

Empleo de fitasas como ingrediente funcional en alimentos

Carmen Frontela, Gaspar Ros, Carmen Martínez

Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia.
Campus de Espinardo, Murcia, España

RESUMEN. Algunos métodos empleados durante el procesado industrial de cereales y leguminosas producen una reducción en la concentración de ácido fítico presente, sin embargo, ésta reducción o inactivación es sólo parcial. Con la finalidad de mejorar la hidrólisis del ácido fítico, se ha comprobado que la adición de fitasas exógenas (myo-inositol hexafosfato fosfohidrolasas) procedente de diferentes orígenes puede tener una importante eficacia en alimentación animal. Diversos estudios sobre el empleo de fitasas exógenas en alimentación humana han demostrado un gran potencial para su empleo en mejora de la disponibilidad mineral, pudiendo esta capacidad ser utilizada para reducir el elevado riesgo que presentan ciertos grupos de la población expuestos a padecer déficits minerales como los vegetarianos, los niños alimentados con fórmulas infantiles elaboradas con soja o los habitantes de países en vías de desarrollo en los que alimentos ricos en ácido fítico como los cereales y las leguminosas son la base de su nutrición. No obstante, en los últimos años han surgido evidencias que demuestran que el ácido fítico ejerce una importante acción beneficiosa sobre el organismo.

Palabras clave: Acido fítico, fitasas, disponibilidad mineral, alimento funcional.

INTRODUCCION

Los granos de cereales y las semillas de leguminosas contienen cantidades considerables de ácido fítico (1%-2%), cuya principal función es almacenar fósforo como fuente de energía para la planta (1). El ácido fítico (myo-inositol hexafosfato) posee la capacidad de establecer fuertes uniones iónicas con minerales esenciales en la nutrición formando quelatos insolubles que no pueden ser absorbidos por el organismo (2). Está demostrado que el ser humano presenta una limitada capacidad de hidrolizar el ácido fítico, produciéndose como consecuencia una importante disminución en la absorción de los minerales implicados (3). Para producir la hidrólisis del ácido fítico de una manera eficaz, se hace necesaria la presencia de unas enzimas con actividad fosfohidrolasa llamadas fitasas. Estas enzimas hidrolizan el ácido fítico a derivados de inositol fosfato con un menor número de fosfatos (Figura 1) e incluso a inositol libre y que presentan una menor capacidad de unirse a minerales. Las fitasas se encuentran de forma común en la naturaleza, pudiendo ser de origen microbiano, vegetal o animal (4). Varias de estas fitasas han sido clonadas y caracterizadas

SUMMARY. Application of phytases as functional ingredient in foods. Various food processing and preparation methods result in a reduction in the phytate content of cereals and legumes. However, in general during these processes, phytate is not fully hydrolysed. To alleviate the aforementioned problems in the production of animal feeds, exogenous phytases (myo-inositol hexaphosphate phosphohydrolases) have been widely used. There is great potential, therefore, to use this class of enzymes in the processing and manufacturing of food for human consumption given the capacity to improve mineral bioavailability. This is seen as a way to reduce the risk of mineral deficiency in vulnerable groups including; child-bearing women; strict vegetarians; babies consuming soy-based infant formulas; and the inhabitants of developing countries. There is, however, growing evidence to demonstrate the beneficial role played by phytic acid in all human organisms.

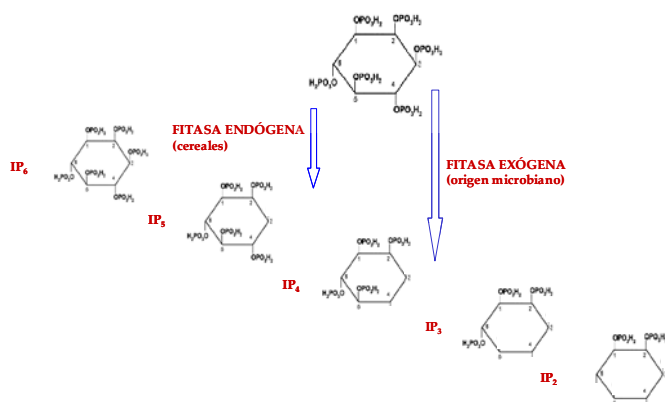
Keywords: Phytic acid, phytase, mineral bioavailability, functional food.

genéticamente (5). Las fitasas (myo-inositol hexafosfatohidrolasas), son enzimas con actividad fosfomonoesterasa capaces de hidrolizar ácido fítico (myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexakisfosfato) para producir ortofosfato inorgánico y una serie de ésteres fosfóricos menores (desde inositol penta- a monofosfato como productos intermediarios) liberando finalmente el myo-inositol. Dos fitasas están reconocidas por la IUPAC-IUB (International Union of Pure and Applied Chemistry-International Union of Biochemistry) (1976): 3-fitasa (EC 3.1.3.8) y 6-fitasa (EC 3.1.3.26), estas enzimas comienzan la defosforilación del myo-inositol en las posiciones 3 y 6 respectivamente. La 3-fitasa se encuentra en animales y microorganismos mientras la 6-fitasa está presente en vegetales. Existen evidencias de que las fitasas pueden incrementar significativamente, la utilización de fósforo fítico (6-10), hecho que ha sido descrito como de un gran interés en nutrición humana y animal así como para el medio ambiente ya que supone una reducción en la excreción de fósforo (11). La ingesta de ácido fítico parece sin embargo no tener sólo implicaciones negativas como antinutriente en la salud del ser humano. Numerosos estudios han demostrado sus propiedades antiinflamatoria y antitumoral debido a su capacidad para

inhibir la proliferación celular y la angiogénesis, inducir la apoptosis o muerte celular programada, así como de regular la expresión de determinados oncogenes (12,13). El ácido fítico ha sido también reconocido por su capacidad para estimular el sistema inmune, prevenir la formación de cálculos renales y reducir el riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares (11,13).

El propósito del presente artículo es realizar una revisión de los trabajos publicados en los últimos años que estudian las implicaciones del ácido fítico en la salud humana, así como la posibilidad del empleo de determinadas fitasas en nutrición humana.

FIGURA 1
Productos generados a partir de la hidrólisis del ácido fítico (IP₆)



Tipos de fitasas

Existen diferentes criterios para la clasificación de las fitasas. Basándonos en su pH óptimo, las fitasas se pueden clasificar en fitasas ácidas y alcalinas. Además, si se tiene en cuenta la posición del carbono del anillo de *myo*-inositol en la molécula de fitato por el que la fitasa comienza el proceso de desfosforilación, se clasifican en 3-fitasa (E.C. 3.1.3.8), 6-fitasa (E.C. 3.1.3.26) y 5-fitasa (E.C. 3.1.3.72) (14). No obstante el criterio más importante para clasificar las fitasas es por su origen (vegetal, animal o microbiano) (15). La actividad fitasa se mide en unidades fitasa, que se definen como la cantidad de fitasa que libera 1 μmol de fosfato inorgánico a partir de una disolución 1 mM de fitato de sodio por minuto a un pH de 5.5 y T^a de 37°C. Así, la actividad fitásica de diferentes cereales es, alta para el trigo (2078 U/kg), centeno (5453 U/kg) y triticale (1100 U/kg), mediana para la cebada (925 U/kg) y más baja para el arroz (120 U/kg), maíz (12 U/kg), sorgo (24 U/kg), soja (31 U/kg) y avena (42 U/kg) (16). Entre las fitasas procedentes de microorganismos se encuentran aquellas procedentes de hongos (especies de *Aspergillus*), levaduras (*Saccharomyces* y *Peniophora*), y algunas bacterias (*Bacillus*,

Enterobacter, *Pseudomonas*). Estas fitasas siguen un cierto orden para la hidrólisis de la molécula de fitato, es decir, después de ser liberado el grupo fosfato de la posición 3 de la molécula, continúa en el siguiente orden, 4, 5, 6 y 2 (17). La temperatura óptima de estas enzimas se encuentra entre 60°C a 70°C, y presentan una actividad en general elevada siendo de un mínimo de 5000 FTU/g presentan un pH óptimo de actividad a los valores 2 y 5.5 (18), aunque existen variaciones según el microorganismo del cuál procedan. La mayor estabilidad físico-química de las fitasas de origen microbiano en relación a aquellas procedentes de vegetales ha hecho que las primeras reciban una mayor atención debido a sus mayores posibilidades para ser empleadas en la industria alimentaria (11). La actividad fitásica en animales fue demostrada por primera vez en ratas a nivel intestinal (19), mientras que otros estudios han demostrado igualmente su presencia en humanos (20,21). No obstante, se ha demostrado que la presencia de fitasa endógena de los cereales y/o leguminosas es esencial para producir la hidrólisis del ácido fítico a nivel intestinal, ya que la actividad de la fitasa propia del intestino parece ser insignificante (22).

Estrategias de eliminación del ácido fítico. Empleo de fitasas

Los métodos físicos de procesamiento industrial utilizados habitualmente tales como la molienda o triturado del cereal, consiguen reducir los niveles de ácido fítico, aunque el remojo y la germinación de las semillas, así como los procesos de fermentación han demostrado ser más eficaces en la eliminación de los fitatos presentes. El fundamento de estos últimos es la activación de las fitasas endógenas de las semillas, que producen una degradación del contenido en ácido fítico. Sin embargo, el modo más frecuente de eliminar el IP₆ es la adición de fitasa exógena, producida principalmente por bacterias o levaduras (23). La mayoría de las investigaciones desarrolladas recientemente en el campo de las fitasas, están fundamentalmente encaminadas a la identificación de fitasas nuevas, incrementando la producción de las mismas con una reducción en sus costes, y mejorando las características del enzima para su aplicación en un alimento determinado. Una de las características fundamentales a tener en cuenta es la termotolerancia que presentan las fitasas. Aunque algunas fitasas han sido aisladas, clonadas y caracterizadas, recientes investigaciones han mostrado que las fitasas de origen microbiano presentan prometedoras aplicaciones tecnológicas, existiendo un gran número de microorganismos potencialmente capaces de producir fitasas. El empleo de fitasas procedentes de determinados microorganismos (*Bacillus subtilis*, *Saccharomyces* o *Aspergillus*), ha sido aprobado en un gran número de países, y está reconocido por la FDA (U.S. Food and Drug Administration) como seguro para el hombre permitiendo su uso como ingrediente en alimentos (24-26).

Además, el conocimiento de las propiedades físico-químicas de cada una de las fitasas empleadas permitiría la degradación controlada del ácido fítico presente en el alimento.

En nutrición humana, las fitasas de origen microbiano han sido empleadas en el estudio de la absorción mineral pero pueden existir objeciones a su aplicación especialmente en alimentos destinados a los niños, no obstante la industria alimentaria está mostrando un creciente interés en el empleo de estas fitasas para mejorar la calidad nutricional de los alimentos, produciendo así alimentos funcionales. Por lo tanto, un estudio preliminar de las fitasas microbianas que presenten las propiedades más adecuadas para su aplicación en los alimentos, así como la optimización de las propiedades catalíticas y de estabilidad de las mismas supondría un acercamiento para conseguir fitasas adecuadas para su aplicación específica en el procesado de cereales y leguminosas.

A fin de conseguir una completa degradación del contenido en ácido fítico durante el procesado de los alimentos, y de este modo incrementar la disponibilidad mineral, son numerosas las investigaciones que apuntan al empleo de fitasas de origen exógeno como estrategia (27,28,4,29). Es por lo tanto de una gran importancia conocer las condiciones óptimas de actividad de la fitasa empleada, teniendo en cuenta que estas condiciones dependen del tipo de cereal con el que se está trabajando. La mayoría de las fitasas procedentes de cereales presentan un pH óptimo de actividad entre 4.5-5.6, mientras que las procedentes de leguminosas, presentan un pH óptimo en valores de 7 o superiores (30). Se ha comprobado que en el salvado de trigo la aplicación de las condiciones óptimas de actividad produce la degradación completa del ácido fítico, reduciendo casi totalmente el elevado efecto inhibitorio que presenta este cereal sobre la absorción del hierro (31). No obstante, existen evidencias que ponen de manifiesto que el empleo de fitasas procedentes de microorganismos como es el caso de hongos del género *Aspergillus spp.* son el método más sencillo y eficaz de conseguir la completa eliminación del ácido fítico produciendo un importante incremento en la absorción de hierro (32), lo cual podría suponer que el empleo de estas enzimas de origen microbiano durante el procesado de los alimentos, podría ser en un futuro cercano factible de ser empleado en la industria alimentaria a fin de incrementar la disponibilidad mineral de los alimentos producidos (30). El uso de fitasa de origen microbiano está actualmente autorizado para su empleo en alimentación animal, y está encaminado a incrementar la disponibilidad del fósforo del ácido fítico reduciendo la excreción fecal del mismo al ambiente (33). En el caso del preparado enzimático de 6-fitasa producido por *Aspergillus oryzae* (DSM 14223), éste fue autorizado para los pollos de engorde, las gallinas ponedoras, los pavos de engorde, los lechones, los cerdos de engorde y las cerdas por el Reglamento (CE) n° 255/2005 de la Comisión Europea (34), y actualmente se han presentado nuevos datos en apoyo a una

solicitud para ampliar la autorización del uso de este preparado enzimático a los salmónidos. Aunque actualmente no está autorizado el uso de fitasas exógenas en nutrición humana, se han realizado numerosos estudios sobre la adición de estas enzimas procedentes de diferentes orígenes en alimentos empleados en nutrición humana. En este sentido, Anno *et al.*, (35) consiguieron eliminar los fitatos presentes en leche de soja mediante la adición de fitasa procedente del trigo. Simell *et al.*, (36) obtuvieron un preparado de proteína de soja libre de fitatos tras la aplicación de la 3-fitasa A (EC 3.1.3.8) produciéndose un incremento en la solubilidad a bajo valor de pH (pH 3) comparado con el mismo preparado con presencia de fitatos. Otros estudios (32) han comprobado el efecto de la adición de fitasa procedente de *Aspergillus niger* (3-fitasa) en harina de trigo, observando que incrementa la absorción de hierro en humanos. La misma fitasa, fue empleada por Hurrell *et al.*, (37) para desfitinizar alimentos complementarios a base de cereales realizando para ello estudios en humanos, y por Davidsson *et al.*, (38) estudiando su aplicación sobre fórmulas infantiles elaboradas con soja. El empleo de esta misma enzima, fue investigada igualmente por Urbano *et al.*, (39) sobre harina de guisantes, mientras que Zyla *et al.*, (40) realizaron estudios de adición de 3-fitasa durante la elaboración del pan a partir de harina de trigo. Estudios más recientes (41) apuntan igualmente a los posibles beneficios de la aplicación de una fitasa exógena sobre alimentos destinados a consumo humano a fin de incrementar su disponibilidad mineral, por ejemplo la adición de fitasa microbiana en una fórmula líquida a base de soja, incrementó la absorción del hierro en adultos (42).

En base a los datos aportados, y tal y como han confirmado algunos estudios (43,14,11), que el procesado industrial de alimentos destinados a alimentación humana podría ser un posible campo de aplicación de las fitasas exógenas. Ya que aunque algunos métodos de procesado industrial de alimentos empleados actualmente consiguen reducir de un modo considerable el contenido en ácido fítico (44), el empleo de una fitasa exógena durante el procesado de alimentos ricos en ácido fítico podría resultar más efectivo desde el punto de vista de conseguir una mejora en la biodisponibilidad mineral al degradar completamente el ácido fítico presente.

Fitasa como ingrediente para obtener alimentos funcionales

Existen numerosas definiciones que responden al concepto de alimento funcional. La definición dada por el International Life Science Institute (ILSI) en el documento de consenso Functional Food Science in Europe (FUFOSE) en 1999, establece que un alimento funcional es aquel que ha demostrado de manera satisfactoria que posee un efecto beneficioso sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, siendo este hecho

relevante para la mejoría de la salud y el bienestar y/o la reducción del riesgo de enfermedad. En este sentido, es importante destacar que la biotecnología aplicada a la obtención de fitasas que se emplea actualmente en alimentación animal podría ser utilizada el día de mañana en el procesado de alimentos de consumo humano. Se obtendrían, de este modo, alimentos con una mayor biodisponibilidad mineral y que al mismo tiempo presenten un mayor contenido en inositolos de bajo número de fosfatos resultantes de la hidrólisis del ácido fítico, y que han demostrado ejercer un importante papel en determinados procesos fisiológicos como segundos mensajeros en la respuesta celular o presentando cierto carácter antiinflamatorio (30,45,46).

La obtención de alimentos con una adecuada disponibilidad mineral mediante la eliminación de parte de su contenido en ácido fítico ha sido estudiada previamente. Se sabe que la relación molar ácido fítico/mineral, es decir número de moles de ácido fítico frente al número de moles de mineral presentes, es indicadora de la disponibilidad mineral de ese alimento (47). De este modo, en el caso del Fe, se sabe que una relación molar inferior o igual a 0.4 en el alimento, no compromete la disponibilidad del mineral (28); para el caso del calcio, la relación molar existente debe ser inferior a 0.17 (48); mientras que para el cinc, se ha establecido que una relación molar inferior a 18, no compromete la disponibilidad del mineral (49).

Las tendencias principales en la alimentación funcional, hoy día, están referidas a nutrientes específicos que actúen sobre una función fisiológica diana que se traduzca en un efecto beneficioso para la salud. Se hace por lo tanto necesario desarrollar nuevas estrategias que incrementen la ingesta diaria de minerales biodisponibles. Actualmente, las estrategias más frecuentemente empleadas para reducir la incidencia de malnutrición por déficit mineral son el empleo de suplementos farmacéuticos, el enriquecimiento de los alimentos, una dieta más variada, y el tratamiento de enfermedades concomitantes (50). Aunque durante el procesado de los alimentos en la industria, la separación física de las partes de la semilla más ricas en fitato, consigue un importante descenso en el contenido del mismo. Es interesante destacar que el procesado que incluye tratamiento físico de las semillas como la molienda o el triturado, va en general acompañado de un descenso en los niveles de otros nutrientes que son eliminados al mismo tiempo que se eliminan partes de la semilla ricas en fitatos, o bien son destruidos al aplicar elevadas temperaturas necesarias para eliminar el ácido fítico mediante métodos no enzimáticos. Mientras que la degradación del ácido fítico mediante métodos enzimáticos, sucede en general bajo condiciones suaves y por tanto no afecta a otros componentes del alimento (14).

Estudios más recientes (14) afirman que incrementar el nivel total de micronutrientes en las partes comestibles del alimento, al tiempo que se incrementa la concentración de componentes que favorezcan su captación y/o disminuyendo

el contenido en componentes que inhiben su absorción mediante el empleo de variedades de la planta o mediante el empleo de la ingeniería genética son importantes estrategias encaminadas a reducir de un modo eficaz la incidencia de enfermedades relacionadas con un déficit de micronutrientes. En base a la información aportada podemos afirmar que se hace necesario el desarrollo de estudios encaminados a determinar la total inocuidad de la fitasa para su empleo como aditivo en alimentos destinados a nutrición humana. Podemos concluir que la aplicación de fitasa podría encontrar una interesante aplicación durante el procesado de los alimentos para obtener productos con un mayor valor nutricional, beneficiosos para la salud y que mantengan intactas sus propiedades organolépticas.

