100mg/100g de producto) se puede esperar que se duplique la absorción de hierro y que la degradación de los fitatos se incremente 5 veces o llegue a ser completa. Por lo anterior se recomienda que la relación de fitato/hierro sea < 1, preferentemente < 0.5, debido a que con estos niveles de fitato (20-30 mg/100g de producto), la absorción del zinc puede ser satisfactoria.¹⁴

Las dietas de los vegetarianos estrictos contienen 4 veces más **fibra** cruda y en ovolacto-vegetarianos 2 veces más que en la dieta omnívora.^{15,16} La cantidad y tipo de fibra afecta de forma diferente la disponibilidad de los minerales, por ejemplo la fibra soluble que se encuentra en frutas como la pectina no afecta la absorción de zinc o cobre, pero sí el manganeso y posiblemente selenio; en contraste la fibra insoluble de los cereales y fibras vegetales (celulosa, hemicelulosa) inhiben manganeso y zinc, sin influir al cobre, probablemente porque los complejos que forman son fáciles de romper.¹⁷ Resultados de estudios controlados en humanos indican que el consumo de aproximadamente 25 g de fibra no representa efectos negativos sobre la absorción de minerales.¹⁸

Los efectos de la fibra en la dieta sobre la absorción de minerales suelen confundirse por la presencia de fitatos y oxalatos. El **ácido oxálico** forma complejos fibra-cobre-oxalato o fibra-zinc-oxalato, que son más difíciles de romper en el tracto digestivo que los que incluyen mineral-oxalato o mineral-fibra solamente.

Las dietas altas en **proteínas** especialmente de origen animal mejoran la disponibilidad del cobre, zinc y selenio, por la formación de complejos solubles con L-aminoácidos, que facilitan su absorción; por lo que la exclusión de carnes puede exacerbar su pobre disponibilidad en las dietas vegetarianas.¹⁹

Estudios recientes indican que la reducción en la ingestión de proteínas en la dieta afectan negativamente la absorción del calcio, donde se muestra que al aportar 0.7 g proteína/kg peso la absorción de calcio es de 18.4 ± 1.3% incrementándose la absorción a 26.3 ± 1.5% con 2.1 g proteínas/kg peso.²⁰

Interacciones entre minerales y vitaminas en dietas vegetarianas

La disponibilidad de algunos elementos traza puede afectarse por las múltiples interacciones antagónicas sobre la absorción intestinal entre vitaminas y minerales: la vitamina C mejora la absorción del hierro, el zinc interactúa con la vitamina A y el hierro; mientras que el cobre, hierro y zinc compiten por el mismo transportador (metalotienina) y el hierro afecta la disponibilidad del cromo.²¹ Esta interacción se incrementa en sujetos que consumen suplementos.

MICRONUTRIMENTOS EN DIETAS VEGETARIANAS

La deficiencia de **hierro** resulta cuando su absorción es inadecuada para cubrir los requerimientos del cuerpo, lo cual ocurre cuando el aporte es pobre en la dieta, cuando existe crecimiento rápido o pérdidas sanguíneas; con importantes efectos deletéreos a la salud del individuo;²² su importancia radica en el transporte de oxígeno al formar parte de la hemoglobina, mioglobina y citocromos, por lo tanto del metabolismo aerobio.

Bajo condiciones normales la absorción del hierro es del 10-15%, y puede variar del 1-40%²³ porque depende de la cantidad de hierro en los alimentos, la forma química del hierro, el estado en el organismo de este mineral, y la composición de la dieta. Aproximadamente 40% del hierro contenido en la carne es hem el cual es absorbido del 15-35%; mientras que el hierro contenido en los productos lácteos, huevos y leguminosas es nohem, que corresponde a > 80% del hierro ingerido y que se absorbe del 2-20% por ser menos soluble; lo que sugiere que los vegetarianos tienen riesgo alto de presentar deficiencia de hierro.²⁴ Las dietas vegetarianas pueden contener cantidades similares de hierro a las omnívoras, sin embargo, la forma química del hierro y otros constituyentes en la dieta inhiben su absorción.²⁵ La vitamina C es un potente promotor de la absorción del hierro nohem al convertirlo en su forma ferrosa que es más soluble, 75

mg mejoran de 3-4 veces su absorción.²⁶ Forma quelatos con los fosfatos, oxalatos (espinacas, chocolate) y fitatos (granos, soya) que son contenidos de forma habitual en las plantas, formando complejos insolubles que no permiten su absorción.