REFERENCIAS

1. Raboy V. Myo-inositol-1,2,3,4,5,6-hexakisphosphate. *Phytochemistry*, 2003; 64:1033-43.
2. Hurrell RF, Juillerat MA, Reddy MB, Lynch SR, Dassenko SA, Cook JD. Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr*. 1992; 56:573-578.
3. Erdman JW. Oilseed phytates: nutritional implications. *J A.O.C.S.* 1979; 56, 736-741.
4. Konietzny U, Greiner R. Bacterial phytase: potential application, *in vivo* function and regulation of its synthesis. *Braz J Microbiol*, 2004; 35:11-18.
5. Tijssens LMM, Greiner R, Biekman ES, Konietzny U. Modeling the effect of temperature and pH on activity of enzymes: the case of phytases. *Biotechnology and Bioengineering* 2001; 72: 3.
6. Denbow D, Grabau E, Lacy G, Kornegay E, Russell D y Umbeck P. Soybeans transformed with a fungal phytase gene improve phosphorus availability for broilers. *Poult Sci*. 1998; 77: 878-881.
7. Pan C, Igbasan F, Guenter W y Marquardt R. Effects of enzyme and inorganic phosphorus supplements in wheat and rye-based diets on laying hen performance, energy, and phosphorus availability. *Poult Sci*. 1998; 77: 83-89.
8. Maenz DD, Engele-Schaan CM, Newkirk RW, Classen HL. The effect of minerals and mineral quelators on the formation of phytase-resistant and phytase susceptible forms of phytic acid in solution and in solution and in a slurry of canola meal. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1999; 81:171-192.
9. Dao TH, Hoang KQ, Dephosphorylation and quantification of organic phosphorus in poultry litter by purified phytic acid affinity *Aspergillus* phosphohydrolases. *Chemosphere*, 2008; 72:1782-7.
10. Manangi MK, Coon CN. Phytate phosphorus hydrolysis in broilers in response to dietary phytase, calcium and phosphorus concentrations. *Poult Sci*. 2008; 87:1577-86.
11. Bohn L, Meyer AS, Rasmussen SK. Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. *J Zhejiang Univ Sci. B*. 2008; 9:165-191.
12. Cholewa K, Parfiniewicz B, Bednarek I, Swiatkowska L, Jezienicka E, Kierot J, Weglarz L. The influence of phytic acid

- on TNF-alpha and its receptors genes expression in colon cancer Caco-2 cells. *Acta Pol Pharm*, 2008; 65:75-9.
13. Vucenik I, Shamsuddin AM. Protection against cancer by dietary IP₆ and inositol. *Nutr Cancer*, 2006; 55:109-125.
 14. Greiner R, Konietzny U. Phytase for food application. *Food Technol Biotechnol*. 2006; 44 (2): 125-140.
 15. Kerovuo J. A novel phytase from *Bacillus*. Characterization and production of the enzyme. Academic Dissertation 2000; Faculty of Science of the University of Helsinki.
 16. Zimmermann B, Lantzsch HJ, Langbein U, Drochner W. Determination of phytase activity in cereals grains by direct incubation. *J Anim Physiol. A Anim Nutr*. 2002; 86:347-352.
 17. Venekamp J, Tas A y Somers W. Developments in phytase activity determination: NMR-approach. In: Proceedings of the 2nd European symposium on feed Enzymes, Noordwijkerhout (W.Van Hartingsveldt, M. Hessing, J.P. Van der Lugt and W. Somers, eds). TNO, Zeist, The Netherlands, 1995; 151-156.
 18. Greiner R, Farouk AE. Purification and characterization of a bacterial phytase whose properties make it exceptionally useful as a feed supplement. *Protein J*, 2007;26:467-74.
 19. Bitar K, Reinhold H. Phytase and alkaline phosphatase activities in intestinal mucosa of rat, chicken, calf and man. *Biochim. Biophys Acta* 1972; 268: 442-452.
 20. Iqbal TH, Lewis KO, Cooper BT. Phytase activity in the human and rat small intestine. *Gut* 1994; 35(9): 1233-1236.
 21. Schlemmer U, Jany KD, Berk A, Schulz E, Rechkemmer G. Degradation of phytate in the gut of pigs-pathway of gastrointestinal inositol phosphate hydrolysis and enzymes involved. *Arch Tierernahr*, 2001; 55:255-80.
 22. Agte V, Jahagirdar M, Chiplonkar.S. Apparent absorption of eight micronutrients and phytic acid from vegetarian meals in ileostomized human volunteers. *Nutrition* 2005; 21:678-685.
 23. Denstadli V, Vestre R, Svihus B, Skrede A, Storebakken T. Phytate degradation in a mixture of ground wheat and ground defatted soybeans during feed processing: Effects of temperature, moisture level, and retention time in small- and medium-scale incubation systems. *J Agric Food Chem* 2006; 54: 5887-5893.
 24. Vuolanto A, von Weymarn N, Kerovuo J, Ojamo H, Leisola M. Phytase production by high cell density culture of recombinant *Bacillus subtilis*. *Biotechnology Letters*, 2001; 23:761-766.
 25. Anlid TA, Veide J, Sandberg AS. Metabolism of extracellular inositol hexaphosphate (phytate) by *Saccharomyces cerevisiae*. *Int J Food Microbiol*. 2004; 97:157-169.
 26. Kumar Soni S, Malhar Khire J. Production and partial characterization of two types of phytase from *Aspergillus niger* NCIM 563 under submerged fermentation conditions. *World J Microbiol Biotechnol*, 2007; 23:1585-1593.
 27. Hurrell RF. Phytic acid degradation as a means of improving iron absorption. *Int J Vit Nutr Res*, 2004; 74:445-452.
 28. Lei XG, Porres JM. Phytases. In: W.G. Pond and A.W. Bell, Editors, *Encyclopedic of Animal Sciences*, Marcel Dekker, New York (2005): 704-07.
 29. Ravindran V, Cowieson AJ, Selle PH. Influence of dietary electrolyte balance and microbial phytase on growth performance, nutrient utilization, and excreta quality of broiler chickens. *Poult Sci*, 2008; 87:677-88.
 30. Sandberg AS, Andlid T. Phytogetic and microbial phytases in human nutrition. *Intl J Food Sci Tech*2002; 37: 823-833.
 31. Bohn L, Josefsen L, Meyer AS, Rasmussen SK. Quantitative analysis of phytate globoids isolated from wheat bran and characterization of their sequential dephosphorylation by wheat phytase. *J Agric Food Chem* 2007; 55:7547-52.
 32. Sandberg AS, Hulthen LR and Türk M. Dietary *Aspergillus niger* phytase increases iron absorption in humans. *J Nutr*. 1996; 126: 476-480
 33. Tomschy A, Tessier M, Wyss M, Brugger R, Broger C, Schnoebelen L, Van Loon A, Pasamontes L. Optimization of the catalytic properties of *Aspergillus fumigatus* phytase based on the three-dimensional structure. *Protein Science* 2000; 9:1304-1311.
 34. Reglamento (CE) n° 255/2005 de la Comisión. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 45/3, 16.2.2005.
 35. Anno T, Nakamishi K, Matsuno R, Kamikubo T. Enzymatic elimination of phytate in soybean milk. *J Japan Soc Food Sci Technol*. 1985; 32:174-180.
 36. Simell M, Turunen M, Piironen J, Vaara T. Feed and food applications of phytase. Lecture at 3rd Meet. *Industrial Applications of Enzymes*, 1989. Barcelona (España).
 37. Hurrell RF, Reddy MB, Juillerat MA, Cook JD. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. *Am J Clin Nutr*. 2003; 77: 1213-9.
 38. Davidsson L, Ziegler EE, Kastenmayer P, van Dael P, Barclay D. Dephytinisation of soyabean protein isolate with low native phytic acid content has limited impact on mineral and trace element absorption in healthy infants. *Br J Nutr*. 2004; 91:287-293.
 39. Urbano G, Aranda P, Gómez-Villalva E, Frejnagel S, Porres JM, Frias J, Vidal-Valverde C, López-Jurado M. Nutritional evaluation of pea (*Pisum sativum* L.) protein diets after mild hydrothermal treatment and with and without added phytase. *J Agric Food Chem*. 2003; 51:2415-2420.
 40. Zyla K, Mika M, Gambus H, Nowotuy A, Szymczyk B. Fungal phytases in wholemeal breadmaking I: 3-phytase improves storage stability and in vitro digestibility of nutrients in wheat breads. *Electronic J Polish Agricultural Universities* 2005; 8:4.
 41. Brinch-Pedersen H, Hatzack F, Stöger E, Arcalis E, Pontopidan K, Holm PB. Heat-stable phytases in transgenic wheat (*Triticum aestivum* L.): Deposition pattern, Thermostability and phytate hydrolysis. *J Agric Food Chem*.2006; 54:4624-32.
 42. Hurrell RF, Juillerat MA, Reddy MB, Lynch SR, Dassenko SA, Cook JD. Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr*. 1992; 56:573-578.
 43. Haefner S, Knietsch A, Scholten E, Braun J, Lohscheidt M, Zelder O. Biotechnological production and applications of phytases. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2005; 68:588-597.
 44. Rehms H, Barz W. Degradation of stachyose, raffinose, melibiose and sucrose by different tempe-producing *Rhizopus* fungi. *Appl Microbiol Biotechnol*. 1995; 44(1-2):47-52.
 45. Miyamoto S, Kuwata G, Imai M, Nagao A, Terao J. Protective effect of phytic acid hydrolysis products on iron-induced lipid peroxidation of liposomal membranes. *Lipids*, 2000; 35:1411-13.

46. Sirén M, Linne L, Persson L. Pharmacological effects of D-myo-inositol-1,2,6-triphosphate. In: *Inositol phosphate and Derivatives Synthesis. Biochemistry and Therapeutic Potential* (edited by AB Reitz): 1991;103-110. Washington DC: American Chemical Society.
47. Ma G, Jin Y, Piao J, Kok F, Gusje B, Jacobsen E. Phytate, calcium, iron and zinc contents and their molar ratios in foods commonly consumed in China. *J Agric Food Chem*, 2005; 53:10285-90.
48. Umeta M, West CE, Fufa H. Content of zinc, iron, calcium and their absorption inhibitors in food commonly consumed in Ethiopia. *J Food Comp Anal*. 2005; 18:803-817.
49. Hotz C, Brown K. International zinc nutrition consultative group (IZiNCG) technical document #1-assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food Nutr Bull*. 2004; 25:S116-S117.
50. Maberly GF, Trowbridge FL, Yip R, Sullivan KM, West CE. Programs against micronutrient malnutrition: Ending hidden hunger, *Ann Rev Public Health* 1994;15: 277-301.

Recibido: 10-06-2008

Aceptado: 03-09-2008

Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios

Antonio J. Sánchez Oliver, María Teresa Miranda León, Eduardo Guerra Hernández

Dpto. de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Dpto. de Bioestadística. Facultad de Medicina.
Universidad de Granada. España

RESUMEN. En la actualidad, el abuso de toda clase de sustancias para mejorar el rendimiento deportivo y la forma física se ha extendido a las personas que acuden a gimnasios regularmente. El objetivo del presente estudio es evaluar el consumo de suplementos nutricionales (SN) y dietéticos en un grupo de 415 usuarios (260 varones y 155 mujeres) de 4 gimnasios de Sevilla (España). Los usuarios realizaron un cuestionario previamente diseñado y con un pilotaje donde se evaluó la validez del contenido. Del total de la muestra, el 56,14% han consumido en alguna ocasión algún suplemento. Entre estos el 57,6%, lo hacía buscando mejorar su aspecto físico; el 16,7%, lo hacía para cuidar su salud, y el 13,2%, buscaban aumentar su rendimiento deportivo. El perfil del consumidor es el de un hombre joven, que hace tiempo que realiza actividad en gimnasios, que acude al gimnasio varias horas a la semana y que realiza algún tipo de dieta. El porcentaje de SN consumidos en este estudio (56%) está dentro de los valores aportados por otros estudios. En orden decreciente, Proteínas (28%), L-Carnitina (18,6%), Bebida Deportiva (18,3%), Creatina (17,1%) y Complejo vitamínico (17,1%) fueron los cinco SN más consumido por los sujetos de este estudio. **Palabras clave:** Actividad física, suplemento nutricional, suplemento dietético, cuestionario, gimnasio.

SUMMARY. *Statistical analysis of the consumption of nutritional and dietary supplements in gyms.* The abuse of all types of substance to improve sport performance and physical fitness has spread to regularly gym users. The aim of this study was to evaluate the intake of nutritional and dietary supplements in a group of 415 individuals (260 males and 155 females) from 4 gyms in Seville (Spain). The users completed a previously designed questionnaire whose content validity had been tested in a pilot study. Out of the total sample, 56.14% had consumed a supplement at some time. Among these, the objective was improvement of physical appearance in 57.16%, health care in 16.7%, and sports performance enhancement in 13.2%. The profile of the supplement consumer is a young man who has performed activities in gyms for some time, goes to the gym for several hours a week and is on some type of diet. The percentage of nutritional supplement users (56%) is within values reported in other studies. The five supplements most frequently consumed by these individuals were (in decreasing order): proteins (28%), L-carnitine (18.6%), sport drinks (18.3%), creatine (17.1%) and vitamin complex (17.1%).

Key words: Physical activity, nutritional supplements, dietary supplements, questionnaire, gymnasium.

INTRODUCCION

En la actualidad, el abuso de toda clase de sustancias para mejorar el rendimiento deportivo y la forma física se ha extendido a las personas que acuden a gimnasios regularmente, buscando entre otros, fines físicos o estéticos y sin que en ningún caso se tengan en cuenta los posibles efectos perjudiciales que su uso puede conllevar (1,2)

“Suplementos dietéticos”, “ayudas ergogénicas nutricionales”, “suplementos deportivos” y “suplementos nutricionales terapéuticos” son algunos de los términos usados para referirse a la variedad de productos del colectivo de la industria de suplementos deportivos. Al igual que hay una variedad de nombres para estos productos, hay un gran número de definiciones. Según Burke y col (3) los suplementos y las comidas para deportistas tienen que suministrar un adecuado y práctico instrumento que cubra un requerimiento nutritivo para optimizar el entrenamiento diario o el rendimiento

en la competición (por ejemplo bebidas deportivas, gel de carbohidrato, barras deportivas); deben contener una cantidad cuantiosa para cubrir un déficit nutricional (por ejemplo suplemento de hierro); y tienen que contener nutrientes u otros componentes en cantidades que directamente aumenten el rendimiento deportivo o mantengan y restauren la salud y la función inmune, y que por otro lado tenga base científica (por ejemplo cafeína, creatina).

Solo en Estados Unidos hace más de una década el mercado de los SN generó 3,3 billones de dólares, creciendo hasta un total de 12 billones anuales en 1999 (4,5). En ocasiones estas sustancias suelen obtenerse en el mercado negro, por lo que no puede garantizarse su calidad, detectándose la inclusión de otros componentes no declarados que comportan riesgos para la salud (2,6-16). Su uso en ausencia de una necesidad específica, una deficiencia, o una afección no está recomendado (17). Aunque en su mayoría se promocionan asegurando sus propiedades ergogénicas y estéticas, su beneficio

es cuando menos dudoso. Ningún beneficio ha sido demostrado para muchos de los productos consumidos por algunos deportistas (18).

Existen numerosos estudios que valoran el consumo de suplementos en situaciones generales o patológicas (19-21) y muchos otros sobre el consumo de suplementos por deportistas de diferente nivel (22-33), pero es escasa la bibliografía que hace una valoración del consumo de suplementos en gimnasios. El objetivo del presente estudio es evaluar el consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en un grupo de 415 usuarios de gimnasios sevillanos.

MATERIAL Y METODOS

En este estudio participaron 415 usuarios (260 varones y 155 mujeres) de 4 gimnasios de Sevilla (España). Los usuarios fueron valorados antropométricamente mediante los siguientes instrumentos de medida: antropómetro GPM (precisión ± 1 mm) y balanza Tefal (precisión ± 100 g). Las medidas antropométricas tomadas fueron las siguientes: talla y peso.

Los usuarios realizaron un cuestionario previamente diseñado y con un pilotaje donde se evaluó la validez del contenido, observándose la capacidad que tiene el instrumento de medir aquello para lo que se ha construido; su aplicación, analizando las ventajas y desventajas y efectuando una revisión de las instrucciones de cumplimentación del instrumento; su estructura, haciendo una revisión de la formulación de las preguntas, la secuencia propuesta y la escala de respuesta; y su presentación, en la cual se identificó las mejores características en apariencia y formato para el instrumento.

El cuestionario se estructuró en cuatro partes. La primera parte recogió los datos personales y antropométricos de la muestra; la segunda se centró en la práctica de actividad física y la dieta del encuestado; la suplementación nutricional de la muestra y su práctica formó la tercera parte; y la última parte recogió el consumo de suplementos dentro de la legalidad y su perjuicio en la salud.

Para una confianza del 95% y admitiendo un margen de error de 5%, el mínimo tamaño de la muestra requerido fue de 385 cuestionarios (34). La pauta de muestreo fue aleatoria para adaptarnos lo máximo posible a la diversidad de usuarios que acuden a los gimnasios. Los cuestionarios fueron respondidos anónimamente. Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó el Paquete de Programas estadísticos SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versión 12.0) (SPSS Inc., Chicago, IL). Tras el estudio descriptivo de los datos, donde se realizaron tablas de frecuencias y porcentajes para las variables categóricas y se calcularon medidas descriptivas para las variables cuantitativas, se realizó el análisis estadístico inferencial y según el objetivo a cubrir se aplicaron los tests Chi² de Pearson o Fisher, en el caso de variables categóricas y el test t de Student o Welch o bien la técnica de ANOVA (Aná-

lisis de la Varianza) cuando se desean comparar dos o varias medias de variables cuantitativas. Las respuestas abiertas fueron tabuladas usando los sumarios de respuesta múltiple (35).

Con objeto de determinar que variables influyen en el consumo de SN se realizó un estudio multivariante de Regresión Logística en el que se establecieron las variables que más influyen en el consumo de SN y por tanto determinan el “perfil” del consumidor, obteniendo el porcentaje de buena clasificación del modelo hallado y los coeficientes con sus correspondientes exponenciales e intervalos de confianza para las mismas al 95%.

RESULTADOS

La Tabla 1 recoge sexo, ocupación y nivel de estudios de la muestra. La edad, altura, peso, años que dedica a la actividad física en el gimnasio, días a la semana que acuden y tiempo diario que dedica la muestra a dicha práctica están recogidos en la Tabla 2.

TABLA 1
Sexo, ocupación y nivel de estudios de la muestra

		Frecuencia	%
Sexo	Varón	260	62,7
	Mujer	155	37,3
Ocupación	Estudiando	236	56,9
	Trabajando	140	33,7
	Ninguna	39	9,4
Nivel de estudios	Graduado	63	15,2
	Bachiller	129	31,1
	Medios	127	30,6
	Superiores	96	23,1

El 48% de los encuestados acude al gimnasio en primer lugar por estar en forma. Hacer ejercicio es el segundo motivo más elegido por la muestra (19%). La salud con un 11,1% es la tercera opción más elegida. Si lo observamos según el sexo, los tres motivos más escogidos en orden decreciente son: por estar en forma, por hacer ejercicio y porque se siente mejor en hombres; y por estar en forma, por su salud y por hacer ejercicio en las mujeres de la muestra.

El 30,1% (125 individuos) de la muestra seguía algún tipo de dieta, entendiéndose por ésta, cualquier control nutricional y alimenticio con una estructura fundamentada, 53 de estos eran varones y 72 mujeres. La dieta baja en grasas es la más frecuente con un total de 85 de los encuestados.

La Tabla 3 muestra los suplementos más consumidos por la muestra de mayor a menor consumo, así como el consumo diferenciado por sexo.

TABLA 2
Edad, altura, peso y frecuencia de práctica deportiva
en gimnasios de la muestra

		Total	Varones	Mujeres
Edad (años)	Media	31,63	29,95	34,43
	DS	11,15	10,22	12,06
	Mínimo	17	18	17
	Máximo	68	68	65
Altura (m)	Media	1,72	1,77	1,64
	DS	0,08	0,06	0,06
	Mínimo	1,50	1,58	1,50
	Máximo	1,96	1,96	1,78
Peso (kg)	Media	73,38	79,15	63,69
	DS	11,26	7,41	9,90
	Mínimo	46,00	60	46
	Máximo	112,00	112	110
Años de práctica	Media	3,01	3,13	2,82
	DS	2,89	2,82	3,01
	Mínimo	0,08	0,1	0,8
	Máximo	16,00	16	16
Días de práctica semanales	Media	3,64	3,78	3,41
	DS	1,02	1,02	0,97
	Mínimo	1	1	2
	Máximo	6	6	6
Tiempo al día de práctica (min)	Media	87,41	92,17	79,42
	DS	27,14	25,02	28,71
	Mínimo	30	45	17
	Máximo	240	210	240

Del total de la muestra, 233 (56,14%) han consumido en alguna ocasión algún suplemento. Entre estos 131(57,6%), lo hacía buscando mejorar su aspecto físico; 38 (16,7%), lo hacían para cuidar su salud, y 30 (13,2%), buscaban aumentar su rendimiento deportivo. Paliar algún déficit de la dieta fue el motivo del consumo de suplementos de 13 encuestados, el 5,7%. Observando el fin del consumo de suplementos según el sexo, se puede comprobar que los tres más escogidos por la muestra en orden decreciente son: mejorar el aspecto físico, aumentar el rendimiento deportivo y paliar déficit en la dieta en varones; y mejorar el aspecto físico, prevenir y cuidar el estado de salud y corregir algún déficit o patología actual de salud para las mujeres

De los 233 que habían consumido algún suplemento, 164, el 71% (39,5% del total) lo estaba consumiendo en la actualidad.

TABLA 3
Consumo de Suplementos Nutricionales de la muestra

Suplementos	Total		Varones		Mujeres	
	n°	%	n°	%	n°	%
Proteínas	116	28,0	111	42,7	5	3,2
L-Carnitina	77	18,6	58	22,3	19	12,3
Bebida Deportiva	76	18,3	59	22,7	17	11
Creatina	71	17,1	70	26,9	1	0,6
Complejo vitamínico	71	17,1	42	16,2	29	18,7
Diuréticos	52	12,5	6	2,3	46	29,7
Barritas energéticas	50	12	42	16,2	8	5,2
Hidratos de Carbono	43	10,4	42	16,2	1	0,6
Aminoácidos ramificados	42	10,1	42	16,2	-	-
Chitosan	33	8,0	11	4,2	22	14,2
Glutamina	31	7,5	28	10,8	3	1,9
Complejo mineral	28	6,7	19	7,3	9	5,8
Aminoácidos esenciales	26	6,3	24	9,2	2	1,3
Lecitina de Soja	26	6,3	6	2,3	20	12,9
Ginseng	18	4,3	12	4,6	6	3,9
Protector Hepático	14	3,4	14	5,4	-	-
Cafeína	14	3,4	11	4,2	3	1,9
Antioxidantes	13	3,1	10	3,8	3	1,9
Arginina	13	3,1	13	5	-	-
Jalea Real	13	3,1	10	3,8	3	1,9
Levadura de Cerveza	11	2,7	7	2,7	4	2,6
Picolinato de Cromo	11	2,7	11	4,2	-	-
Guaraná	10	2,4	8	3,1	2	1,3
Potenciador de Testosterona	10	2,4	10	3,8	-	-
Aceite de Onagra	9	2,2	-	-	9	5,8
Cartílago de Tiburón	8	1,9	6	2,3	2	1,3
Precursor Hormonal	8	1,9	8	3,1	-	-
Espirulina	7	1,7	7	2,7	-	-
Ácidos grasos ω-3	6	1,4	4	1,5	2	1,3
Aceite de Hígado						
e Bacalao	5	1,2	5	1,9	-	-
Bicarbonatos	5	1,2	3	1,2	2	1,3
Ribosa	3	0,7	3	1,2	-	-
Dimetilglicina	1	0,2	1	0,4	-	-
Polen	1	0,2	-	-	1	0,6

Tras realizar el estudio de regresión logística (Tabla 4) se comprobó que el uso de SN fue más común en hombres jóvenes (a mayor edad menor consumo ($P=0,02$; $\hat{O}=0,971$), que hace tiempo que realizan actividad en gimnasios ($P=0,009$; $\hat{O}=1,133$), que acuden al gimnasio varias horas a la semana ($P=0,005$; $\hat{O}=1,194$) (a mayor número de horas mayor probabilidad de consumo), que realizan algún tipo de dieta ($P=0,0001$; $\hat{O}=20,207$), (resultado altamente significativo indicando que la razón de los que consumen a los que no consumen SN es 20,207 veces mayor en nuestra muestra, pudiendo llegar a ser en la población general de usuarios de gimnasios hasta 42,777 veces mayor (Tabla 4) y que están de acuerdo con el consumo de suplementos dentro de la legalidad ($P=0,001$; $\hat{O}=5,736$), entendiéndose como legalidad aquellos su-

plementos que no ponen en riesgo la salud, que hayan pasado el control sanitario según la normativa europea y pueden ser comercializados sin prescripción médica. El porcentaje de buena clasificación hallado es de 76,9%. En la tabla 4 podemos observar las variables incluidas en el modelo de regresión logística (antes citadas), su significación (Sig.) y las Odd's ratio (\hat{O}) junto a sus correspondientes Intervalos de Confianza al 95% (IC).

TABLA 4
Variables a tener en cuenta para el perfil del consumidor de SN

Variables de riesgo	Sig.	\hat{O}	I.C. 95,0% para Exp(B)	
			Inferior	Superior
Sexo(1)	,093	1,612	,923	2,814
Edad	,020	,971	,971	,995
Tiempo	,009	1,133	1,031	1,243
Dieta(1)	,000	20,207	9,545	42,777
Legalidad(1)	,001	5,736	2,142	15,357
Horas/Semana	,005	1,194	1,056	1,350

En cuanto a quién le motivó al consumo de SN, los amigos fue la opción más elegida con un total de 143 encuestados, el 61,6% de aquellos que consumían SN. Dietistas y monitores con el 29,4% y 16,7% respectivamente son las siguientes opciones más escogidas.

El cuestionario también recogió el lugar donde la muestra compra los SN. El gimnasio es el lugar al que más acuden, siendo 99 (42,5%) los individuos que afirman haber comprado algún SN en el gimnasio. Las tiendas especializadas y las herboristerías son los siguientes comercios a los que más acuden, con 83 (35,62%) y 78 (33,47%) encuestados respectivamente.

A los individuos que consumían SN se les preguntó sobre el resultado de su consumo. De los 233, 192 (82,4%) piensan que obtuvieron resultados, 27 (11,6%) respondieron que no y 14 (6%) no saben, no contestan.

El cuestionario también recogió si los encuestados estaban a favor del consumo de SN en la actividad física dentro de la legalidad; siendo 371 del total de la muestra, un 89,4%, los que respondieron afirmativamente, de estos 228 eran varones y 143 mujeres. Sólo 16 (3,9%), todos varones, de los 415 individuos, han consumido o consumirían SN que aumentarían el rendimiento aún siendo perjudiciales para su salud y 22 individuos (5,3%), todos varones, han consumido o consumirían algún tipo de suplementos ilegal o prohibido.

DISCUSION

Este estudio aporta una evaluación acerca del uso de SN en gimnasios. Al no existir estudios similares, se consideró a

los usuarios de gimnasios como deportistas para poder realizar comparaciones.

El porcentaje de SN consumidos en este estudio (56%) está dentro de los valores aportados por otros estudios (50%-99%) que evalúan la suplementación en deportistas (21,36,40,41,46-49). Un total de 41 diferentes SN fueron registrados, en conjunto 922 SN fueron consumidos por los usuarios, con una media de 3,95 por encuestado, similar a la hallada en otros estudios (22,24,27,29,31,33).

Con respecto al sexo que realiza un mayor consumo de SN en el deporte hay cierta controversia, encontrando estudios donde hay un mayor consumo en mujeres (29,37), otros donde el consumo del hombre es mayor (2) y otros donde no destaca ninguno de los sexos (32). En el presente estudio el consumo de SN es mayor en hombres que en mujeres, 62% hombres vs 49% mujeres.

En orden decreciente, Proteínas (28%), L-Carnitina (18,6%), Bebida Deportiva (18,3%), Creatina (17,1%) y Complejo vitamínico (17,1%) fueron los cinco SN más consumidos por los sujetos de este estudio (Tabla 3). En la literatura científica existente los SN más usados por los deportistas son bebidas deportivas, complejos multivitamínicos y minerales (22,23,31,32); por consiguiente, existen resultados similares para la bebida deportiva y los complejos vitamínicos. Las proteínas, aminoácidos o creatina son usados también por los deportistas, pero en menor medida y solo en periodos de entrenamientos de potencia e hipertrofia muscular (32,38). Esto vendría a justificar nuestros resultados teniendo en cuenta que una de las razones más escogidas por los hombres de la muestra a la hora de acudir al gimnasio es estar en forma.

Observando los resultados podemos encontrar diferencias entre los suplementos consumidos por cada género, así pues, los varones se decantaron más por Proteína (42,7%), Creatina (26,9%) y Bebida Deportiva (22,7%); mientras que las mujeres optan más por Diuréticos (29,7%), Complejos Vitamínicos (18,7%) y Chitosan (14,2%). En concordancia con el presente se encuentran otros estudios en los que los hombres se decantan por suplementos proteicos como aminoácidos o creatina (17,37,39) y las mujeres por vitaminas y minerales (17).

De los 233 individuos que han consumido SN, 33 han consumido o consumían uno o dos SN como máximo, por contrario, 25 individuos han consumido o consumían diez o más SN, existiendo un caso en el que se llega a consumir hasta 25 SN por el mismo individuo. Una situación similar se dio en algunos atletas de las Olimpiadas de Sydney 2000, los cuales estuvieron consumiendo entre 18-20 diferentes SN, habiendo un individuo que consumía un total de 25 (23).

Las razones más escogidas para justificar el consumo de SN fueron mejorar el aspecto físico, cuidar la salud, aumentar el rendimiento deportivo y paliar algún déficit de la dieta. Resultados similares (no necesariamente en el mismo orden de prioridad) se han hallado en otros estudios, en los que el

cuidado de la salud (38) el aumento del rendimiento deportivo (6,22-24,27,28,31-33,38) y paliar algún déficit de la dieta (38,40) se usan como justificaciones en el consumo de SN por deportistas. La bibliografía existente no muestra la mejora del aspecto físico como justificación usada por deportistas, esto puede ser debido a la diferente finalidad de la actividad física realizada en gimnasios (el 48% de los encuestados acuden al gimnasio para estar en forma) y aquella que engloba el deporte de competición, donde prima el rendimiento. El cuarto motivo para el consumo de SN en este estudio fue paliar algún déficit de la dieta, con 13 encuestados, el 5,7% del total.

Consecuente con la literatura científica familia o amigos, entrenadores y compañeros de equipo son aquellos que con más frecuencia recomiendan el uso de SN a los deportistas (22,24,28,31,32,38,40). Considerando a los monitores como entrenadores, debido a que son los responsables de la actividad física realizada por los usuarios de un gimnasio; el presente estudio ha obtenido resultados similares en aquellos que recomiendan el uso de SN a la muestra, ya que amigos y monitores son unas de las opciones más marcadas por los encuestados. En contraposición a la bibliografía científica revisada, en el presente estudio aparece la figura del dietista como aconsejador en el uso de SN (41). Los hallazgos de Sundgot-Borgen (32) hacen ver que entrenadores, fisioterapeutas, preparadores físicos y demás integrantes de los equipos de atletismo femeninos de élite no tienen conocimientos en nutrición, incluso algunos no tienen ningún tipo de educación en ciencias de la actividad física y deportiva.

El lugar donde más acuden los encuestados a comprar los SN son el gimnasio, las tiendas especializadas y las herboristerías. El único estudio realizado en deportistas que recoge el lugar de compra de SN por estos (38), señala que son los supermercados, las tiendas especializadas y las farmacias los más visitados, por lo que sólo se encuentra una relación para el lugar de donde compran los SN en las tiendas especializadas en ambos estudios.

Es cuanto menos curioso que el 82,4% de los usuarios que consumen SN piensan que obtuvieron resultados a pesar de consumir sustancias que no han sido científicamente demostradas, por lo tanto no sabemos si es simplemente el efecto placebo o si hay que ampliar los estudios científicos de SN para poder corroborar los posibles resultados. Abría que aclarar que hay sustancias consumidas por los usuarios que si mejoran el rendimiento, pero que consumidas de forma combinada con las no demostradas no se podría diferenciar el efecto.

El 89,4% de la muestra estaba a favor del consumo de SN dentro de la legalidad, siendo sólo el 3,9% los consumiría si fueran perjudiciales para su salud y 5,3% si fuera ilegal o prohibido. Existen numerosos estudios en los que los consumidores de SN no son conscientes de aquello que toman, estan-

do consumiendo a veces suplementos perjudiciales para su salud y/o suplementos con sustancias añadidas ilegales o prohibidas (2,6-16). Las investigaciones muestran que muchas personas no reciben información profesional acerca de los suplementos nutricionales (1,42). Se debe informar sobre los tipos de suplementos, sus propiedades y riesgos, razonando su uso con respecto a la dieta.

Bajo condiciones normales cuando los deportistas consumen una dieta equilibrada a sus necesidades, la mayoría cubren sus necesidades energéticas y nutricionales. La necesidad de SN se hace perentoria en dietas inadecuadas, pero de forma limitada y adecuada. La estandarización y categorización de los SN son esenciales para su control. Los riesgos del uso de SN, el uso efectivo de los mismos, y quizás con más importancia, como maximizar la ingesta de nutrientes proveniente de alimentos para minimizar o suprimir el uso de SN (43) pueden ser las áreas de educación más necesitadas.

El consumo de SN en exceso hace que la población que lo consume tenga problemas de toxicidad, no sólo por el escaso control de estos productos, sino también por un consumo mayor a la ingesta máxima tolerable de los nutrientes (1,4,19,21).

CONCLUSIONES

Más de la mitad de las personas que acuden a un gimnasio consumen SN, llegando a casi un total de 4 suplementos diferentes por cada individuo que los consume, existiendo individuos que superan los 10 SN consumidos. Los hombres que acuden a gimnasios hacen un mayor consumo de los SN que las mujeres, a su vez los hombres que realizan dietas tienen un mayor consumo de SN con respecto a los que no realizan dietas.

Proteínas, L-Carnitina, Bebida Deportiva, Creatina y Complejo vitamínico son los SN más consumidos por los individuos que acuden a un gimnasio. Los hombres se decantan más por SN de origen proteínico y las mujeres por diuréticos, vitaminas y minerales.

Mejorar el aspecto físico, cuidar la salud, aumentar el rendimiento deportivo y paliar algún déficit de la dieta son las razones más escogidas para justificar el consumo de SN en los usuarios de gimnasios.

Familia, amigos, monitores son aquellos que con más frecuencia recomiendan el uso de SN a aquellos que acuden a los gimnasios. Gimnasio, tiendas especializadas y herboristerías son los lugares donde más acuden para comprar los SN.

Un alto porcentaje de los consumidores de SN en gimnasios piensa que han obtenido resultados positivos en el consumo de estos, y son pocos los que consumirían o consumen suplementos ilegales o perjudiciales para su salud.

REFERENCIAS

1. Eisenberg DM, Davis RB, Ettner SL, et al. Trends in alternative medicine use in the United States, 1990-1997: results of a national survey. *JAMA* 1998;280:1569-1575.
2. Medical aspects of drug use in the gym. *Drug Ther Bull* 2004; 42(1): 1-5.
3. Burke et cols. Supplements and Sports foods. En *Clinical Sports Nutrition 3ra Ed.* Burke (ed), 485-580. McGraw-Hill interamericana, Mexico, 2006.
4. Blendon RJ, Desroches CM, Benson JM, Brodie M, Althman DE. Americans' views on the use and regulation of dietary supplements. *Arch Intern Med* 2001;161:805-810.
5. Herbal treatments: the promises and pitfalls. *Consumer Reports* 1999;64:44-48.
6. Ambrose PJ. Drugs use in sport: a veritable arena for pharmacists. *J Am Pharm Assoc* 2004; 44(4): 501-16.
7. Ayotte C, Levesque JF, Cle RM, Lajeunesse A, Goudreault D, Fakirian A. Sport nutritional supplements: quality and doping controls. *Can. J. Appl. Physiol* 2001;26 Suppl:s120-s129.
8. Cui J, Garle M, Eneroth P, et al. What do commercial ginsengs contain? *Lancet* 1994;344:134.
9. Fricker PA. Drugs in sport. *Aust Prescr* 2000; 23(4): 76-8.
10. Green GA, Catlin DH, Starcevic B. Analysis of over-the-counter dietary supplements. *Clin. J. Sport Med* 2001;11:254-259.
11. Huang WF, Wen K-C, Hsiao M-L. Adulteration by synthetic therapeutic substances of traditional Chinese medicines in Taiwan. *J Clin Pharmacol* 1997;37:344-350.
12. Kamber M, Baume N, Saugy M, Rivier L. Nutritional supplements as a source for positive doping cases? *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab* 2001;11:258-263.
13. Kanayama G, Gruber AJ, Pope HG, et al. Over the counter drug use in gymnasiums: an underrecognized substance abuse problem? *Psychother Psychosom* 2001;70:137-140.
14. KO RJ. Adulterants in Asian patent medicines. *N Engl J Med* 1998;339:847.
15. Pipe A, Ayotte C. Nutritional supplements and doping. *Clin. J. Sport Med* 2002;12:245-249.
16. Ros JJ, Pelders MG, De Smet P. A case of positive doping associated with a botanical food supplement. *Pharm World Sci* 1999; 21:44-46.
17. Position of the Dietitians of Canada, the American Dietetic Association and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Can J Diet Pract Res* 2000;61:176-192.
18. Armsey TD, Green GA. Nutrition Supplements. *Science vs. Hype Phys Sportsmed* 1997;6:77-92.
19. Balluz LS, Kieszak SM, Philen RM, Mulinare JM. Vitamin and mineral supplement use in the United States: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Archives of Family Medicine* 2000;9, 258-262.
20. Millen AE, Dodd KW, Subar AF. Use of vitamin, mineral, nonvitamin, and nonmineral supplements in the United States: the 1987, 1992, and 2000 National Health Interview Survey results. *J Am Diet Asso* 2003;104, 942-950.
21. Use of dietary supplements in the United States, 1988-94: Data from the National Health Examination Survey, the National Health and Nutrition Examination Surveys, and the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey. 2005; Series 1, No. 244.
22. Baylis A, Cameron-Smith D, Burke LM. Inadvertent doping through supplement use by athletes: assessment and management of the risk in Australia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11:365-383.
23. Corrigan B, Kazlauskas R. Medication use in athletes selected for doping control at the Sydney Olympics (2000). *Clin. J. Sport Med* 2003;13:33-40.
24. Froiland K, Koszewski W, Hingst J, Kopecky L. Nutritional supplement use among college athletes and their sources of information. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004;14:104-120.
25. Greenwood M, Farris J, Kreider R, Greenwood L, Byars A. Creatine supplementation patterns and perceived effects in select division I collegiate athletes. *Clin J Sport Med* 2000;10:191-194.
26. Jacobson BH, Sobonya C, Ransone J. Nutrition practices and knowledge of college varsity athletes: a follow-up. *J Strength Cond Res* 2001;15:63-68.
27. Kim SH, Keen CL. Patterns of vitamin/mineral supplement usage by adolescents attending athletic high schools in Korea. *Int J Sport Nutr* 1999;9:391-405.
28. Krumbach CJ, Ellis DR, Driskell JA. A report of vitamin and mineral supplement use among university athletes in a division I institution. *Int J Sport Nutr* 1999;9:416-425.
29. Ronsen O, Sundgot-Borgen J, Maehlum S. Supplement use and nutritional habits in Norwegian elite athletes. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:28-35.
30. Sallis RE, Jones K. Dietary supplement use among college football players. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31 (Suppl): s118.
31. Slater G, Tan B, Teh KC. Dietary supplementation practices of Singaporean athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2003;13:320-332.
32. Sundgot-Borgen J, Berglund B, Torstveit MK. Nutritional supplements in Norwegian eliteathletes-impact of international ranking and advisors. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:138-144.
33. Ziegler PJ, Nelson JA, Jonnalagadda SS. Use of dietary supplements by elite figure skaters. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2003;13:266-276.
34. Cochran WG. *Sampling Techniques*, 3rd ed., New York: Wiley & Sons, 1997.
35. Zar JH. *Biostatistical Analysis*, 4th ed., New Jersey: Prentice Hall, 1999.
36. Serra L, Aranceta J. Objetivos Nutricionales para la población española. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. En: *Guías Alimentarias para la Población Española*. Madrid, SENC. 2001; 345-351.
37. Bjerkan K, Helle C, Holm H. Nutritional supplemente use in Norwegian elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2000;5 (Suppl): s62.
38. Erdman KA, Fung TS, Reimer RA. Influence of Performance Level on Dietary Supplementation in Elite Canadian Athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38,2: 349-356.
39. Peters EM, Goetzsche JM. Dietary practices of South African ultra-distance runners. *Int J Sport Nutr* 1997;7:80-103.

40. Crowley JJ, Wall C. The use of dietary supplements in a group of potentially elite secondary school athletes. 2000. Auckland University of Technology, Auckland. Massey University, Albany, Auckland.
41. Smith-Rockwell M, Nickols-Richardson SM, Thye FW. Nutrition knowledge, opinions, and practices of coaches and athletic trainers at a division 1 university. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11:174-185.
42. Shaw D, Leon C, Murray V, Volans G. Patients use of complementary medicine (letter). *Lancet*. 1998;352:408.
43. Canadian Centre for Ethics in Sport Prohibited Substances & Prohibited Methods, World Anti-Doping Agency. *Substance Classification Booklet*. 2004.

Recibido: 25-02-2008

Aceptado: 01-07-2008

Prácticas inadecuadas de alimentación entre el 4º y 6º mes de vida y su asociación con el déficit nutricional en un grupo de lactantes venezolanos

Armando Sánchez-Jaeger, María Adela Barón, Liseti Solano Rodríguez, Arkady Guerrero, Nayka Díaz

Centro de Investigaciones en Nutrición, Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela

RESUMEN. Las adecuadas prácticas de alimentación son fundamentales para la salud, la nutrición y el crecimiento infantil. A fin de detectar asociaciones entre la práctica inadecuada de la lactancia materna en los primeros 4 y 6 meses de vida y las deficiencias en el crecimiento y malnutrición, se evaluaron 240 lactantes menores de 24 meses, en una zona urbana de bajos recursos socioeconómicos de la ciudad de Valencia, Venezuela (2006). Para la práctica de la lactancia materna se identificaron dos grupos; lactantes que recibieron sólo lactancia materna exclusiva (LME) en dicho periodo de tiempo y aquellos que no la recibieron con exclusividad; lactancia predominante/complementaria (No LME). Se calcularon puntajes Z para los indicadores Peso/Talla (P/T) y Talla/Edad (T/E), según la referencia del CDC. Se consideró *déficit* a todo valor por debajo de $-2 Z$; *normalidad* entre $-2 Z$ y $+2 Z$ y el *exceso*; $> +2 Z$. Para las asociaciones se utilizó la prueba no paramétrica de Mann Whitney y un Odds ratio (95% de intervalo de confianza). Un 27% de los niños recibieron LME. En la muestra total, el déficit para P/T y T/E fue del 11,3% y 5,4% respectivamente. El grupo con No LME presentó un riesgo 5,25 veces mayor de estar en déficit nutricional. A pesar de que en el presente trabajo no se evaluó el efecto de variables sociodemográficas sobre la causalidad del déficit nutricional, se puede inferir que la LME entre el 4º y 6º mes de vida, atenuó los efectos adversos de dichas variables sobre el estado nutricional.

Palabras clave: Lactancia materna, prácticas alimentarias, antropometría, malnutrición por déficit.