Los vegetarianos tienen depósitos de hierro más bajos que en omnívoros y parecen no tener mayor incidencia en la anemia por deficiencia de hierro. Algunos estudios han encontrado niveles de hierro adecuados en vegetarianos que podrían consumir vegetales ricos en hierro y bajos en sustancias que puedan inhibir su absorción, además de incluir alimentos con alto contenido de ácido ascórbico y aminoácidos como la cisteína (leche y huevo) que se sabe mejoran la absorción del hierro.²⁷ Las fuentes más importantes de hierro en los vegetarianos son el trigo y cereales fortificados, leguminosas, vegetales de hoja verde, nueces, semillas y frutas secas.

La **vitamina B12** es sintetizada por bacterias, hongos y algas, pero no por levaduras, plantas o animales. Las principales formas de la vitamina en humanos son productos animales que se han acumulado por la síntesis de bacterias. La vitamina B12 contenida en los lácteos es adecuada para cubrir los requerimientos en los ovolacto-vegetarianos con función intestinal normal.

Ocasionalmente, puede ocurrir contaminación de las plantas por los microorganismos que la producen (bacterias del colon),²⁸ sin embargo no puede ser absorbida a este nivel del intestino porque el principal sitio de absorción es la primera mitad del intestino delgado.²⁹ Las deficiencias de vitamina B12 y ácido fólico incrementan el riesgo de anemia megaloblástica en los vegetarianos;³⁰ sin embargo, no es un hallazgo común, ya que pueden coexistir con otras deficiencias (hierro y ácido fólico) lo que hace difícil su diagnóstico.^{31,32}

Los vegetarianos tienen concentraciones significativamente mayores de homocisteína hasta en un 84% de los sujetos,³⁰ que correlacionan negativamente con los niveles de vitamina B12 con respecto a los omnívoros y se asocian al daño neurológico que condiciona esta deficiencia.^{33,34}

La ingesta baja de **calcio** es observada en los vegetarianos estrictos, porque no consumen productos lácteos los cuales aportan generalmente el 70% del calcio en la dieta. El calcio contenido en los vegetales tiene menor disponibilidad, se absorbe 5 veces menos que el de los lácteos por el alto consumo de fibra, ácido oxálico y ácido fítico.³⁵ Sin embargo, los vegetarianos tienen factores protectores por su estilo de vida que mejoran la utilización del calcio y la mineralización ósea.

Los cereales son la fuente primaria de zinc en las dietas vegetarianas, en las dietas omnívoras los lácteos son la fuente principal en los niños y las carnes, seguidas de los cereales en adultos. Más de 200 enzimas son dependientes de este mineral y participan en procesos como la

regulación ácido-base, el metabolismo de los aminoácidos, síntesis de ácidos nucleicos y proteínas y disponibilidad de folatos. Es importante para el funcionamiento del sistema inmune y reproductivo y el desarrollo y función del sistema nervioso central.

Las dietas de los vegetarianos pueden ser deficientes en zinc, especialmente si consumen grandes cantidades de fitatos, oxalatos, fibra o hierro debido al efecto negativo sobre su absorción. Sin embargo, no tienen necesariamente deficiencia por los mecanismos adaptativos que pueden incrementar su absorción y mejorar su utilización.³⁶

La Organización Mundial de la Salud clasificó las dietas de acuerdo a la disponibilidad del zinc según la proporción molar que guarda con el fitato (fitato/zinc): alta disponibilidad (absorción 50-55%), descritas como dieta refinada, baja en fibra con una proporción fitato/zinc < 5; disponibilidad moderada (absorción 30-35%) con relación fitato/zinc 5-15 y disponibilidad baja (absorción 15%) con relación fitato/zinc molar > 15 que son dietas ricas en cereales integrales; y que requiere más de 50% de zinc que en los no vegetarianos.^{37,38}