SUMMARY. Inadequate feeding practices between month 4 and 6 and its association with nutritional deficit in a group of Venezuelan lactating infants. Adequate practices in food consumption are fundamental for child health, nutrition and growth. In order to detect associations between the inadequate practice of exclusive breastfeeding (EBF), predominant and/or complimentary in the first 4 to 6 months of life, and deficiencies in growth and malnutrition, 240 lactating infants younger than 24 months were evaluated in a low income urban area in the city of Valencia, Venezuela (2006). For the practice of breastfeeding, two groups were identified: children who received EBF in that period of time, and those who did not receive it (No EBF). Z scores were calculated for the indicators of Weight for Height (W/H) and Height for Age (H/A), using the CDC reference. Any value under $-2 Z$ was considered deficient, normal between $-2 Z$ y $+2 Z$, and excess $> +2 Z$. The non-parametrical Mann-Whitney test and Odd ratio (95% confidence interval) were used for associations. 27% of the children received EBF. The deficit for W/H and H/A was of 11,3% and 5,4%, respectively. Risk of nutritional deficit was 5,25 for those with No EBF. Even though the effect of other socio-demographic variables on the causes of nutritional deficit was not evaluated in the present investigation, it is to be suggested that the EBF between the first 4 to 6 months of life diminished the adverse effects of these variables on the nutritional state.

Key words: Exclusive breastfeeding, feeding practices, anthropometry, deficit malnutrition.

INTRODUCCION

Las adecuadas prácticas de alimentación en edades tempranas de la vida, son fundamentales para la salud, la nutrición, la supervivencia y el crecimiento infantil. Partiendo de este principio, la duración óptima de la lactancia materna exclusiva (LME), es uno de los aspectos cruciales que continuamente están evaluando los organismos regentes de la salud pública (1).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), han recomendado extender la lactancia materna exclusiva hasta el sexto mes de vida y a partir de ese momento, recibir alimentos complementarios adecuados desde el punto de vista nutricional, sin abandonar la lactancia natural hasta que el niño cumpla los dos años de edad. Esta recomendación fue puesta en marcha en Venezuela por la Comisión Nacional de Lactancia Materna (CONALAMA), a través del Programa de Lactancia Materna del Ministerio de la Salud, así como por un grupo de organizaciones no gubernamentales, quienes han hecho esfuerzos sin precedentes para promover, proteger y apoyar dicha práctica (1,2).

Las ventajas de la lactancia materna son ampliamente conocidas; contribuyen a la defensa contra ciertas

Financiamiento: Agencia Internacional de Energía Atómica. Proyecto ARCAL RLA-6/053; Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo y Protinal-Proagro, C.A.

enfermedades infecciosas, inmunológicas y algunas patologías crónicas, igualmente están detallados los efectos a corto y mediano plazo en la prevención de la mayoría de las alteraciones nutricionales. Está descrito que los niños son particularmente vulnerables a la malnutrición por déficit durante la transición de una lactancia natural a la introducción de alimentos sólidos (3). Desde hace tiempo, existe consenso sobre la necesidad de la lactancia materna exclusiva; no obstante, se ha debatido extensamente acerca de su duración óptima. Varios estudios han indicado diferencias en el estado nutricional de niños lactados exclusivamente al pecho, o de forma predominante con relación a los lactados de manera complementaria o parcial; sin embargo, los hallazgos de estos trabajos no han sido consistentes, específicamente en lo concerniente a la capacidad de la lactancia materna exclusiva para cubrir con la totalidad de las recomendaciones de energía, proteínas y ciertos micronutrientes durante los primeros seis meses de la vida. Se ha referido que el rápido crecimiento infantil durante dicha etapa, requiere de un adecuado soporte de nutrientes para la construcción de los diferentes componentes de la composición corporal (4-9).

Con miras a la definición de políticas en lo que se refiere a la duración óptima de la lactancia materna exclusiva y a la manera de mejorar sus beneficios, la OMS recomendó que se diera prioridad en materia de investigación a la búsqueda de asociaciones entre las prácticas inadecuadas de alimentación durante los primeros 4 y 6 meses de vida con las posibles deficiencias a corto plazo en el crecimiento y la malnutrición (1). Debido a la escasa información en nuestro país al respecto, en la presente investigación se evalúan dichas asociaciones en un grupo de niños que residen en una de las parroquias más pobladas de Valencia; ciudad capital del estado Carabobo, ubicado en la región central del país.

METODOLOGIA

Población y muestra

A fin de delimitar la población, se realizó en el primer trimestre del año 2006, un censo de los niños con edades entre 6 y 24 meses residentes en la Parroquia Miguel Peña, zona marginal y en pobreza de la ciudad de Valencia (n=876). Posteriormente los representantes de los niños censados, fueron citados a reuniones en las cuales se les planteó el propósito, los objetivos y los beneficios de la investigación, de acuerdo a las normas éticas aprobadas por la Comisión de Ética del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo (CDCH-UC).

De los niños cuyos representantes manifestaron consentimiento escrito a participar, se realizó la selección de la muestra de manera aleatoria (n=547). Posteriormente según los criterios de inclusión, se consideró a niños y niñas, sin enfermedad aparente y con edades entre 6 y 24 meses. Se

excluyeron los niños que clasificaron al nacer como pequeños para su edad gestacional, así como aquellos tratados con suplementos nutricionales de manera continua durante los tres meses previos al estudio y aquellos con presencia de patologías crónicas que pudiesen afectar tanto el estado nutricional como el crecimiento y desarrollo, quedando la muestra constituida por 240 lactantes, los cuales se reagruparon según la edad en tres categorías: 6 a 12 meses, 13 a 18 meses y 19 a 24 meses.

Práctica de la lactancia materna

Para ésta caracterización se utilizó un formulario validado, a través del cual se evaluó la práctica de la lactancia materna hasta el 4° y 6° mes de vida, identificando dos grupos; aquellos lactantes cuyas madres reportaron que recibieron sólo lactancia materna exclusiva en dicho periodo de tiempo (Grupo LME) y aquellos que no la recibieron de manera exclusiva (Grupo No LME), incluyendo en este último, a los lactantes que adicionalmente recibieron agua, jugo u otros líquidos no lácteos (lactancia predominante) y a aquellos que adicionalmente recibieron formulas infantiles y leche completa, así como algún tipo de alimento sólido, manteniendo la lactancia natural.

Evaluación nutricional antropométrica

Las mediciones antropométricas fueron tomadas por personal capacitado y estandarizado, siguiendo normas establecidas (10). El peso se tomó en una balanza pediátrica retirando la totalidad de la ropa. La toma de la estatura se realizó mediante el uso de un infantómetro calibrado. Se calcularon los puntajes Z en cada niño para los indicadores Peso/Talla y Talla/Edad (*P/T* y *T/E*) y se utilizó como patrón de referencia el criterio del Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) (11), usando el programa Epi-Info 2004, versión 3.2.2. Se consideró malnutrición en *déficit* y *retraso en el crecimiento lineal*, a todo sujeto ubicado por debajo de $-2 Z$; en *normalidad* a todo sujeto entre $-2 Z$ y $+2 Z$ y en el caso del *exceso*, se consideró a todo sujeto $> +2 Z$ para los indicadores *P/T* y *T/E* respectivamente.

Análisis de la información

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 11.0. Se evaluaron los supuestos de normalidad en todas las variables a estudiar. Para establecer diferencias entre los valores Z de los indicadores nutricionales (*P/T* y *T/E*) y los grupos caracterizados según la práctica de la lactancia materna (Grupos LME y No LME), se utilizó la prueba no paramétrica Mann Whitney, con un significado estadístico de $p < 0,05$. A través de un análisis de riesgo (Odds ratio) con un 95% de intervalo de confianza y la prueba exacta de Fisher se estableció la asociación entre la malnutrición por déficit al momento de la evaluación y la caracterización de la lactancia materna recibida entre el 4° y 6° mes de vida (Grupos LME y

No LME), reagrupando los niños en dos categorías: niños en déficit ($< -2 Z$) y niños con un estado nutricional dentro de la normalidad o en sobre la norma ($> -2 Z$).

RESULTADOS

Según la información obtenida de las madres, un 27% de los niños recibieron lactancia materna exclusiva entre el 4° y 6° mes de vida. La prevalencia del *déficit* para los indicadores *P/T* y *T/E* fue del 11,3% y 5,4% respectivamente. El grupo que no recibió lactancia materna exclusiva presentó el mayor

déficit para ambos indicadores, encontrando diferencias significativas ($p=0,005$) solo en los valores *Z* del indicador *P/T*. El mayor porcentaje de *exceso* (4,6%) se encontró en el grupo con LME (Tabla 1).

El comportamiento de los indicadores antropométricos (*P/T* y *T/E*) según la caracterización de la lactancia materna y los grupos de edad, muestra en el grupo con No LME entre los 6 y 12 meses, valores *Z* negativos en ambos indicadores. En el resto de edades, se mantuvo esta tendencia, siendo éste grupo (No LME), quién presentó los valores mas alejados a la normalidad, aunque sin diferencias significativas (Tabla 2).

TABLA 1
Estadísticos descriptivos de los valores *Z* (*Peso/Talla* y *Talla/Edad*) según la práctica de alimentación

Valor <i>Z</i> /indicador	Media \pm DE	Mediana	Distribución porcentual según rangos de <i>Z</i> Score		
			$< -2 Z$	$-2 Z$ a $+2 Z$	$> +2 Z$
Muestra total					
Peso/talla	$-0,529 \pm 1,63$	-0,415	11,3	86,7	2,1
Talla/edad	$-0,240 \pm 1,40$	-0,460	5,4	89,2	5,4
Grupo LME					
Peso/talla*	$-0,067 \pm 1,22$	-0,090	3,1	92,3	4,6
Talla/edad	$-0,079 \pm 1,55$	-0,350	4,6	89,2	6,2
Grupo No LME					
Peso/talla*	$-0,700 \pm 1,73$	-0,580	14,3	84,6	1,1
Talla/edad	$-0,300 \pm 1,34$	-0,490	5,7	89,1	5,1

* Mann Whitney ($p=0,005$)

TABLA 2
Estadísticos descriptivos de los valores *Z* (*Peso/Talla* y *Talla/Edad*) según la práctica de alimentación y edad

Peso/Talla	Media \pm D.E	Valores <i>Z</i>	
		95% IC	Mediana
6 a < 12 meses n=63			
Grupo LME	$0,210 \pm 1,67$	-0,68 /1,10	0,505
Grupo No LME	$-0,569 \pm 1,74$	-1,08/-0,05	-0,380
12 a 18 meses n=115			
Grupo LME	$-0,083 \pm 1,07$	-0,48/0,32	0,090
Grupo No LME	$-0,808 \pm 1,93$	-1,22/-0,39	-0,460
19 a 24 meses n=62			
Grupo LME	$-0,277 \pm 1,00$	-0,76/0,20	-0,420
Grupo No LME	$-0,630 \pm 1,27$	-1,02/-0,23	-0,660
Talla/Edad			
6 a < 12 meses n=63			
Grupo LME	$0,555 \pm 2,10$	-0,56/1,67	-0,220
Grupo No LME	$-0,033 \pm 2,10$	-0,44/0,38	-0,230
12 a 18 meses n=115			
Grupo LME	$-0,270 \pm 1,45$	-0,83/0,25	-0,390
Grupo No LME	$-0,290 \pm 1,39$	-0,57/0,02	-0,450
19 a 24 meses n=62			
Grupo LME	$-0,280 \pm 1,00$	-0,76/0,20	-0,500
Grupo No LME	$-0,648 \pm 1,09$	-0,98/-0,31	-0,630

En la Tabla 3 se observa en el grupo con lactancia materna exclusiva un 3,0% de malnutrición por *déficit*, contrario al 14,3% encontrado en el grupo que no recibió dicha práctica. Los porcentajes para el *retraso del crecimiento lineal* fueron del 4,6% y 5,7% para los grupos con LME y No LME

respectivamente. En esta tabla se muestra la asociación entre el indicador *P/T* y los grupos caracterizados según la práctica de la lactancia materna, observando en los niños que no la recibieron, un riesgo significativo 5,25 veces mayor de estar en *déficit* antropométrico ($p=0,012$. IC 95% =1,20-22,83).

TABLA 3
Asociación entre los indicadores antropométricos y la práctica alimentaria

Indicador	Grupo LME	Grupo No LME	Total
PESO/TALLA			
Bajo norma (< -2 Z score)	2 (3,07%)	25 (14,29%)	27 (11,25%)
Normal /Sobre la norma (> -2 Z score)	63 (96,93%)	150 (85,71%)	213 (88,75%)
Total	65	175	240
Prueba Exacta de Fisher $p=0,012$ Odds Ratio = 5,25; (IC 95% =1,20-22,83)			
TALLA/EDAD			
Talla Baja (< -2 Z score)	3 (4,61%)	10 (5,71%)	13 (5,41%)
Normal /Sobre la norma (> -2 Z score)	62 (95,39%)	165 (94,29%)	227 (94,59%)
Total	65	175	240
Prueba Exacta de Fisher $p=1,000$ Odds Ratio = 1,25; (IC 95% =0,33-4,70)			

DISCUSION

Las actuales estrategias para la adecuada alimentación del lactante, han logrado adelantos sustanciales en mejorar las prevalencias de la lactancia materna exclusiva (12-15), sin embargo para las metas propuestas de lograr un incremento en dicha práctica al 75% a los tres meses y al 50% a los seis meses de edad (16), las tasas de lactancia materna exclusiva publicadas siguen siendo bajas.

Estudios realizados en Venezuela por la Fundación "Centro de Estudios sobre Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana" (Fundacredesa) sobre las tendencias de la lactancia materna exclusiva, revelan que entre los años 1981 y 1995 hubo un discreto incremento en dicha práctica. La información recolectada en el "Proyecto Venezuela", en la década del 80 reveló que solo 6% de las madres amamantaron de manera exclusiva a su hijo durante los primeros seis meses de vida, siendo esta cifra superada cuando se evaluaron las zonas rurales del país (8,7%) y los estratos sociales menos favorecidos (9,0%) (17). Posteriormente, en el estudio "Condiciones de Vida del Venezolano", realizado en el Área Metropolitana de Caracas y en 10 ciudades del interior del país, Fundacredesa reportó que la exclusividad hasta el sexto mes se había incrementado del 13% en el año 1992 al 20% en 1995 (18). En el presente trabajo, llama la atención la elevada adherencia (27%) de amamantamiento en forma exclusiva entre el 4° y 6° mes al ser comparada con los datos nacionales citados

anteriormente, lo cual podría deberse al esfuerzo encaminado a mejorar la eficacia en aumentar las tasas de lactancia materna exclusiva a nivel regional, unido a la situación socioeconómica actual del venezolano y al elevado costo de las formulas lácteas y otros alimentos especiales para niños de corta edad.

En algunos países de Latinoamérica, igualmente las tendencias han mostrado progresos importantes, especialmente en aquellos en que se dispone de apoyo a la lactancia natural; en Chile se reportó un 50% de prevalencia de lactancia materna exclusiva hasta los seis meses de edad en 10.307 lactantes menores de 12 meses, ubicados en 23 consultorios urbanos de atención primaria de salud (19). En el Perú, datos nacionales publicados en el año 2000, revelaron que para el año 1992 la prevalencia de lactancia materna exclusiva a los seis meses era del 20%, aumentando al 38% para el año 1996 (20). En Ciudad de México, en un estudio realizado entre enero del 2001 y septiembre del 2003, se reportó una prevalencia de exclusividad al sexto mes del 67% (21). Esto demuestra el grado de compromiso materno, así como el adoptado por las organizaciones internacionales a favor de las adecuadas prácticas en la alimentación infantil.

Con relación a los estudios de malnutrición, crecimiento y concentraciones séricas de ciertos micronutrientes en niños alimentados con lactancia materna exclusiva durante los primeros 4 y 6 meses de vida, la OMS, inició una revisión sistemática de las publicaciones científicas sobre la duración óptima de dicha práctica. Estos resultados en el año 2001

fueron sometidos a una consulta de expertos y la evidencia científica recolectada refirió que la práctica de la lactancia materna exclusiva durante seis meses no produjo ningún efecto adverso a nivel poblacional sobre el crecimiento y el estado nutricional del lactante. Sin embargo, se consideró que el tamaño muestral evaluado, fue insuficiente para descartar un aumento del riesgo de deficiencias del crecimiento, particularmente en poblaciones con malnutrición materna grave y una alta prevalencia de retardos de crecimiento intrauterino.

En la presente investigación, las prevalencias del *déficit* tanto a nivel nutricional (*P/T*), como en el crecimiento lineal (*T/E*), fueron mayores en los niños que no recibieron lactancia materna exclusiva. Con relación al *P/T*, el grupo que no la recibió presentó un alto riesgo de estar en *déficit*. Estudios realizados en la India, con relación a las prácticas de alimentación en los primeros meses de vida y su relación con la malnutrición hasta la edad de cinco años coinciden con los datos del presente estudio; presencia de asociaciones entre la introducción temprana de alimentos diferentes a la leche materna y un alto riesgo de déficit nutricional a dicha edad (22). Con relación al crecimiento lineal, los valores Z del indicador *T/E*, tanto en la muestra total, como en los grupos caracterizados según la edad, estuvieron por debajo en el grupo con No LME, pero sin diferencias significativas. Esta situación coincide con lo reportado en datos longitudinales de 7 países ubicados en diferentes regiones geográficas, evaluados en el *WHO Multinational Study of Breast-feeding and Lactational Amenorrhea*, quienes utilizaron un protocolo común en los cuales, las variables peso y talla a los cuatro meses de edad, fueron menores en aquellos infantes que recibieron precozmente alimentación complementaria, con pequeñas diferencias solo para el peso (23).

Igualmente en México (24), en donde, se comparó el patrón de crecimiento ponderal de 116 lactantes según tipo de lactancia recibida, se encontró una mayor prevalencia de *déficit* en los indicadores *P/T* y *T/E* en aquellos niños que incorporaron adicionalmente a la lactancia natural, otros tipos de alimentos antes de los 4 meses de vida, presentando diferencias significativas para el indicador *P/T* y ausencia de las mismas en el crecimiento lineal.

Esta ausencia de diferencias significativas encontradas en el presente estudio para la estatura, entre niños alimentados exclusivamente al pecho y aquellos con formulas artificiales coincide igualmente, con lo reportado en el estudio *DARLING (Davis Area Research on Lactation, Infant Nutrition and Growth)*, llevado a cabo por la Universidad de California, en el cual de manera longitudinal se evaluó la ingesta de nutrientes, el crecimiento y la morbilidad de niños menores de 12 meses según diferentes prácticas alimentarias y a diferencia de los datos presentados en el presente trabajo, los valores de los niños amamantados fueron algo menores (4).

En Cuba se evaluó el efecto de la lactancia materna exclusiva en el primer semestre de vida y la salud de los niños al año de edad, observando que el grupo con exclusividad en dicha práctica durante seis meses presentó un mejor estado nutricional y mejores niveles de hemoglobina que el grupo que no la recibió (25). En Colombia, a fin de evaluar la influencia de la lactancia natural en el crecimiento y la salud de 133 niños afro-colombianos entre 5 y 7 meses con seguimiento longitudinal hasta los 18 meses, se reportó una asociación positiva en la velocidad de ganancia de peso y estatura en niños alimentados de manera exclusiva en relación a los alimentados de manera complementaria, ratificando que la lactancia materna exclusiva por seis meses es una de las importantes prácticas para la salud y el estado nutricional en general (26).

La introducción temprana de alimentos diferentes a la leche materna en niños en situación de pobreza, involucra un riesgo adicional inherente a su escaso consumo alimentario, a la presencia de enfermedades infecciosas y al escaso nivel de escolaridad materno, derivado de su situación socioeconómica. A pesar, de que en el presente trabajo no se evaluó ni controló el efecto de estas variables intervinientes sobre la causalidad del déficit nutricional (aún cuando la totalidad de la muestra evaluada fue homogénea en este particular), nos permitimos inferir que las ventajas biológicas en la exclusividad del amamantamiento entre el 4° y 6° mes de vida, dadas por la presencia en la leche materna de componentes inmunológicos tipo IgA secretora, así como factores antibacterianos y componentes C3 y C4 del complemento, los cuales ejercen un efecto protector contra episodios infecciosos que ocurren durante la infancia, unido a la mejor biodisponibilidad del hierro en la leche materna, podrían haber atenuado los efectos adversos de dichas variables sociodemográficas sobre el estado nutricional.

Se concluye que las inadecuadas prácticas alimentarias en los primeros 6 meses de vida tienen un efecto negativo sobre el estado nutricional antropométrico por lo menos hasta los 24 meses de edad. Se recomienda la continuidad en nuestra región de estudios que asocien las deficiencias del crecimiento y malnutrición, así como las carencias de ciertos micronutrientes, la morbilidad y el desarrollo neuromotor en niños con la inadecuada práctica de lactancia materna exclusiva, la lactancia predominante y/o complementaria durante los primeros seis meses de vida. De igual forma, se hace necesario, conocer las limitaciones sociales y biológicas existentes en los diferentes entornos geográficos y culturales de Latinoamérica con relación a la adecuada práctica de la lactancia materna exclusiva, a fin de lograr cubrir exitosamente con las metas propuestas para el año 2010.