La ingestión de **cobre y manganeso** son mayores en los vegetarianos porque consumen alimentos ricos en estos minerales como cereales enteros (los refinados los pierden durante la refinación), semillas, leguminosas, nueces y vegetales verdes.¹¹

La disponibilidad de la **vitamina B6** puede ser del 100% en los productos de origen animal (aves, huevos, mariscos, cerdo y vísceras como el riñón e hígado), y es menor en la que proviene de origen vegetal (arroz, avena, soya, trigo, cacahuates y nueces). Los principales factores que afectan la disponibilidad de esta vitamina son: los productos de las reacciones que ocurren durante el procesamiento de los alimentos (el calor disminuye su disponibilidad 25-30%); tipo de fibra en la dieta (puede reducir su absorción 5-10%); y la presencia y cantidad de glucósido piridoxina conjugada (considerado como predictor de la disponibilidad de la vitamina B6 en los alimentos al reducir su absorción hasta en 75-80%); se encuentra en la col, coliflor y brócoli, por lo que el incremento en el consumo de estos alimentos tiene efectos negativos en el estado de esta vitamina.³⁹

Deben considerarse todos estos factores que modifican la disponibilidad ya que al comparar la ingestión de esta vitamina en omnívoros y vegetarianos podríamos no encontrar diferencias significativas.

Los productos animales, sobre todo los que provienen del mar tienen mayor concentración de **selenio** que las plantas; los omnívoros consumen más selenio que los vegetarianos. El pescado, hígado, riñón y nueces de Brasil tienen alto contenido de selenio y es bajo en frutas y verduras, pero no es usual verla reportada en la literatura. Un estudio reportó nivel de selenio 15% menor en

lacto-vegetarianos, 18% en vegetarianos estrictos en comparación con omnívoros, y reducción del 55% en su excreción en orina.¹⁵ Judd y cols estudiaron a vegetarianos y omnívoros, analizaron la concentración de selenio en uñas con nivel significativamente menor en vegetarianos.⁴⁰

Existe un riesgo agregado de presentar deficiencia de energía y micronutrientos especialmente durante etapas de crecimiento rápido, cuando las demandas se incrementan como en el embarazo, la lactancia, la niñez y adolescencia; además de etapas de estrés como la sepsis, postquirúrgica, etc.

DISCUSIÓN

Los profesionales de la salud debemos conocer los beneficios y riesgos potenciales que el vegetarianismo implica por deficiencia de micronutrientos y ayudar a diseñar un plan de alimentación que mantenga o mejore la salud.

Las dietas basadas en vegetales que están bien balanceadas pueden prevenir las deficiencias de nutrientes y además, las enfermedades crónico-degenerativas, sin embargo, las dietas vegetarianas restrictivas o no balanceadas pueden condicionar deficiencias nutricias, particularmente en situaciones de alta demanda metabólica especialmente de energía, calcio, zinc, hierro, vitamina B12 y D.^{41, 42}

Los micronutrientos en las dietas de los vegetarianos pueden ser similares o incluso mayores que en omnívoros (*Cuadros I y II*), sin embargo lo que puede estar comprometida es su disponibilidad por el contenido de fitatos y fibra en los vegetales y bajas en carnes que reduce principalmente la disponibilidad del zinc, hierro, cobre y probablemente manganeso y selenio. El estado de los micronutrientos parece adecuado en la mayoría

Cuadro I. Comparación de la ingestión de Fe, Zn y Cu. Modificado Hunt J. Am J Clin Nutr 2003; 78(Suppl): 633S-639S.