AGRADECIMIENTO

A los niños y madres participantes en el estudio, a la Asociación Civil “Niño Feliz”, a los Directivos y personal de la Unidad Educativa “Valentín Espinal”, a la Directiva y personal del Ambulatorio “Dr. Miguel Malpica” de la Universidad de Carabobo.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial para la alimentación del lactante y niño pequeño. Duración óptima de la lactancia materna exclusiva. 54^a Asamblea Mundial de la Salud. 2001.
2. Jaffé W, Rivas O, Méndez Castellano H. La lactancia materna en Venezuela entre 1981-1995. *An Venez Nutr* 1997; 10(2): 102-5.
3. Mamiro P, Kolsteren P, Roberfroid D, Tatala S, Opsomer A, Van Camp J. Feeding practices and factors contributing to wasting, stunting, and iron deficiency anemia among 3-23 month old children in Kilosa District, rural Tanzania. *J Health Popul Nutr* 2005; 23 (3): 222-30.
4. Heinig M, Nommsen L, Peerson J, Lonnerdal B, Dewey K. Energy and protein intakes of breast-fed and formula-fed infants during the first year of life and their association with growth velocity: the DARLING Study. *Am J Clin Nutr* 1993;58:152-1.
5. Butte N, Smith E, Garza C. Energy utilization of breast-fed and formula-fed infants. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 350-8.
6. Yoneyama K, Nagata H, Asano H. Growth of Japanese breast-fed and bottle-fed infants from birth to 20 months. *Ann Hum Biol* 1994; 21: 597-608.
7. Hediger M, Overpeck M, Ruan W, Troendle J. Early infant feeding and growth status of US-born infants and children aged 4-71 months: Analyses from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Am J Clin Nutr* 2000;72:159-167.
8. Haschke F, Van M. Euro-Growth referents for length, weight, and body circumferences. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2000; 31, Suppl. 1:S14-S38.
9. Marugan J, Torres M, Herrero M, Robles M. Estudio del crecimiento de niños sanos contemporáneos. Influencia del modelo de lactancia sobre el estado nutricional. *Bol Pediatr* 2003; 43:417-33.
10. López M, Landaeta M, editores. Manual de crecimiento y desarrollo. Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. Caracas: Fundacredesa-Serono, 1991.
11. Kuczmarski R, Ogden C, Guo S, Grummer-Strawn L, Flegal K, Mei Z et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and development. *Vital Health Stat* 2002; 246:147-148.
12. Ryan A, Wenjun Z, Acosta A. Breastfeeding continues to increase into the new millennium. *Pediatrics* 2002; 110:1103-1109.
13. Gartner L, Morton J, Lawrence R, Naylor A. Breastfeeding and the Use of Human Milk. *Pediatrics* 2005; 115 (2):496-506.
14. Kuperberg K, Ever S. Feeding Patterns and Weight Among First Nations Children. *Canadian J of Dietetic Practice and Research* 2006; 67(2):79-84.
15. Abdurraheem R, Binns C. The infant feeding practices of mother in the Maldives. *Public Health Nutrition* 2007; 10 (5):502-507.
16. US Departamento of Health and Human Services. *Healthy People 2010: Conference Edition*. Vols I and II. Washington, DC: US Government Printing Office; 2000: 47-48.
17. Méndez Castellano. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humano de la República de Venezuela. Fundacredesa. Caracas 1996.
18. Méndez Castellano. Estudio Condiciones de Vida. 1991-1995. Fundacredesa. Caracas 1995.
19. Itabaca J, Atalah E. Tendencia de la lactancia materna en el servicio de salud metropolitano sur. *Rev Chil Pediatr* 2002; 73(2):127-134.
20. Cairo J. Lactancia materna exclusiva hasta los seis meses y factores asociados en niños nacidos sanos. *An Facultad Med* 2000; 61 (3):2-10.
21. Delgado A, Arroyo L, Díaz M, Quesada C. Prevalencia y causas de abandono de lactancia materna en el alojamiento conjunto de una institución de tercer nivel de atención. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2006; 63:31-39.
22. Kumar D, Goel N, Mittal P, Misra P. Influence of infant-feeding practices on nutritional status of under-five children. *Indian J Pediatr* 2006; 73:417-421.
23. Growth of healthy infants and the timing, type, and frequency of complementary foods. WHO Working Group on the Growth Reference Protocol and the WHO Task Force on Methods for the Natural Regulation of Fertility. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 620-627.
24. Espinoza R, Ocampo P, Quiroz J. Tipo de lactancia y su relación con el patrón de crecimiento y frecuencia de infección respiratoria y enfermedad diarreica aguda. *Arch Med Fam* 2005; 7(2):49-53.
25. Coronel C, Hernández F, Martín M. Lactancia materna en el primer semestre y la salud de los niños en el primer año de vida. *Rev Mex Ped* 2004; 71 (5):217-21.
26. Alvarado B, Zunzunegui M, Delisle H, Osorno J. Growth trajectories are influenced by breast-feeding and infant health in an afro-colombian community. *J Nutr* 2005;135(9):2171-8.

Recibido: 14-04-2008

Aceptado: 14-07-2008

The prevalence of malnutrition and its risk factors in children attending outpatient clinics in the city of Manaus, Amazonas, Brazil

Marcelle M. M. Maia, Maria A. Fausto, Erica L. M. Vieira, Maria L. F. N. Benetton and Mariângela Carneiro

Departamento de Parasitologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, -Brazil.
Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Brazil. Departamento de Parasitologia,
Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Brazil

SUMMARY. The objective of this study was to determine the prevalence of malnutrition and its risk factors in children aged 0-10 years attending outpatient clinics in Manaus, Amazonas, Brazil. A cross-sectional epidemiological study of a population of 347 children was conducted. Data concerning socio-economic levels and food consumption were obtained by interviewing the accompanying guardian of each child. Dietetic evaluation was conducted using a semi-quantitative food frequency questionnaire, and faecal samples were examined by optical microscopy. Anthropometric measurements were transformed into percentiles and z-scores, and nutritional status was evaluated by reference to National Center for Health Statistics (NCHS) and Centers for Disease Control (CDC) indicators. Factors associated with undernutrition were analysed using a random-effects logistic regression model. The overall prevalences of underweight, stunting and wasting were 18.1, 15.5 and 10.7%, respectively, with reference to CDC growth curves, and 14.3, 17.3 and 4.4%, respectively, with reference to NCHS growth curves. The overall prevalence of wasting was statistical higher according to the CDC reference than that estimated using the NCHS reference ($P=0.02$). The prevalence rate of intestinal parasites was 58.8%. Risk factors associated with malnutrition were: low educational level of guardian respondent (OR=4.55), energy intake <54.5 kcal/kg (OR=4.55), children in age group 6-10 years (OR=3.54), and attendance at outpatient clinic for paediatric visit (OR=2.71). In the studied population, malnutrition (stunting, underweight and wasting) and parasite infection still represent serious public health problems. The risk factors identified in the present study confirm the influence of socio-economic factors on the nutritional status of children.

Key words: Malnutrition, risk factors, children, Brazil.

INTRODUCTION

Energy-protein malnutrition represents one of the main public health problems throughout the world, but most especially in developing countries. According to the World Health Organization (1), malnutrition affects more than a quarter of children worldwide, with an estimated 150 million (26.7%) infants being underweight and 182 million (32.5%) exhibiting stunting.

RESUMO. Prevalência de desnutrição e fatores de risco em crianças atendidas em ambulatórios na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. O objetivo do estudo foi determinar a prevalência de desnutrição e fatores de risco em crianças de 0-10 anos, atendidas em ambulatórios em Manaus, Amazonas, Brasil. Foi conduzido um estudo epidemiológico transversal em uma amostra de 347 crianças. As entrevistas foram realizadas com os pais ou responsáveis, foram coletados dados socioeconômico e de consumo alimentar de cada criança. Para avaliação dietética utilizou-se um questionário semi-quantitativo de frequência alimentar. Amostras de fezes foram examinadas por microscópio ótico. Medidas antropométricas foram transformadas em percentis e z-escore e o estado nutricional foi avaliado pelos indicadores do National Center for Health Statistics (NCHS) e do Centers for Disease Control (CDC). Fatores de risco associados à desnutrição foram analisados usando modelo de regressão logística com efeito aleatório. As prevalências de baixo peso, déficit de estatura e déficit de peso foram 18,1, 15,5 e 10,7% pela referência do CDC e 14,3, 17,3 e 4,4% do NCHS. A prevalência de déficit de peso foi maior quando estimada pelo CDC em comparação ao NCHS ($p=0,02$). A prevalência de parasitoses intestinais foi de 58,8%. Os fatores de risco associados a desnutrição foram: baixo nível educacional dos respondentes (OR=4.55), ingestão calórica <54.5 kcal/kg (OR=4.55), crianças na faixa etária de 6-10 anos (OR=3.54), e consulta pediátrica como motivo de visita ao ambulatório (OR=2.71). Na população estudada, desnutrição (baixo peso, déficit de estatura e déficit de peso) e infecção parasitária ainda representam um problema de saúde pública. Os fatores de risco confirmam a influência dos fatores sócio econômicos no estado nutricional das crianças.

Palavras chave: Desnutrição, fatores de risco, crianças, Brasil.

In Brazil, three nutritional surveys have been carried out at the national level, namely, the National Study of Family Income (2) in 1974/75 and the National Survey on Health and Nutrition (3) in 1989, both organised by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), and the National Survey on Demographics and Health (4) in 1996 conducted by the Sociedade Civil Bem-Estar Familiar no Brasil (BEMFAM). For children < 5 years of age living in urban areas of Brazil, the mean prevalence values of height-for-age z-scores < - 2

standard deviations (- 2SD) revealed by these studies were 26.6, 15.4 and 10.5%, respectively. Whilst these results indicate a gradual overall reduction in the prevalence of stunting within the country, malnutrition in the northern and north-eastern regions remains approximately twice that of the mid-western area, and four-times greater than in the southern states. Thus in 1996, the northern area presented the highest prevalence (16.2%) of children < 5 years old with stunting. In both the 1989 and 1996 surveys, only 2% of children less than 5 years old presented wasting according to the weight-for-height indicator. However, in the northern states, the prevalence of wasting based on this indicator was 3.1% in 1989, and showed decline to 1.2% in 1996. Additionally, on the basis of weight-for-age Z scores < -2SD, approximately 6% of Brazilian children were found to be suffering from underweight in 1996 with the highest prevalence (7.7%) again being in the northern areas (4).

Environmental and social factors as well as hygiene habits are important risk factors associated with nutritional status, as reported by different authors (5,6,7). Although the prevalence of malnutrition and its determinant factors have been studied across the whole of Brazil, the few recent epidemiological investigations that have been conducted in the Amazon region of the country have failed to consider the concomitant effects on child nutritional status of food consumption, parasitic infections and socio-economic level of the population. Despite its continental dimensions, the Brazilian Amazon region is inhabited by only 17 million people producing an overall population density of only 3.4 inhabitants per km², which is amongst the lowest in the world. On the basis of the human development index (HDI), the State of Amazonas (HDI = 0.713) was ranked at position 16 out of the 26 Brazilian states according to a United Nations survey carried out in 2000 (8). Manaus, the capital city of the State of Amazonas, comprised 49.9% of the state population in 2000. Interestingly, the HDI of Manaus was reported to be 0.774, a value that is higher than the overall index for Brazil (HDI = 0.757) (8). The objective of the present study was to determine the prevalence of malnutrition in Manaus and to investigate some risk factors associated with malnutrition in a population of children aged 0-10 years attending outpatient clinics in the capital.

MATERIAL AND METHODS

The project was approved by the Research Ethics Committee of the Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brazil.

Population and study design

The cross-sectional study was conducted from August 2001 to March 2002, and involved children aged 0-10 years attending four outpatient clinics in Manaus, Amazonas, Brazil

(9). In order to encompass individuals living in different regions of the city, participants were recruited from outpatient clinics of the Hospital Universitário "Getúlio Vargas", Hospital do Servidor Público Estadual "Francisca Mendes", Fundação de Hematologia e Hemoterapia do Amazonas, and Centro de Referência Doutor "Antônio Comte Telles".

The required minimum population size was calculated on the basis of the IBGE census of 2000, which showed Manaus to have a population of 323000 children in the age range 0-10 years. Assuming that the prevalence of infantile malnutrition was 16% (4), and allowing for an acceptable variance of 0.04 and a confidence level of 95%, it was estimated that a minimum of 322 children aged 0-10 years would be required for the study. The sampling process was for convenience. Individual children were invited by the research team to participate in the study when they arrived at a clinic to book an appointment for the laboratory examinations recommended by a physician regardless of the symptoms presented. Informed consent was obtained in writing from the parents or guardians of the children prior to entry to the study.

Data collection

The detailed methodology employed for data collection has been published elsewhere (9), and involved interviews carried out by trained personnel in which questions specifically relating to the infant participants were answered by the accompanying parent or guardian. The data collected were: (i) demographic grouping (sex, age, race, weight, height), (ii) social status (educational level, income, and professional occupation of the parent or guardian), (iii) living conditions (water quality, access to sanitation, garbage disposal), (iv) food intake and (v) motives for seeking medical attention.

Dietetic evaluation

A semi-quantitative food frequency questionnaire (FFQ) was developed on the basis of information that had been gathered relating to local dietary intake (with the aim of including culture-specific foods). The final version of the FFQ, which was tested during a pilot study, contained 103 food items. The following information was collected for each item on the list: consumption, frequency of consumption, average routine frequency of consumption, the respective time period of recurring consumption (i.e. daily, weekly, fortnightly, monthly), and the size of the typical individual portion expressed in the form of commonly-used measurements. Information relating to sugar and oil intake was expressed in terms of monthly family consumption. Conversion of commonly-used measurements for foods and beverages into metric units (g and mL) was performed with the help of appropriate tables (10-13).

Recommended energy intakes were determined based on equations for Estimated Energy Requirements (EER) for

infants up to the age of 35 months, and from equations relating to specific age and gender groups for physically active children aged 3 years and older (14). Recommended protein intake was based on the Adequate Intake (AI) for infants up to 6 months, and on Estimated Average Requirements (EAR) for children older than 6 months (14).

Anthropometric evaluation

Anthropometric measurements of participants were acquired with the subjects wearing minimal clothing and no shoes. A Filizola® paediatric balance was used to weigh children up to 23 months old and Filizola® anthropometric balance, capacity of 150 kg and precision of 100 g, was used to weigh children aged 24 months and older. Body length (infants up to 23 months) was measured using a horizontal wooden stadiometer with the infant in recumbent position and height (children = 24 months) was measured using a vertical stadiometer (100-200 cm) coupled to the balance. Body mass index (BMI) was calculated as [weight (kg) / height squared (m²)]. Anthropometric measurements were transformed into percentiles and z-scores with the aid of Epi-Info 2000 software version 3.4 (15), and growth curves published by the National Center for Health Statistics (NCHS) (16) and Centers for Disease Control (CDC) (17) were employed as references. In this article the term undernourished is used as synonymous of underweight.

The z-score values for height-age (HAZ), weight-age (WAZ) and weight-height (WHZ) based on the NCHS indices were calculated in order to allow comparison of the results with the data available for the northern region of Brazil. The cut-off points for stunting, underweight and wasting were HAZ, WAZ and WHZ < -2 SD, respectively (18).

With respect to the CDC index, the cut-off point for wasting was WHZ < -2 SD for children < 2 years old, and less than the 5th percentile of BMI-for-age for children ≥ 2 years of age. Eutrophy was defined as -2 SD < WHZ < 2 SD for children < 2 years old, and between the 5th and 95th percentiles of BMI-for-age for children ≥ 2 years of age. The cut-off point for overweight was WHZ > 2 SD for children < 2 years old, and more than the 95th percentile of BMI-for-age for children ≥ 2 years of age. Children classified as underweight by the CDC index were compared with children classified as eutrophic.

Parasitological exams

Faecal samples were transported to the laboratories of the institutions where the participants had been recruited and examined on the day of collection using the direct method (with saline and 2% lugol) and the routine Hoffman, Pons and Janer spontaneous sedimentation method (19). Two slides were prepared for each sample and examined, using optical microscopy, by a technician from the unit and by the supervisor involved in the study.

Statistical analysis

A database containing the collected information was generated using Epidata version 2.1 software (20), and statistical analyses were performed using STATA statistical software, version 9.0 (21).

Fisher exact and χ^2 tests were employed in order to evaluate the frequency distribution according to gender and age group. The median values of continuous variables with asymmetric distributions were compared using the Mann-Whitney U test for independent samples and the Wilcoxon signed-rank test for matched-pair samples. Differences were considered significant at the 5% level.

In order to evaluate the risk factors for undernutrition, a response variable was defined according to the CDC dataset and factors associated with this variable were analyzed using a random-effects logistic regression model (22). This model assumed that observations obtained at the same interview location were mutually dependent and that observations between children were independent. Univariate analysis was performed, and Odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI_{95%}) were used to quantify the association between risk factors and undernutrition. Energy (kcal and kcal/kg) and protein (g and g/kg) intakes were evaluated as continuous values as well as in categorized form as percentiles of consumption (i.e. ≤ 25th, 25th - 50th, >50th - 75th, > 75th): age was evaluated as a continuous variable and as well as in the categorized form as groups (i.e. < 2, 2 - 5, and > 6 years old). Those variables that presented $p < 0.25$ in the univariate analysis were employed in the multivariate regression model. Variables that presented collinearity or low frequency were excluded from the multivariate model, while variables with more than two categories were transformed into indicator (dummy) variables. The models were constructed using forward selection of the variables, and the likelihood-ratio test (22) was used to define the final model.

RESULTS

The population studied comprised 347 children, 184 (53.0%) of whom were boys. Within each age group there were no statistically significant differences with respect to weight or height between boys and girls. The reasons for attendance at the four selected outpatient clinics were: paediatric medical visit (56.8%), gastrointestinal diseases (19.0%), pulmonary diseases (1.1%), pain (0.9%), visual or auditory problems (0.6%), and other causes (14.7%) including dermatological diseases, infectious diseases such as dengue, and accidents: 6.9% of the participants did not declare a reason for attendance. The paediatric medical visit was understood as the following of the infant's growth and development.

With respect to the guardians of the participating children, 5.8% were younger than 20 years, 76.4% were between 20

and 39.9 years, and 17.9% were older than 39.9 years. Most of the responding guardians were female (88.5%). With respect to the education level 4.0% never had studied, 64.3% had attended school from 1 to 8 years, and 31.7% had attended school more than 8 years. The minimum monthly salary in Brazil relating to the period during which the research was conducted was US\$ 72.00. Most of the families questioned (37.5%) received less than 2.9 minimum salaries, although 17.6% families received between 3 and 4.9 minimum salaries, and 13.5% received more than 5 minimum salaries: 31.4% of the participants did not reveal a family income.

Anthropometric classification

Table 1 shows the demographic characteristics and the anthropometric classification of the studied population of children distributed according to age group. No statistical differences between boys and girls were observed with respect to the distribution of WAZ, HAZ, WHZ or BMI categories. The overall prevalences of WAZ, HAZ and WHZ < -2 SD were 18.1, 15.5 and 10.7%, respectively, with reference to CDC growth curves (14), and 14.3, 17.3 and 4.4%, respectively, with reference to NCHS growth curves (16). With respect to underweight and stunting, there were no statistical differences between the prevalence determined using CDC or NCHS indicators, although the overall prevalence of wasting was estimated to be higher ($p=0.02$) according to the CDC reference. The prevalence of stunting was observed to be greater for children < 5 years compared with the group aged = 5 years according to both the CDC ($p=0.002$) and the NCHS ($p=0.008$) reference datasets.

Infection with parasites

Among the 347 children studied, 204 (58.8%) presented faecal samples that tested positive for intestinal parasite infection. Children < 2 years of age showed a lower frequency of infection (29.8%) compared with those in the age groups 2 - 5 years (61.1%) ($p=0.0002$) and 6 - 10 years (65.4%) ($p=0.00001$). The hypothesis that parasite infection tended to be associated with an increase in age was confirmed by χ^2 analysis ($p=0.0002$). Of the positive faecal samples, 60.8% ($n=124$) were infected with a single parasite species and 39.2% ($n=80$) with two or more species. With respect to protozoa, 23.3% ($n=81$) samples tested positive for *Giardia lamblia*, 19.6% ($n=68$) for *Endolimax nana*, 11.5% ($n=40$) for *Entamoeba histolytica/dispar*, 10.4% ($n=36$) for *Entamoeba coli* and 3.7% ($n=13$) for *Iodamoeba butschli*. In the case of helminths, 14.1% ($n=49$) samples tested positive for *Ascaris lumbricoides*, 4.6% ($n=16$) for *Trichuris trichiura*, 2.3% ($n=8$) for *Enterobius vermicularis* and 1.4% ($n=5$) for *Ancylostomids*. There was no statistical difference between parasites infection and infant malnutrition.