	No vegetarianos _{DE}	Vegetarianos _{DE}
Vitamina A (RE)	1,001 ₁₀	1,696* ₉₃
Vitamina E (mg)	7.88 _{0.005}	9.71* _{0.43}
Vitamina C (mg)	98 ₁	161* ₇
Tiamina (mg)	1.6 ₀	1.75* _{0.05}
Rivoflavina (mg)	1.9 _{0.01}	1.92 _{0.06}
Niacina (mg)	22.9 _{0.1}	17.2* _{0.7}
Vitamina B6 (mg)	1.8 _{0.001}	1.84 _{0.07}
Folatos (microg)	258 ₁	391* ₁₂
Vitamina B12 (microg)	5.04 _{0.07}	2.4* _{0.68}

DE: Desviación estándar
* p < 0.05

Cuadro II. Contraste en la absorción de Fe, Zn y Cu. Modificado Hunt J. Am J Clin Nutr 2003; 78(Suppl): 633S-639S.

	No vegetarianos _{DE}	Vegetarianos _{DE}
Calcio (mg)	771 ₃	964* ₁₆
Fósforo (mg)	1,226 ₃	1,257 ₂₅
Magnesio (mg)	267 ₁	346* ₈
Hierro (mg)	15.3 _{0.1}	16.4 _{0.6}
Zinc (mg)	11.3 ₀	9.5* _{0.5}
Cobre (mg)	1.19 ₀	1.51* _{0.04}
Fibra (mg)	15.3 _{0.1}	26.1* _{0.6}

DE: Desviación estándar
* p < 0.05.

de los adultos vegetarianos, probablemente por la capacidad adaptativa del organismo. Se deben preferir granos enteros, y vegetales con alto contenido de hierro acompañados de alimentos que sean ricos en vitamina C. En el caso de vegetarianos estrictos se deberán consumir alimentos fortificados con vitamina B12 como leche de soya y cereales con hierro y B12.⁴³⁻⁴⁵

BIBLIOGRAFÍA

1. Pfeffer F, Kaufer-Horwitz M. Nutrición del adulto. En: Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez-Lizaur A, Arroyo P, ed. *Nutriología médica*. 2ª ed. México: Panamericana 2001: 116.
2. Whorton J. Historical development of vegetarianism. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(Suppl): 1103S-1109S.
3. Key T, Thorogood M, Appleby P et al. Dietary habits and mortality in 11,000 vegetarians and health conscious people: results of a 17 year follow up. *BMJ* 1996; 313: 775-779.
4. Beilin L. Vegetarian and other complex diets, fats, fiber and hypertension. *Am J Clin Nutr* 1994; 59 (Suppl): 1130S-1135S.
5. Anderson J, Smith B, Gustafson N. Health benefits and practical aspects of high-fiber diets. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(Suppl): 1242S-1247S.
6. Dwyer J. Health aspects of vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 712-738.
7. Kies C. Mineral utilization of vegetarians: impact of variation in fat intake. *Am J Clin Nutr* 1998; 48: 884-887.
8. Kies C. Effect of dietary fat and fiber on calcium bioavailability. In: Kies C; ed. *Nutritional bioavailability of calcium*. Washington, DC: American Chemical Society, 1985: 175-187.
9. National Institute of Nutrition (Canada). Risk and benefits of vegetarian diets. *Nutrition Today* 1990; 25(2): 27.
10. Hardy G, Reilly C. Technical aspects of trace element supplementation. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 1999; 2: 277-285.
11. Gibson R. Content and bioavailability of trace elements in vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(Suppl): 1223S-1232S.
12. Hunt J, Vanderpool R. Apparent copper absorption from a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 803-807.

13. Cossack Z, Prasad A. Effect of protein source on the bioavailability of zinc in human subjects. *Nutr Res* 1983; 3: 23-31.
14. Hurrell R. Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability. *J Nutr* 2003; 133 (9): 2973S-2977S.
15. Freeland-Graves J. Mineral adequacy of vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 859-862.
16. Kelsay J, Frazier C, Prather E et al. Impact of variation in carbohydrate intake on mineral utilization by vegetarians. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 875-879.
17. Mills C. Dietary interactions involving the trace elements. *Annu Rev Nutr* 1985; 5: 173-193.
18. Kelsay J. Update on fiber and mineral availability. In: Vahouny GW, Kritchevsky D, eds. *Dietary fiber*. New York, NY: Plenum Publishing Corporation, 1986: 361-372.
19. O'Dell B. Bioavailability of trace elements. *Nutr Rev* 1984; 42: 301-308.
20. Kerstetter J, O'Brien K, Insogna K. Dietary protein, calcium metabolism, and skeletal homeostasis revisited. *Am J Clin Nutr* 78(Suppl): 584S-592S.
21. Solomons N. Competitive interaction of iron and zinc in the diet: consequences for human nutrition. *J Nutr* 1986; 116: 927-935.
22. Craig W. Iron status of vegetarians. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(Suppl): 1233S-1237S.
23. Latta D, Liebman M. Iron and zinc status of vegetarian and nonvegetarian males. *Nutr Rep Int* 1984; 30: 141-147.
24. Monsen R. Iron nutrition and absorption: dietary factors which impact iron bioavailability. *J Am Diet Assoc* 1988; 88: 786-790.
25. Hunt J, Roughead Z. Nonheme-iron absorption, fecal ferritin excretion, and blood indexes of iron status in women consuming controlled lactoovo vegetarian diets for 8 wk. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 944-952.
26. Cook J, Monsen E. Vitamin C, the common cold and iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 1977; 30: 235-241.
27. Dwyer J. Nutritional consequences of vegetarianism. *Annu Rev Nutr* 1991; 11: 61-91.
28. Hebert V. Vitamin B-12: plant sources, requirements, and assay. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 852-858.
29. Hebert V. Staging vitamin B-12 (cobalamin) status in vegetarians. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(Suppl): 1213S-1222S.
30. Misra A, Vikram N, Pandey R et al. Hyperhomocysteinemia, and low intakes of folic acid and vitamin B12 in urban North India. *Eur J Nutr* 2002; 41(2): 68-77.
31. Obeid R, Geisel J, Scorr H et al. The impact of vegetarianism on some hematological parameters. *Eur J Haematol* 2002; 69: 275-279.
32. Spivak J. Masked megaloblastic anemia. *Arch Inter Med* 1982; 142: 2111-2114.
33. Huang Y, Chang S, Chiu Y et al. The status of plasma homocysteine and related B-vitamins in healthy young vegetarians and nonvegetarians. *Eur J Nutr* 2003; 42(2): 84-90.
34. Herrmann W, Schorr H, Obeid R et al. Vitamin B-12 status, particularly holotranscobalamin II and methylmalonic acid concentrations, and hyperhomocysteinemia in vegetarians. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 131-136.
35. Weaver C, Plawewky K. Dietary calcium: adequacy of a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(Suppl): 1238S-1241S.
36. Kies C, Young E, McEndree L. Zinc bioavailability from vegetarians diets: influence of dietary fiber, ascorbic acid, and past dietary practices. In: Inglett GE, ed. *Nutritional bioavailability of zinc*. Washington, DC: American Chemical Society, 1983: 115-126.
37. Hunt J, Matthys L, Johnson L. Zinc absorption, mineral balance and blood lipids in women consuming controlled lactoovo vegetarian and omnivorous diets for 8 wk. *Am J Clin Nutr* 1998; 67: 421-430.
38. World Health Organization. *Trace elements in human nutrition and health*. Geneva: WHO 1996.
39. Reynolds R. Bioavailability of vitamin B-6 from plants foods. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 863-867.
40. Judd P, Long A, Butcher M et al. Vegetarians and vegans may be most at risk from low selenium intakes. *BMJ* 1997; 314: 1834.
41. Larsson C. Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *Am J Clin Nutr* 2002; 76(1):100-106.
42. Sanders T, Reddy S. Vegetarian diets and children. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(Suppl): 1176S-1181S.
43. Haddad E, Tanzman J. What do vegetarians in the United States eat? *Am J Clin Nutr* 2003; 78(Suppl): 626S-632S.
44. Hunt J. Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(Suppl): 633S-639S.
45. Sabaté J. The contribution of vegetarian diets to health and disease: a paradigm shift? *Am J Clin Nutr* 2003; 78 (Suppl): 502S-507S.