TABLE 1
Anthropometric parameters and gender of a population of children aged 0 – 10 years distributed by age group, Manaus-AM, Brazil, 2001-2002

Parameter	Total		Age group < 5 years		Age group ≥ 5 years		p†
	N	%	N	%	N	%	
Gender							
Male	184	53.0	77	49.7	107	55.7	0.26
Female	163	47.0	78	50.3	85	44.3	
Anthropometric classification							
CDC ¹⁰ reference							
WAZ (n = 343)							
< -2 SD	62	18.1	24	15.6	38	20.1	0.50
-2-to 2 SD	273	79.6	127	82.5	146	77.2	
> 2 SD	8	2.3	3	1.9	5	2.7	
HAZ (n = 329)							
< -2 SD	51	15.5	31	21.7	20	10.8	0.002
-2-to 2 SD	256	77.8	98	68.5	158	84.9	
> 2 SD	22	6.7	14	9.8	8	4.3	
WHZ (n = 206)							
< -2 SD	22	10.7	16	12.3	6	7.9	0.59
-2-to 2 SD	172	83.5	107	82.3	65	85.5	
> 2 SD	12	12.8	7	5.4	5	6.6	
BMI percentile							
< 5 th	69	24.0	22	21.6	47	25.3	0.13
5 th – 95 th	186	64.6	63	61.8	123	66.1	
> 95 th	33	11.5	17	16.7	16	8.6	
NCHS ⁹ reference							
WAZ (n = 343)							
< -2 SD	49	14.3	22	14.3	27	14.3	1.00
-2-to 2 SD	281	81.9	126	81.8	155	82.0	
> 2 SD	13	3.8	6	3.9	7	3.7	
HAZ (n = 329)							
< -2 SD	57	17.3	32	22.4	25	13.4	0.008
-2-to 2 SD	248	75.4	96	67.1	152	81.7	
> 2 SD	24	7.3	15	10.5	9	4.8	
WHZ (n = 206)							
< -2 SD	9	4.4	4	3.1	5	6.6	0.04
-2-to 2 SD	183	88.8	121	93.1	62	81.6	
> 2 SD	14	6.8	5	3.8	9	11.8	

† Fisher's exact and χ^2 tests

Energy and protein intakes

Within the study population, the prevalence of energy intake less than EER was 66.3%, and that of protein intake less than AI or EAR was 2.6%. The prevalence of energy intake less than EER was significantly higher for children aged 2 - 5 years (69.4%) and 6 - 10 years (69.8%) compared with the group of children < 2 years old (44.7%) ($p=0.003$). There were no significant differences with respect to energy intake (kcal and kcal/kg) or protein intake (g and g/kg) between boys and girls by age group. For groups of children aged 2 - 5 years and 6 - 10 years, the median energy intake for boys and girls was less than the EER. For all age groups, the median of protein intake (g/kg) for boys and girls was higher than that recommended (AI or EAR) (Table 2).

TABLE 2
Measured and recommended energy and protein intake of a population of children aged 0 – 10 years distributed according to age group, Manaus-AM, Brazil, 2001-2002

Parameter	Male		Female		p†
	n	Mean ± SD (median)	n	Mean ± SD (median)	
Energy intake (kcal)					
< 2 years	23	927.31 ± 405.57 (799.52)	24	862.18 ± 327.88 (751.06)	0.59
2-5 years	75	1286.37 ± 486.37 (1246.76)*	69	1147.54 ± 350.75 (1086.64)*	0.12
6-10 years	86	1535.19 ± 483.55 (1527.60)*	70	1559.39 ± 592.77 (1452.23)*	0.82
Estimated energy requirement (EER) (kcal)					
< 2 years	23	841.22 ± 166.59 (812)	24	797.08 ± 205.50 (810)	0.38
2-5 years	75	1439.59 ± 321.88 (1523.42)*	69	1374.63 ± 256.94 (1452.14)*	0.10
6-10 years	86	1818.28 ± 300.71 (1783.95)*	70	1751.54 ± 151.43 (1745.91)*	0.17
Protein intake (g/kg)					
< 2 years	23	2.23 ± 1.17 (1.83)*	24	2.31 ± 1.28 (2.13)*	0.78
2-5 years	75	2.27 ± 0.97 (2.17)*	69	2.37 ± 0.95 (2.15)*	0.52
6-10 years	86	2.03 ± 0.82 (1.86)*	70	1.98 ± 0.88 (1.94)*	0.82
Recommended protein intake (EAR or AI) (g/kg)					
< 2 years	23	0.91 ± 0.08 (0.88)*	24	0.93 ± 0.14 (0.88)*	0.69
2-5 years	75	0.81 ± 0.06 (0.76)*	69	0.82 ± 0.06 (0.88)*	0.32
6-10 years	86	0.76 ± 0.0 (0.76)*	70	0.76 ± 0.0 (0.76)*	1.00

*P < 0.05. † Comparison between columns values for median match (Wilcoxon signed-rank test).

Analysis of risk factors

The variables associated with malnutrition as determined by logistic regression univariate analysis were: educational level of the guardian responding (OR=5.99; CI_{95%}=1.70 - 21.05 for those who had never studied compared with those who had attended school > 8 years), reason for attendance at the outpatient clinic (paediatric medical visit OR=2.73, CI_{95%}=1.09 - 6.86; gastrointestinal diseases OR=2.44, CI_{95%}=0.86 - 6.90), age in years (OR=1.11, CI_{95%}=1.01 - 1.22) and age group (2 - 5 years OR=2.96; CI_{95%}=0.97 - 9.05; 6 - 10 years OR=3.32, CI_{95%}=1.10 - 9.96). Energy intake categorized in kcal/kg was also selected for inclusion in the multivariate model (intake 25th percentile, p=0.13): protein intake was not associated with nutritional status.

Table 3 shows the final model based on information relating to 272 children containing the risk factors associated with malnutrition. Children whose guardians never studied had a higher risk of presenting malnutrition when compared with those whose guardians had received > 8 years of education. Children whose energy intake was < 54.5 kcal/kg exhibited a 2.45-fold higher risk of being malnourished compared with children who ingested more than 91.12 kcal/kg. The risk of malnutrition was higher among those children attending the outpatient clinic for paediatric medical visit compared with children presenting for other reasons. A higher risk of malnutrition was found in children within the age group 6 to 10 years old compared with children < 2 years old.

TABLE 3

Risk factors associated with malnutrition in a population of children aged 0 – 10 years as revealed by random-effects logistic regression analysis, Manaus-AM, Brazil, 2001-2002

Parameter (n = 272)	OR (CI _{95%})	P
Energy intake (kcal/kg)		
> 91.12	1	
72.96 - 91.12	1.44 (0.60 - 3.46)	0.42
54.53 - 72.95	1.99 (0.86 - 4.58)	0.11
< 54.53	2.45 (1.02 - 5.88)	0.04
Education level of guardian respondent (years of study)		
> 8	1	
1 – 8	1.25 (0.66 - 2.39)	0.49
0	4.55 (1.15 - 17.99)	0.03
Reason for attendance at clinic		
Other	1	
Paediatric clinical visit	2.71 (1.05 - 6.99)	0.04
Gastrointestinal disease	2.51 (0.84 - 7.45)	0.10
Age groups (years)		
< 2	1	
2 - 5	2.96 (0.93 - 9.40)	0.07
6 - 10	3.54 (1.08 - 11.54)	0.04

DISCUSSION

Since little information is available regarding infant nutritional status in the studied region, comparisons of the results obtained were restricted to data published in previous national surveys including the National Survey on Health and Nutrition (3) (undertaken in 1989), the National Survey on Demographics and Health (4) (conducted in 1996), and with the Engstrom & Anjos (5) study (conducted in 1999). Unfortunately, the 1989 survey recorded anthropometrical indices based on NCHS percentiles (16), while the 1996 survey, although using the standard z-score system to classify nutritional status according to the CDC reference (17), contained information relating only to children younger than 5 years of age. The study of Engstrom and Anjos (5), employed the z-score system in order to evaluate the prevalence of stunting in Brazilian children younger than 10 years of age.

The prevalence of stunting observed within the studied population (17.3%) did not differ from that established in the 1989 survey (21.5%) for children younger than 10 years of age in the northern region of Brazil. According to the 1996 survey, the prevalence of stunting, wasting and underweight among children < 5 years of age in the north of Brazil were 16.2, 1.2 and 7.7%, respectively. In our study, the prevalence rates of stunting (22.4%) and wasting (3.1%) observed in children aged 0 - 5 years, estimated according to the NCHS

growth curves, were similar to those observed in the northern states of Brazil in the 1996 survey. In contrast, the prevalence rates of underweight (14.3%) observed in children of Manaus were higher ($p=0.03$) than those reported in the 1996 survey for the north, which were 7.7% (4).

The selection of participants from four different outpatient clinics in the city sought to guarantee a greater representation of the studied population. However, there is no way of ensuring that the children included in the present study were similar to the rest of the children population of Manaus, thus questioning the external validity of the study (23). Although hospitals and health centres receive patients from different localities, one cannot discount the possibility of selection bias. Additionally, recruitment of children already attending outpatient clinics may have increased the probability of selecting children with some degree of nutritional disorder, and may also explain the high prevalence of entero-parasites in the studied population. However, despite the high frequency of intestinal parasites, no association between parasite infection and infant malnutrition was detected in the present study, thus corroborating earlier indications (24,25) that malnutrition is affected more by socio-economic, environment and cultural factors that interfere with nutrient intake.

The following risk factors were found to be associated with malnutrition in the population of children studied:

(i) Children whose responding guardian had received no formal education presented 4.55-times higher risk of being undernourished compared with those whose responding guardian had one or more years of schooling. This result agrees with previous reports (26,27) that a low educational levels of the guardians or parents had an association with child nutritional status. Access to a formal education, mainly for mothers, clearly reflects an increase in knowledge and information concerning preventive care.

(ii) Children who attended an outpatient clinic for paediatric clinical visit presented a 2-fold greater risk of being undernourished compared with those who attended for other reasons. This association with increased risk of undernutrition suggests that children who attending paediatric clinical visit were already compromised.

(iii) Children between the ages of 6 and 10 years presented 3.54-times higher risk of being undernourished compared with children < 2 years. This association may be related to the higher frequency of intestinal parasite infection that was observed with increasing age. Furthermore, children in this age group presented deficiencies in energy intake when compared with the recommendations for the group (Table 2).

(iv) Children whose energy intake was = 25th percentile (<54.53 kcal/kg) presented a risk 2.45-times higher of undernutrition when compared with children who had energy intakes > 75th percentile. The low precision of the estimate, which resulted in a large range for CI_{95%} (1.02 - 5.88), may be

the consequence of an over-estimation of the amount of food ingested by the undernourished children. The high prevalence of inadequate energy intake observed in the present study indicates that the undernutrition observed was based predominantly on energy deficit and that the children studied lived in an environment of food insecurity. It is known that within such populations, mothers may inaccurately augment the quantity of food claimed to have been ingested, or even fantasize about the ingestion of complete meals in order to conceal the poverty of consumption and thus avoid the embarrassment of reporting that they suffer from hunger (28).

The risk factors associated with undernutrition that have been identified in the present study confirm the influence of socio-economic determinants on the nutritional status of children. However, it is important to emphasise that a temporal evaluation or the investigation of cause-effect is one of the limitations of sectional studies. The results indicate that stunting, underweight, wasting and parasites infection in the infant population still represent a serious health problem in the northern region of Brazil.

REFERENCES

- World Health Organization. Turning the Tide of Malnutrition. Responding to the Challenge of the 21st Century. Geneva, WHO, 2000.
- IBGE/UNICEF. Perfil Estatístico de Crianças e Mães no Brasil: Aspectos Nutricionais, 1974-75. Rio de Janeiro, IBGE, 1982.
- IBGE/UNICEF. Perfil Estatístico de Crianças e Mães no Brasil: Aspectos Nutricionais, 1989. Rio de Janeiro, IBGE, 1992.
- Sociedade Civil Bem-Estar Familiar no Brasil – BEMFAM. Pesquisa Nacional sobre Demografia e Saúde (PNDS). Rio de Janeiro, BEMFAM, 1996.
- Engstrom EM, Anjos LA. Déficit estatural nas crianças brasileiras: relação com condições sócio-ambientais e estado nutricional materno. *Cad Saúde Pública* 1999; 15: 559-567.
- Guimarães LV, Latorre MRDO, Barros MBA. Fatores de risco para ocorrência de déficit estatural em pré-escolares. *Cad Saúde Pública* 1999; 15:605-15.
- Ferrari AA, Solymos GMB, Castillo RM, Sigulem DM. Risk factors for protein-energy malnutrition in pre-school shantytown children in São Paulo, Brazil. *São Paulo medical Journal* 1998; 116:1654-60.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, versão 1.0, 2003. http://www.fjp.gov.br/produtos/cees/idh/atlas_idh.php
- Benetton MLFN, Gonçalves AV, Meneghini MEF, Silva EF, Carneiro M. Risk factors for infection by the *Entamoeba histolytica*/E. dispar complex: An epidemiological study conducted in outpatient clinics in the city of Manaus, Amazon Region, Brazil. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2005; 99: 532-40.
- Fisberg M, Wehba J, Cozzolino SMF. Um, dois, feijão com arroz: A alimentação no Brasil de norte a sul. São Paulo, Editora Atheneu, 2002.
- Martins MHS. Valor nutritivo de alimentos definido por pesos e médios, frações e medidas caseiras. Recife, Editora Universitária da UFPE, 1982.
- Philippi ST, Szarfarc SC, Latterza AR. Virtual Nutri [programa de computador]. Versão 1.0 for Windows. São Paulo, Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública/USP, 1996.
- Pinheiro ABV, Benzecry EH, Lacerda EMA, Gomes MCS, Costa VM. Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. São Paulo, Editora Atheneu, 2000.
- Institute of Medicine. National Academy of Sciences. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Washington, DC: National Academy Press, 2005.
- Dean AG, Dean JA, Burton AH, Dicker RC. Epi Info™: A general purpose microcomputer program for health information systems. *Am J Preventive Medicine* 1991; 7: 178-82.
- National Center for Health Statistics. Growth Curves for Children Birth: 18 years. United States: Department of Health, Education and Welfare, Publication 78, 1997.
- Centers for Disease Control and Prevention / National Center for Health Statistics. 2000 CDC growth charts for United States, 2000. <http://www.cdc.gov/growthcharts>
- World Health Organization. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. WHO Technical Report Series 854. Geneva, WHO, 1995.
- Hoffman WA, Pons JA, Janer S. The sedimentation concentration method in *Shistosomiasis mansoni*. *Puerto Rico J Publ Health* 1934; 9: 283-91.
- Lauritsen JM, Bruus M, Myatt MA. EpiData, version 2.1 An Extended Tool for Validated Entry and Documentation of Data. Odense: The EpiData Association, 2001.
- StataCorp. Stata Statistical Software: Release 9.0. College Station, TX: Stata Corporation, 2005.
- Rabe-Hesketh S, Skrondal A. Multilevel and Longitudinal Modeling Using Stata. College Station, TX: Stata Press, 2005.
- Szklo M, Nieto FJ. Epidemiology: Beyond the Basics. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 2000.
- Smith HM, Dekaminsky RG, Niwas S, Soto RJ, Jolly PE. Prevalence and intensity of infections of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* and associated socio-demographic variables in four rural Honduran communities. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2001; 96: 303-14.
- Carneiro FF, Cifuentes E, Tellez-Rojo MM, Romieu I. The risk of *Ascaris lumbricoides* infection in children as an environmental health indicator to guide preventive activities in Caparaó and Alto Caparaó, Brazil. *Bull World Health Organ* 2002; 80: 40-6.
- Ribas DLB, Philippi ST, Tanaka AÇA, Zorzatto JR. Saúde e estado nutricional infantil de uma população da região Centro-Oeste do Brasil. *Rev Saúde Pública* 1999; 33: 358-65.
- Romani SAM, Lira PIC. Fatores determinantes do crescimento infantil. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2004; 4: 15-23.
- Falcão-Gomes RC, Coelho AAS, Schmitz BAS. Caracterização dos estudos de avaliação do consumo alimentar de pré-escolares. *Rev Nutr* 2006; 19: 713-27.

Recibido: 30-01-2008

Aceptado: 05-06-2008

Efecto de un programa de educación nutricional en el consumo de energía y macronutrientes de preescolares asistentes a jardines infantiles Junji de la zona oriente de Santiago, Chile

Fabián Vásquez, Margarita Andrade, M. del Pilar Rodríguez, Gabriela Salazar

Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile. Chile

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios en el consumo de energía y macronutrientes de niños (as) obesos y eutróficos, asistentes a jardines infantiles JUNJI de la zona oriente de Santiago, como producto de una intervención educativa en alimentación, nutrición y actividad física, sustentada en la teoría del aprendizaje social cognitivo y el modelo de organización comunitaria. La muestra fue de 35 preescolares obesos y 85 eutróficos (4-5 años). El consumo se evaluó durante dos días de semana y uno de fin de semana; en el jardín infantil, se midió mediante pesaje de la ración y en el hogar, por registro de los alimentos y preparaciones ingeridas por el párvulo. Luego de la intervención, durante la jornada del jardín infantil, se redujo el consumo de energía, proteínas, lípidos y carbohidratos ($p<0.05$), en niñas obesas, así como el consumo de energía y carbohidratos en niños obesos ($p<0.01$), además de lípidos y carbohidratos en niñas y niños eutróficos ($p<0.05$). En el hogar, durante la semana, se redujo el consumo en el hogar de energía y lípidos en las niñas obesas y niños eutróficos ($p<0.05$), y lípidos en las niñas eutróficas ($p<0.05$). En fin de semana, los niños obesos redujeron el consumo de calorías ($p<0.05$) y lípidos ($p<0.05$); mientras que las niñas obesas calorías ($p<0.05$) y carbohidratos ($p<0.05$). En niñas y niños eutróficos, también se redujo el consumo de lípidos y se incrementó proteínas ($p<0.01$). En conclusión, esta intervención demostró ser efectiva en modular tempranamente la ingestión alimentaria infantil, uno de los factores de riesgo de obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles.

Palabras clave: Preescolares, intervención educativa, consumo, jardín infantil

INTRODUCCION

Desde el punto de vista de la Salud Pública, la obesidad se ha transformado en uno de los problemas nutricionales más importantes que enfrentan los países (1). En Chile, en el 2006, el 8.1% de los preescolares controlados en el sistema público de salud presentaban obesidad (2). Esta situación empeora en los niños beneficiarios de la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI), los cuales alcanzaron una prevalencia de 10.3%, en el mismo año (3).

El rápido incremento de la obesidad de los preescolares en Chile, se ha asociado a la inactividad física y a cambios en

SUMMARY. Effect of educational nutrition program on the energy and macronutrients intake of preschoolers attending Junji day care centres in the eastern sector of Santiago, Chile. The objective of this study was to evaluate the change on the energy and macronutrients intake in obese and eutrophic preschoolers, attending National Board of Day Care Centres (JUNJI), in the eastern area of Santiago, as product of an educational intervention in intake, nutrition and physical activity, sustained in the theory of the social cognitive learning and the model of community organization. The sample comprised of thirty five obese children, plus eighty five eutrophic children (4-5 years olds). Energy intake was evaluated, measuring full two days a week plus one weekend day. At the day care centre, all ingested food was weighed, and when back at home, child food-intake was recalled. During the stay at the day care centres, the intervention produced a reduction in: energy, proteins, lipids and carbohydrates in obese girls ($p<0.05$), energy and carbohydrate in obese boys ($p<0.01$), lipids and carbohydrates, in eutrophic girls and boys ($p<0.05$). When at home, intake reduced in: energy and lipids in the obese girls and eutrophic boys ($p<0.05$), lipids in eutrophic girls ($p<0.05$). During the weekend, obese boys, reduced the intake of calories ($p<0.05$) and lipids ($p<0.05$). In obese girls the reduction was in calories ($p<0.05$) and carbohydrates ($p<0.05$). In eutrophic girls and boys, lipid intake was reduced as well as, protein intake was increased ($p<0.01$). In conclusion, this intervention demonstrated to be effective in early modulation of preschool children dietary intake, one of the important risk factors for obesity and chronic diseases.

Key words: Preschoolers, educational intervention, day care centres, home.

los hábitos alimentarios. En una investigación realizada anteriormente en niños beneficiarios de JUNJI, se encontró que los preescolares obesos estaban en balance de energía durante la semana mientras que en el fin de semana se producían excesos en el consumo de energía sobre 25% (2099 calorías/día), tomando como adecuación el 100% del gasto energético total, evaluado por agua doblemente marcada. Destaca el consumo excesivo de grasa en el hogar, pues durante la estadía de ocho horas en el jardín infantil el consumo fue 22 gramos y en las 4-5 horas restantes en el hogar el niño ingería 26 gramos, mientras que en el fin de semana, superaban los 70 gramos de grasa (4).

Con respecto a la actividad física evaluada con sensores de movimiento en aquellos preescolares, se obtuvo que los niños independiente de su estado nutricional, dedicaban 70%-80% de las actividades diarias a actividad mínima y sedentaria. Adicionalmente los niños obesos diferían de sus pares normales, pues realizaban la mitad de actividad moderada-intensa; las niñas de ambos estados nutricionales eran igualmente sedentarias (4,5).

La evidencia encontrada hace necesario desarrollar estrategias que permitan intentar revertir una situación de aumento de la obesidad en preescolares. Esto llevó a la decisión de realizar una intervención comunitaria en nutrición y actividad física durante seis meses, para estimular la formación de hábitos saludables en alimentación, nutrición y actividad física, en este grupo etario. Esta intervención aprovechó el hecho que los niños y niñas, permanecen un período de ocho horas en el jardín infantil, lo que realza el rol de la comunidad educativa, especialmente la educadora de párvulos como agente promotor de cambio en hábitos saludables.

En base a lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el cambio sobre el consumo de energía y macronutrientes, en los niños y niñas obesos y eutróficos, asistentes a jardines infantiles JUNJI, como consecuencia del programa de educación en nutrición.

MATERIALES Y METODOS

La intervención se realizó en cuatro jardines infantiles de JUNJI, ubicados en la zona oriente de Santiago (Ñuñoa, La Florida y Peñalolén). El tamaño muestral fue calculado sobre la base de los resultados de evaluaciones similares realizadas bajo las mismas condiciones que este estudio (4-7). Para determinar el tamaño de la muestra, con un nivel de confianza del 95% ($Z\alpha = Z0.05 = 1.64$) y una potencia del 80% ($Z\beta = Z0.20 = 0.84$), se obtuvo una muestra de 35 niños obesos y 85 preescolares eutróficos entre 4 y 5 años asistentes a los cuatro jardines infantiles, seleccionados por la mayor prevalencia de obesidad de sus beneficiarios. Cada establecimiento aportó con un número similar de niños hasta completar el tamaño muestral. Para incluir a los niños al estudio, los padres firmaron un consentimiento escrito que fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile.

El patrón de referencia utilizado para la calificación nutricional fue el peso para la talla entre -1 y $+1$ D.E. para niños eutróficos y > 2 D.E. para los niños obesos, según National Center for Health Statistical (NCHS) (8).

El consumo alimentario del preescolar se midió durante dos días de semana (miércoles y viernes) y uno de fin de semana (día representativo de la ingesta habitual). Cabe señalar que todos los jardines infantiles disponían de la misma planificación mensual de menús.

En el jardín infantil, se evaluó mediante el pesaje de la ración alimentaria servida y de los residuos dejados después de su consumo. La alimentación recibida en el hogar, fue registrada por la persona a cargo del niño (entrenada previamente), mediante un formulario validado previamente en un estudio piloto. Con el objeto de completar con mayor precisión el registro del consumo alimentario del menor, se llevó a cabo al día siguiente una entrevista a la persona que registró dicha información, para precisar el tamaño de las porciones de alimentos, el tipo y marca de los alimentos procesados, como también los ingredientes de las preparaciones ingeridas por el niño. El análisis de la información alimentaria se realizó mediante un programa computacional basado en la Tabla Chilena de composición química de alimentos (9).

La intervención educativa en alimentación, nutrición y actividad física en párvulos, se sustentó en la teoría del “Aprendizaje social cognitivo” y el modelo de “Organización comunitaria” en la modalidad Desarrollo de la comunidad, en la que especialistas en nutrición y actividad física, trabajan juntos con la comunidad educativa, para lograr que los párvulos incorporen hábitos de vida saludables (10-12). La población educativa participante estuvo constituida por 11 educadoras de párvulos, 15 técnicos en educación parvularia, 120 párvulos y 109 padres, más el apoyo de la comunidad donde se insertaba el jardín infantil.

El desarrollo de esta metodología educativa contempló las siguientes etapas: Diagnóstico, diseño, validación y evaluación.

El diseño y validación de la metodología educativa consideró las siguientes actividades:

- Diseño y validación de Manuales de contenidos de alimentación, nutrición y actividad física para la educadora de párvulos y Guía Didáctica en alimentación, nutrición y actividad física para orientar el proceso de enseñanza de estas materias a los párvulos.
- Formulación de programas de capacitación para educadoras y padres y diseño y/o selección de material educativo de apoyo correspondiente.
- Desarrollo de los programas educativos con cada grupo objetivo y obtención de evidencias sobre la calidad de estos y del material de apoyo.
- Planificación, organización y aplicación de una estrategia educativo-recreativa sensibilizadora e integradora de la familia denominada sábados saludables.
- Diseño y aplicación de un sistema de seguimiento del proceso educativo. La responsable del registro fue la (s) educadora (s) del nivel transición en cada establecimiento.

La evaluación de esta metodología abarcó los siguientes aspectos:

- Evaluación formativa de Manuales y Guías Didácticas realizando todos los ajustes y/o modificaciones correspondientes.
- Evaluación del proceso de capacitación de la educadora de párvulos y su posterior desempeño en el proceso educativo desarrollado en cada establecimiento.
- Evaluación de las estrategias educativas propuestas para los padres cuyo objetivo fue determinar la factibilidad de llevarla a cabo.

homogeneidad de varianza (Levene) y test de normalidad (Shapiro-Wilk's). Para determinar el efecto del programa educativo se calcularon los deltas, entre el valor final e inicial (final-inicial). Posteriormente se aplicó T-Test para muestras independientes en las varianzas homogéneas y en el caso de las varianzas no homogéneas, se aplicó una prueba no paramétrica para muestras independientes (Mann-Whitney Test). Se utilizó un nivel de significación de 5% ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS

Análisis estadístico

Los datos del estudio fueron procesados y analizados, en conjunto en los programas Microsoft Excel y Statistica 4.5. El análisis se hizo diferenciado por sexo y por estado nutricional. Se realizó estadística descriptiva, test de

En la Tabla 1, se muestran las características antropométricas basales de la muestra según sexo y estado nutricional. Destaca en la muestra un mayor porcentaje de preescolares eutróficos (71%) versus los niños (as) obesos.

TABLA 1
Características antropométricas de la muestra según sexo y estado nutricional

Variables	Obesos		Eutróficos	
	Niños (n=11)	Niñas (n=24)	Niños (n=52)	Niñas (n=33)
Edad (años)	4.5± 0.5	4.5 ± 0.4	4.4 ± 0.4	4.4 ± 0.5
Peso (kg)	23.9 ± 3.0	21.3 ± 1.6	17.3 ± 1.7	17.0 ± 1.7
Talla (cm)	109.7 ± 4.0	105.6 ± 2.8	104.8 ± 4.9	104.7 ± 4.4
Peso/Edad (puntaje Z)	2.9 ± 1.3	1.8 ± 0.5	-0.2 ± 0.8	-0.1 ± 0.7
Talla/Edad (puntaje Z)	0.7 ± 0.8	0.1 ± 0.7	-0.4 ± 1.0	-0.2 ± 0.8
Peso/Talla (puntaje Z)	3.0 ± 1.1	2.5 ± 0.6	0.1 ± 0.5	0.2 ± 0.4

Promedio ± Desviación Estándar

En los resultados que se presentan en las tablas siguientes, el análisis se hizo diferenciado por sexo y por estado nutricional, en base a las diferencias entre el valor final y el inicial.

En la Tabla 2, se muestra el consumo de energía y macronutrientes de los preescolares obesos por sexo, durante su permanencia en el jardín infantil y en el hogar, pre y postintervención. En el jardín infantil, en los niños obesos, se observa diferencia estadística en el consumo de calorías y carbohidratos en gramos ($p<0.01$). En las niñas obesas, en la postintervención se produce una reducción en: calorías, proteínas en gramos, lípidos tanto en gramos como G% y carbohidratos en gramos ($p<0.05$). En el hogar, en los niños obesos, sólo se obtuvo diferencia estadísticamente significativa en el P% ($p<0.05$). No obstante, en las niñas obesas se encontró significancia estadísticamente en: calorías ($p<0.05$), lípidos en gramos ($p<0.01$), G% ($p<0.01$) y carbohidratos en gramos ($p<0.05$).

En la Tabla 3, se presenta el consumo de energía y macronutrientes de los niños (as) eutróficos, en el jardín infantil y en el hogar. En el caso de los niños eutróficos, se produce diferencia significativa en el consumo de lípidos en gramos ($p<0.05$) y G% ($p<0.01$), como también en carbohidratos en gramos y CHO% ($p<0.01$). En las niñas eutróficas en el jardín infantil se aprecia una tendencia similar en lípidos en gramos ($p<0.05$) y G% ($p<0.01$) y carbohidratos en gramos ($p<0.01$).

En los niños eutróficos, en el regreso al hogar, se observa diferencia estadísticamente significativa en calorías ($p<0.05$), proteínas en gramos ($p<0.01$), P% ($p<0.01$) y lípidos en gramos ($p<0.01$). Mientras que en las niñas eutróficas, esta diferencia fue sólo en lípidos en gramos ($p<0.05$).

Los resultados de la intervención durante la semana y el fin de semana de niños (as) obesos, en el consumo de energía y macronutrientes, se presenta en la Tabla 4. En el fin de semana, postintervención, el consumo de niños obesos, tuvo una reducción en calorías ($p<0.05$) y lípidos en gramos ($p<0.05$).

En la semana, después de la intervención, en las niñas obesas, se observa una diferencia significativa en: calorías ($p<0.05$), proteínas ($p<0.01$) y lípidos ($p<0.01$) y en el fin de semana, en las niñas obesas se produce diferencia en calorías ($p<0.05$) y carbohidratos en gramos ($p<0.05$).

La Tabla 5, presenta el consumo de energía y macronutrientes de niños (as) eutróficos durante la semana y el fin de semana. Durante la semana, como producto de la intervención, en los niños eutróficos se produce significancia estadística en proteínas ($p<0.01$), en el consumo de lípidos ($p<0.01$) y carbohidratos ($p<0.01$). En las niñas eutróficas, se aprecia diferencia en el consumo de calorías ($p<0.05$), lípidos ($p<0.01$) y carbohidratos ($p<0.01$).

TABLA 2
Consumo de energía y macronutrientes de preescolares obesos
en pre y postintervención en jardín infantil y hogar

	Preintervención		Postintervención	
	Niños (n=11)	Niñas (n=24)	Niños (n=11)	Niñas (n=24)
Jardín Infantil				
Calorías	793±97*	735±126*	702±140*	656±150*
Proteínas(g)	31.5±4.6	30.0±4.8*	27.9±5.2	25.5±6.5*
P%	16.1±3.1	16.5±2.2	16.0±1.7	15.6±1.8
Lípidos(g)	20.2±6.1	19.0±6.2*	16.5±4.5	15.3±5.9*
G%	23.0±7.0	23.2±5.8*	21.2±3.0	21.0±4.0*
Carbohid.(g)	122.6±21.3**	110.3±24.9*	97.2±18.5**	96.1±23.3*
CHO%	61.6±6.0	59.8±6.2	56.1±8.6	59.2±7.8
Hogar				
Calorías	721±61	726±110*	671±112	619±193*
Proteínas(g)	22.4±2.9	21.9±6.9	27.0±7.5	19.2±12.
P%	12.4±6.1*	12.9±5.7	17.7±7.4*	12.8±5.1
Lípidos(g)	20.2±4.4	27.0±6.3**	15.8±3.3	16.5±8.4**
G%	25.3±11.4	36.0±14.6**	23.6±11.5	24.7±11.4**
Carbohid.(g)	104.8±77	96.5±35.2*	103.2±38.3	90.7±56.8*
CHO%	58.2±13.9	52.9±12.8	61.8±14.3	58.6±14.1

Promedio ± Desviación Estándar, P%= porcentaje de calorías provenientes de las proteínas
G%= porcentaje de calorías provenientes de las grasas

CHO%= porcentaje de calorías provenientes de los hidratos de carbono

Análisis estadístico: Postintervención – preintervención por sexo. *p<0.05 **p<0.01

TABLA 3
Consumo de energía y macronutrientes de preescolares eutróficos
en pre y postintervención en jardín infantil y hogar

	Preintervención		Postintervención	
	Niños (n=52)	Niñas (n=33)	Niños (n=52)	Niñas (n=33)
Jardín Infantil				
Calorías	707±158	694±162	692±172	648±115
Proteínas(g)	28.0±7.3	28.0±7.9	28.1±6.2	25.9±5.4
P%	16.0±2.4	16.0±2.6	16.5±2.4	16.0±2.1
Lípidos(g)	19.5±7.1*	20.1±8.5*	17.7±7.0*	15.6±6.7*
G%	24.6±6.0**	26.1±8.2**	23.0±5.1**	21.7±7.0**
Carbohid.(g)	105.0±25.0**	101.1±27.0*	93.3±27.7**	87.1±18.9**
CHO%	59.6±5.9**	58.3±7.5	53.9±9.0**	54.0±8.8
Hogar				
Calorías	703±112*	692±131	620.8±255.7*	593.2±241.2
Proteínas(g)	21.3±9.8**	18.7±10.3	28.0±7.4**	18.0±9.8
P%	12.5±4.9**	11.3±5.5	20.7±9.4**	12.1±4.3
Lípidos(g)	26.8±14.9**	24.6±8.4*	18.6±12.4**	19.0±11.4*
G%	33.8±15.2	32.4±11.2	27.5±13.9	28.4±12.6
Carbohid.(g)	93.1±35.7	100.9±28.5	83.2±43.8	83.7±40.0
CHO%	54.8±18.2	63.9±25.6	53.2±17.0	56.2±14.6

Promedio ± Desviación Estándar, P%= porcentaje de calorías provenientes de las proteínas
G%= porcentaje de calorías provenientes de las grasas

CHO%= porcentaje de calorías provenientes de los hidratos de carbono

Análisis estadístico: Postintervención – preintervención por sexo, *p<0.05 **p<0.01

TABLA 4
Consumo de energía y macronutrientes de preescolares obesos
en pre y postintervención en semana y fin de semana

	Preintervención		Postintervención	
	Niños (n=11)	Niñas (n=24)	Niños (n=11)	Niñas (n=24)
Semana				
Calorías	1515±97	1461±126*	1373±242	1275±260*
Proteínas(g)	53.9±22.5	51.9±7.9**	59.0±8.2	44.7±11.8**
P%	14.2±2.9	14.4±2.2	17.6±3.5	14.1±2.3
Lípidos(g)	40.4±18.1	46.0±7.2**	32.2±5.1	31.9±9.5**
G%	24.0±7.5	28.9±6.4	21.7±5.2	22.6±5.4
Carbohid.(g)	227.4±81.8	206.8±40.9	211.3±34.7	200.6±51.8
CHO%	60.0±6.5	56.4±6.6	62.9±14.4	63.0±9.9
Fin de semana				
Calorías	1701±107*	1569±123*	1499±213*	1375±298*
Proteínas(g)	56.3±14.1	49.7±12.7	61.6±14.4	53.7±44.0
P%	13.4±2.9	12.8±2.8	16.7±4.2	15.4±10.7
Lípidos(g)	51.0±15.6*	51.0±17.6	38.3±6.3*	45.4±16.3
G%	27.0±7.2	28.0±6.7	23.3±4.5	28.1±6.4
Carbohid.(g)	228.9±48.2	220.1±53.7*	227.7±29.9	186.1±39.9*
CHO%	54.0±9.0	56.3±8.4	62.1±13.5	55.0±9.5

Promedio ± Desviación Estándar, P%= porcentaje de calorías provenientes de las proteínas

G%= porcentaje de calorías provenientes de las grasas

CHO%= porcentaje de calorías provenientes de los hidratos de carbono

Análisis estadístico: Postintervención – preintervención por sexo, *p<0.05 **p<0.01

TABLA 5
Consumo de energía y macronutrientes de preescolares eutróficos
en pre y postintervención en semana y fin de semana

	Preintervención		Postintervención	
	Niños (n=52)	Niñas (n=33)	Niños (n=52)	Niñas (n=33)
Semana				
Calorías	1409±129	1386±186*	1312±284	1241±251*
Proteínas(g)	49.3±12.6**	46.7±11.6	56.1±8.8**	44.0±10.5
P%	14.1±2.9	13.6±3.2	17.6± 3.5	14.2±2.1
Lípidos(g)	46.3±16.6**	44.7±11.2**	36.4±12.3**	34.6±12.5**
G%	29.0±8.6	28.9±6.0	25.2±7.1	25.1±7.6
Carbohid.(g)	198.1±45.1**	202.0±31.1**	176.5±44.6**	170.7±42.5**
CHO%	57.6±9.5	59.0±10.2	53.9±8.0	55.0±6.1
Fin de semana				
Calorías	1527±229	1480±99	1455±220	1375±263
Proteínas(g)	47.0±13.8**	47.1±15.8**	54.1±12.8**	60.3±8.1**
P%	12.4±2.9**	13.1±3.4**	15.2±4.4**	18.3±4.7**
Lípidos(g)	58.5±8.1**	42.8±20.2**	45.1±15.1**	32.3±9.8**
G%	35.8±8.9**	25.3±7.5**	27.9±8.1**	21.6±6.8**
Carbohid.(g)	203.7±58.7	211.1±78.5	203.2±50.2	209.9±60.4
CHO%	53.3±10.5	57.9±11.5	56.2±12.9	62.2±18.8

Promedio ± Desviación Estándar, P%= porcentaje de calorías provenientes de las proteínas

G%= porcentaje de calorías provenientes de las grasas

CHO%= porcentaje de calorías provenientes de los hidratos de carbono

Análisis estadístico: Postintervención – preintervención por sexo, *p<0.05 **p<0.01

En el fin de semana, en los niños eutróficos, la intervención aumentó el consumo de proteínas y disminuyó el consumo de lípidos. En proteínas, la diferencia observada fue en gramos y P% ($p<0.01$). En lípidos, se obtuvo también un cambio significativo en gramos y G% ($p<0.01$). En las niñas eutróficas se produce un aumento en el consumo de proteínas en gramos y P% ($p<0.01$), como también una reducción en el consumo de lípidos en gramos y G% ($p<0.01$).

Un aspecto importante a destacar, es la mayor ingestión de energía de los preescolares obesos independiente de la fase de intervención, tanto en semana como fin de semana.

DISCUSION

La muestra incluye una mayor prevalencia de obesidad en las niñas versus los niños, una posible explicación se podría asociar con el mayor nivel de sedentarismo de las niñas obesas al compararlas con los niños obesos. Así se demuestra en el estudio de Vásquez et. al, en donde las niñas obesas y eutróficas son similarmente sedentarias, mientras que los niños obesos y eutróficos son más activos que ambos grupos de niñas. Esto se refleja en un NAF (Nivel de Actividad Física) de 1.58 para las obesas y 1.57 para las niñas normales, levemente superior en niños obesos (1.65) versus 1.60 en los niños normales (7).

En lo que respecta al consumo alimentario, la etapa preescolar se caracteriza por ser un proceso de incorporación a la dieta habitual de la familia, en donde el niño adquiere sus hábitos alimentarios, junto con la coordinación motora y su actitud social para alimentarse por sí solo (13). En este escenario, es de vital importancia la cantidad y calidad de los alimentos ofrecidos al menor, puesto que formarán parte de los hábitos alimentarios del preescolar. Estudios realizados en niños chilenos, muestran un elevado consumo de alimentos energéticos, con un aporte mayor a sus requerimientos, exceso que proviene del consumo de alimentos ricos en grasas saturadas y sacarosa. Este exceso de calorías es aportado por golosinas dulces y saladas, bebidas y jugos (14-18), similar a lo reportado en otros estudios internacionales realizados en niños (19,20).

La intervención educativa provocó en las niñas obesas, una reducción en el consumo de energía, proteínas, lípidos y carbohidratos ($p<0.05$), en el jardín infantil. No obstante, en los niños obesos, sólo se encontró diferencia en el consumo de energía y carbohidratos ($p<0.01$). En las niñas y niños eutróficos la intervención condujo a una reducción en lípidos y carbohidratos ($p<0.05$). En el hogar, durante la semana, se produjo una disminución en energía, lípidos y carbohidratos en las niñas obesas ($p<0.05$) e incremento en proteínas en los niños obesos ($p<0.05$). En los niños eutróficos se observó en calorías y lípidos y aumento en proteínas ($p<0.05$). En niñas eutróficas, sólo se reduce el consumo de lípidos ($p<0.05$). Durante el fin de semana, los niños y niñas obesos(as) decrecen

el consumo energético ($p<0.05$); adicionalmente de carbohidratos ($p<0.05$) sólo en niñas, y lípidos en niños ($p<0.05$). En niñas y niños eutróficos, la diferencia estadística observada fue en lípidos y proteínas ($p<0.05$).

El efecto de la intervención en la reducción del consumo de energía y grasa tanto en los preescolares obesos como eutróficos, es importante, pues una investigación similar en el mismo grupo etario determinó que el hogar condiciona un mayor consumo de energía y grasa de los niños, principalmente durante el fin de semana. En dicha investigación se demostró que los niños obesos estaban en balance de energía en la semana, debido a que la oferta de alimentos es fija y bien conocida por la permanencia del niño en el jardín infantil. Por tanto, el consumo energético excesivo, en el hogar, es un factor de riesgo para obesidad, en conjunto con el sedentarismo en el jardín infantil. Ambos hechos explican la dificultad para mantener un estado nutricional normal (4,14). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en este trabajo, ya que la adecuación energética en la semana y el fin de semana de acuerdo a las recomendaciones de energía 2001 (21), evidencian que tanto los niños obesos como eutróficos están en balance de energía en la semana, no así las niñas obesas y eutróficas, que exceden la adecuación energética entre 116 y 111% respectivamente. Sin embargo, esta situación empeora en el fin de semana en todos los niños independiente de su estado nutricional, alcanzando valores de 121% y 125% en niños y niñas obesos y 114% y 119% en niños y en niñas eutróficos respectivamente. No obstante, en la post intervención todos los preescolares independiente de su estado nutricional, se encuentran en balance energético (90-110%), tanto en la semana como en el fin de semana. Esto evidencia el efecto de esta intervención educativa, no sólo en la reducción en la energía ingerida, sino también en el consumo de grasas a expensas de un aumento en el consumo de proteínas.

En lo que se refiere a la ingesta de proteínas, los niños (as) obesos y eutróficos tienen una ingesta diaria, en la semana y el fin de semana (Tabla 4 y 5), superior a lo recomendado para su edad (19 g/kg) (22), condición que se mantiene y aumenta en la postintervención. Con respecto a la ingesta de carbohidratos, en ambas etapas de intervención, se observan consumos que superan ampliamente la recomendación diaria (130 g/día) (23).

Como efecto de la intervención en actividad física, se evidenció incremento significativo en las actividades físicas de mayor demanda de energía, tanto en la semana como en el fin de semana. En el patrón de actividad física durante la semana y el fin de semana, se observa en los preescolares obesos, disminución en la actividad mínima ($p=0.01$) y aumento en la actividad liviana ($p<0.05$) y moderada-intensa ($p<0.05$). En los preescolares eutróficos en la semana, la intervención produjo reducción del tiempo de actividad mínima ($p=0.000001$), aumento de la categoría liviana y

moderada-intensa ($p=0.00001$). En el fin de semana, también se produce un cambio similar en la actividad mínima ($p=0.001$), liviana ($p=0.0001$) y moderada-intensa ($p=0.001$).

Otro de los cambios positivos, producto de la intervención fue el incremento significativo del consumo de frutas y verduras (de 124.1 a 190.4 gramos; $p<0.05$) y la reducción significativa en la ingestión de snacks dulces y salados (de 63.1 a 36.8 gramos; $p<0.05$). Algunas intervenciones comunitarias, llevadas a cabo en niños norteamericanos, revelan resultados similares a esta investigación, con un incremento en el consumo de frutas, verduras y una reducción en la ingestión energética de grasa en programas ejecutados durante 7, 9 y 24 meses (24-26). Es importante destacar la efectividad de intervenir tempranamente, pues se favorece una incorporación de hábitos saludables a corta edad y se potencia el impacto esperado de una intervención.

Los principales hallazgos de este estudio permiten demostrar la efectividad de la intervención en Nutrición y Actividad Física que se llevó a cabo en jardines infantiles, debido a la participación activa de toda la comunidad educativa, quienes motivados por mejorar el estado nutricional de los preescolares, influyeron positivamente en sus estilos de alimentación y de actividad física.

REFERENCIAS

1. WHO. Obesity. A Mayor Global Public Health Problem. In Obesity: Preventing and managing the global epidemic Report of a WHO consultation on obesity. 1997.
2. MINSAL. Diagnóstico nutricional integrado de la población menor de 6 años. HYPERLINK "http://163.247.51.54/rem2006/pobl_dic/diag_nutri_1.php?tipomes=12&tipoano=2006" http://163.247.51.54/rem2006/pobl_dic/diag_nutri_1.php?tipomes=12&tipoano=2006. 2006
3. Junta Nacional de jardines Infantiles (JUNJI). Centro de documentación. <http://www.www.junji.cl>. Serie de Documentos Técnicos. 2007
4. Vásquez F., Salazar G., Andrade M., Vásquez L., Díaz E. Energy balance and physical activity in obese children attending daycare centres. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60 (9): 1115-1121.
5. Cardona O. Medición del gasto energético por el método del agua doblemente marcada y patrón de actividad física de los niños asistentes a los jardines estatales de la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI). Tesis (Magíster en Nutrición Clínica Pediátrica). Santiago: Universidad de Chile, INTA, 2001.
6. González M. Relación de la dieta con la composición corporal de los niños preescolares asistentes a los jardines estatales de la Junta Nacional de Jardines Infantiles. Monografía (Especialización de Postítulo en enfermedades crónicas no transmisibles de origen nutricional). Santiago: Universidad de Chile, INTA, 2001.
7. Vásquez F., Cardona O., Andrade M., Salazar G. Balance de energía, composición corporal y actividad física en preescolares eutróficos y obesos. *Rev Chil Pediatr* 2005; 76 (3): 266-274.
8. National Center for Health Statistical (NCHS) – Centers for Disease Control and Prevention, 2002. HYPERLINK "<http://www.cdc.gov/growthcharts>" <http://www.cdc.gov/growthcharts>
9. Schmidt-Hebbel H, Pennacchiotti I, Masson L, Mella MA. Tabla Chilena de composición química de alimentos. Tabla de composición química de alimentos chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 1992.
10. Bandura A. Social foundations for thought and action: A social cognitive theory. Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall 1990.
11. Contento I, Balch GI, Bronner YL, et al. The effectiveness of nutrition education and implications for nutrition education policy, programs and research: a review of research. *J. Nutr. Educ.* 1995; 27:277-418.
12. Minkler M. Improving health through community organization. En: Glanz K, Lewis FM, Rimer BK, eds. Health behavior and health education: Theory, research and practice. San Francisco: Jossey-Bass 2002:257-287.
13. Vera G, Alviña M, Rojas J, Delgado A, Durán R, Fajardín N, et al. Estructura alimentaria, valor nutritivo y aceptabilidad de preparaciones incluidas en la alimentación institucional del preescolar. *Comunicaciones libres Rev Chil Nutr* 1991; 19: 39-56.
14. Vásquez F, Salazar G, Andrade M, Díaz E, Rojas J. Ingesta alimentaria en un grupo de preescolares obesos asistentes a los jardines infantiles JUNJI. *Rev Chil Nutr* 2004; 31:100-108.
15. Kain J, Andrade M. Characteristics of the diet and pattern of physical activity in obese Chilean preschoolers. *Nutrition Research* 1999; 19(2):203-215.
16. Alviña M, Pak N, Fuentes A, Vera G, Araya H. Hábitos alimentarios de preescolares de nivel socioeconómico medio alto de Santiago. *Rev Chil Nutr* 1994; 22:32.
17. Atalah E, Urteaga C, Rebolledo A, Delfín S, Ramos R. Patrones alimentarios y de actividad física en escolares de la región de Aysén. *Rev Chil Pediatr* 1999; 70:483-490.
18. Yáñez R, Olivares S, Torres I, Guevara M, Díaz N. Actitudes y preferencias alimentarias de escolares de enseñanza básica de tres regiones. Chile 2000. VI Congreso Nacional de Nutricionistas. Santiago 2000. Libro resúmenes, Pág. 49.
19. Goran MI. Measurements issues related to studies of childhood obesity: Assessment of body composition, body fat distribution, physical activity and food intake. *Pediatrics* 1998; (suppl 3) 101:505-518.
20. Troiano R, Flejal K. Overweight children and adolescents: Description, epidemiology and demographics. *Pediatrics* March 1998; 101 (3):497-504.
21. FAO. Human Energy Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Rome, 2001.
22. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Protein and aminoacids. In: Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: National Academy Press; 2005; 589-768.
23. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Carbohydrates: sugars and starches. In: Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: National Academy Press; 2005; 265-338.

24. Valoski A, Epstein LH. Nutrient intake of obese children in a family-based behavioral weight control program. *Int J obes* 1990; 15(7):497-498.
25. Gortmaker SL, Cheung LW, Peterson KE, Chomitz G, Cradle JH, Dart H, et al. Impact of school-based interdisciplinary intervention on diet and physical activity among urban primary school children: eat well and keep moving. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1999; 153(9):975-983.
26. Rinderknecht K, Smith C. Social cognitive theory in an after-school nutrition intervention for urban native american youth. *J Nutr Educ Behav* 2004; 36(6):298-304.

Recibido: 25-04-2008

Aceptado: 01-09-2008

Influencia familiar sobre la conducta alimentaria y su relación con la obesidad infantil

Domínguez-Vásquez P., Olivares S., Santos JL.

Departamento de Nutrición, Diabetes y Metabolismo. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile.
Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile. Chile

RESUMEN. La conducta alimentaria es el conjunto de acciones que establecen la relación del ser humano con los alimentos. Se acepta generalmente que los comportamientos frente a la alimentación se adquieren a través de la experiencia directa con la comida, por la imitación de modelos, la disponibilidad de alimentos, el estatus social, los simbolismos afectivos y las tradiciones culturales. Además de las influencias sociales, se ha señalado que las influencias genéticas y de ambiente familiar compartido, tienen un impacto relevante sobre el patrón de ingesta, la conducta alimentaria y la obesidad infantil. Los estudios sobre ingesta de alimentos en obesidad se han centrado principalmente en determinar la cantidad y tipo de alimentos de la dieta habitual, presentando resultados controversiales. También existe un interés creciente por explorar la relación entre la obesidad y la conducta de alimentación, medida a través de herramientas psicométricas que analizan diferentes dimensiones tales como la alimentación emocional, la alimentación sin control o la restricción cognitiva. Esta revisión aborda la influencia de la familia sobre la conducta alimentaria infantil en relación con la obesidad, tanto desde la perspectiva del ambiente familiar compartido como desde la herencia genética.

Palabras clave: Obesidad, conducta alimentaria, patrón alimentario, influencias familiares, herencia.

INTRODUCCION

La prevalencia de obesidad está aumentando de manera progresiva, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo y en todos los grupos de edad. En América Latina, se ha observado una tendencia al aumento del sobrepeso y la obesidad infantil convirtiéndose en un problema relevante para la salud pública (1-4). Los factores de riesgo más importantes relacionados con la obesidad infantil incluyen: el peso de nacimiento, la obesidad de los progenitores, las horas dedicadas a la televisión, el rebote temprano de adiposidad y la duración del sueño. Otros factores conductuales asociados son el temperamento del niño, la frecuencia de pataletas y la preocupación de los padres por el peso del niño, entre otros (5-10).

El estudio del consumo de alimentos a través de encuestas ha mostrado una alta variabilidad y un importante subregistro de la ingesta tanto en sujetos normopeso como obesos, espe-

SUMMARY. Eating behavior and childhood obesity: family influences. Eating behavior involves all actions that define the relation between human beings and food. It is accepted that feeding habits are acquired through eating experiences and practices learned from the familiar and social context in early childhood. Besides the role of the social context, it is also assumed that familiar factors, both common family environment and genetic inheritance, have an important influence on food intake and eating behavior linked with childhood obesity. Research on food intake and childhood obesity has been traditionally focused on the amount and type of foods in the usual diet. However, it is an increasing interest to understand the link between eating behavior and obesity using questionnaires. There are several psychometric tools that have been developed specifically to deal with human eating behavior. This review summarizes the family influences, both genetic and non-genetic, on childhood feeding behavior and their relation to childhood obesity.

Key words: Obesity, eating behavior, feeding patterns, family, inheritance.

cialmente en las dietas ricas en grasas (11-14). Las limitaciones inherentes a la cuantificación de la ingesta alimentaria y la inconsistencia de los resultados en individuos obesos, han generado interés creciente por la evaluación de la conducta alimentaria. Se ha descrito que la conducta alimentaria en niños presenta una relativa estabilidad temporal que se equipara a otros rasgos estables de la personalidad (15, 16). La investigación en conducta alimentaria infantil ha encontrado que el grupo familiar más directo, especialmente las madres, tienen una influencia importante en la forma como el niño se comporta en relación con la alimentación (17-21). Además de las influencias familiares, estudios en mellizos han descrito una importante influencia genética relacionada con la conducta y las preferencias alimentarias (22-26).

El aumento de la prevalencia de obesidad y su creciente importancia dentro del perfil epidemiológico en América Latina, hace necesaria la actualización sobre tópicos aún poco conocidos como las influencias familiares en la conducta de

alimentación y las evidencias existentes sobre la relación entre la conducta alimentaria familiar y la obesidad infantil.

Conducta alimentaria: definición y evaluación

La alimentación es un fenómeno complejo que está basado en las siguientes premisas: a) Es una “necesidad biológica” que impulsa la búsqueda de alimento en respuesta a un conjunto de señales hormonales periféricas reguladas por el sistema nervioso central; b) Es una “fuente de placer” que orienta la selección de alimentos y su consumo según sus características organolépticas; c) Está basada en “pautas socioculturales” que determinan el patrón de consumo de alimentos superponiéndose a los impulsos fisiológicos; d) Es un “hecho social” que funciona como medio de relación e interacción entre las personas dentro de la cultura; e) Es “producto del entorno social” y constituye un rasgo característico de la cultura local; f) Es una “interacción de influencias” ambientales, cognitivas, fisiológicas y socioculturales (17-19, 27-29). La diversidad de factores que se involucran en el consumo de alimentos han hecho que su estudio se desarrolle en dos líneas específicas independientes pero interrelacionadas: la ingesta alimentaria, enfocada en la

cantidad y tipo de alimentos de la dieta; y la conducta alimentaria orientada a la relación habitual del individuo con los alimentos.

La conducta alimentaria es el conjunto de acciones que establecen la relación del ser humano con los alimentos. Se acepta generalmente que los comportamientos frente a la alimentación se adquieren a través de la experiencia directa con la comida en el entorno familiar y social, por la imitación de modelos, la disponibilidad de alimentos, el estatus social, los simbolismos afectivos y las tradiciones culturales (27-29). La conducta alimentaria individual se estructura a partir de un conjunto específico de dimensiones de comportamiento respecto a la propia alimentación que se describen en la Tabla 1. La medición de estas dimensiones dentro del contexto familiar para caracterizar el patrón de conducta alimentaria individual, infantil y de los progenitores hacia los hijos, se hace por medio de diferentes cuestionarios que han sido contrastados frente a diferentes mediciones de estado nutricional. La Tabla 2 presenta una breve reseña de los cuestionarios de conducta alimentaria más utilizados en investigación (30-36).

TABLA 1
Dimensiones de la conducta alimentaria estudiadas en relación con la obesidad infantil

Dimensión	Definición
Alimentación Emocional	Incapacidad de controlar la ingesta de comida en contextos emocionales negativos, tanto el exceso como el déficit de apetito.
Alimentación sin control	Inclinación a comer ante la exposición de estímulos externos en variadas circunstancias y dificultad para detener la ingesta
Restricción Cognitiva	Tendencia a limitar la propia ingesta (en cantidad o tipo de alimentos) para controlar el peso corporal.
Respuesta frente a los alimentos	Susceptibilidad a preferir alimentos de mejores propiedades organolépticas en contextos habituales.
Disfrute de los alimentos	Condición asociada positivamente con la sensación de hambre, el deseo de comer y el placer por el alimento.
Deseo de beber	Deseo de beber y tendencia a llevar a mano bebidas generalmente azucaradas.
Respuesta de saciedad	Disminución de la sensación de hambre ocasionada por el consumo de alimentos.
Lentitud para comer	Tendencia a prolongar la duración de los tiempos de comida.
Exigencia frente a los alimentos	Exigencia condicionada que limita la gama de los productos de alimentación que son aceptados.
Neofobia alimentaria	Renuencia persistente a incorporar nuevos alimentos a la dieta habitual.

Fuente:30,36,34,35.

TABLA 2
Cuestionarios utilizados para evaluar la conducta alimentaria

Cuestionario de Alimentación de Tres Factores (Three Factor Eating Questionnaire, TFEQ)	
Objetivo	Identificar patrones de conducta alimentaria actual según las prácticas de alimentación del sujeto.
Aplicación	Desarrollado inicialmente para adultos en un cuestionario de 51 preguntas (Stunkard & Messick 1985). Puede usarse una adaptación en niños con información entregada por los progenitores (Karlsson et. al. 2000).
Dimensiones conductuales medidas	Restricción cognitiva, alimentación emocional y alimentación sin control.
Cuestionario de Alimentación Infantil (Child Feeding Questionnaire, CFQ)	
Objetivo	Medir la conducta de los padres sus creencias, actitudes y prácticas respecto a la alimentación del niño.
Aplicación	Padres de niños con edades entre 2-11 años con desarrollo físico y neurológico normal (Birch et al. 2001).
Dimensiones conductuales medidas	Responsabilidad percibida, autopercepción de peso de los padres, percepción del peso del niño, preocupación de los padres por el peso del niño, supervisión, restricción cognitiva y presión para comer.
Cuestionario de Conducta Alimentaria Infantil (Child Eating Behaviour Questionnaire, CEBQ)	
Objetivo	Determinar el estilo de alimentación infantil e identificar factores de riesgo de obesidad y/o desórdenes alimentarios.
Aplicación	Mide la conducta del niño por informe de los progenitores (Wardle et al. 2001).
Dimensiones conductuales medidas	Respuesta frente a los alimentos; sobrealimentación emocional, disfrute de los alimentos, deseo de beber, respuesta de saciedad, lentitud para comer, subalimentación emocional, y exigencia frente a los alimentos.
Cuestionario Holandés de Conducta Alimentaria (Dutch Eating Behaviour Questionnaire, DEBQ)	
Objetivo	Identificar el estilo de alimentación en adultos.
Aplicación	Desarrollado inicialmente para adultos, pero puede usarse una adaptación en niños (Braet & Van Strien, 1997).
Dimensiones conductuales medidas	Alimentación emocional, alimentación inducida externamente y restricción cognitiva.

Conducta alimentaria: influencias sociales

Los factores socio-culturales como situación socioeconómica, estilo de vida, lugar de residencia entre otros, también son determinantes de las prácticas alimentarias (10,18,19,27). En este contexto, también se ha reconocido el papel de la publicidad dirigida hacia los niños. La constante exposición a la publicidad de alimentos y bebidas de alto contenido calórico, ricos en grasas, azúcar y sal, así como una gran oferta de este tipo de alimentos en todo lugar al que los

niños concurren, ha inducido un cambio importante en el patrón de alimentación infantil (37). Una revisión sistemática de 123 artículos científicos publicados sobre el tema concluye que existe una fuerte evidencia de la influencia de la publicidad sobre las preferencias, solicitudes de compra y la ingesta alimentaria de los niños de 2 a 11 años en el corto plazo (38). Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones acerca de cómo la publicidad afecta la elección de alimentos y bebidas por los niños y jóvenes, y sobre la influencia bi-

direccionales entre hijos y progenitores con respecto a las elecciones relacionadas con los alimentos (39, 40).

Conducta alimentaria: influencia del ambiente familiar

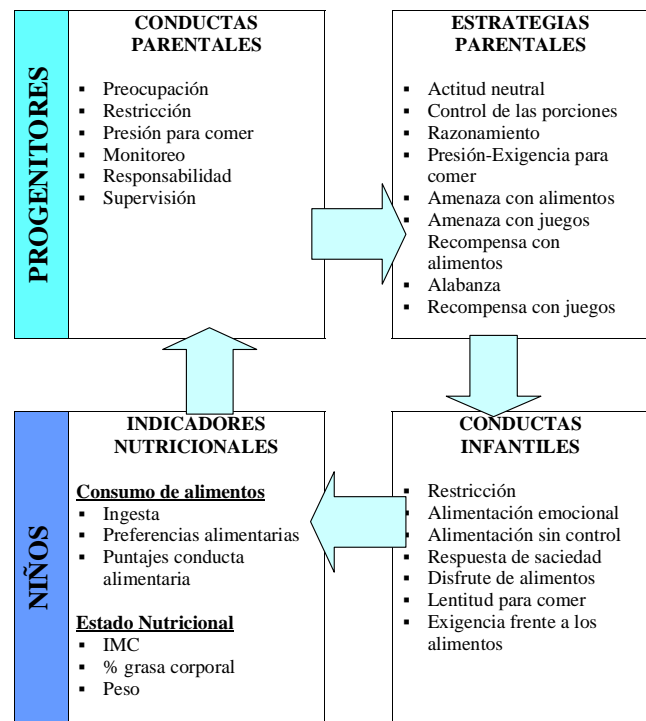
Los modos de alimentarse, preferencias y rechazos hacia determinados alimentos están fuertemente condicionados por el contexto familiar durante la etapa infantil en la que se incorporan la mayoría de los hábitos y prácticas alimentarias de la comunidad (17,27). En la infancia, la madre es la principal responsable de la transmisión al hijo de las pautas alimentarias saludables que podrían prevenir enfermedades relacionadas con la alimentación (22,29,41). Los progenitores influyen en el contexto alimentario infantil usando modelos autoritarios o permisivos para la elección de la alimentación de los niños, en aspectos como el tipo, cantidad y horarios de alimentación, así como edad de introducción de los mismos (42).

Los modelos de alimentación infantil aplicados por los progenitores, están basados en la disponibilidad de alimentos en el hogar, las tradiciones familiares, el acceso a medios de comunicación y la interacción con los niños durante la comida. La exposición repetida del niño a estos modelos familiares, genera un estímulo condicionado que asocia determinados alimentos con eventos específicos (fiestas, castigos, estaciones, entre otros), ejerciendo un efecto modulador sobre su comportamiento alimentario (17,20,27). Como consecuencia del reforzamiento positivo de la conducta derivado de las experiencias de alimentación, los niños adoptan las preferencias alimentarias y costumbres familiares que le resultan agradables, seleccionando las conductas que repetirán en el futuro (28,43). El contexto social en el que funciona la familia moderna, ha hecho que en la actualidad las decisiones sobre alimentación sean discutidas y negociadas frecuentemente con los niños, quienes influyen en las decisiones del hogar por medio de la insistencia y la manipulación. Se ha sugerido que esta forma democrática de funcionamiento familiar está determinada por el estatus laboral de los progenitores y el poco tiempo que están en casa (39).

Al estudiar la relación entre padres e hijos a la hora de la comida, se encontró que un alto porcentaje de progenitores inducen a sus hijos a comer más allá de las señales de autorregulación innatas, en un intento por entregar una buena nutrición a sus hijos (41,42). En este sentido, se ha propuesto que los niños poseen una destacable capacidad para modular su ingesta, que se manifiesta en grandes variaciones de consumo al comparar diferentes días, y que es consecuencia de una menor adherencia a las reglas familiares y una mayor respuesta a las señales internas de saciedad y hambre (14,42). La conducta alimentaria infantil está configurada a partir de las estrategias usadas por los padres para “controlar lo que come el niño”, a las que el niño responde usando diferentes mecanismos de adaptación y que finalmente se reflejarán en indicadores de salud tangibles como el peso y la adiposidad (42,44-49).

Los estudios sobre la influencia de los progenitores en la conducta alimentaria infantil indican que éstos usan variadas estrategias a la hora de la comida en relación a la alimentación de los niños: actitud neutral, presión-exigencia, razonamiento, alabanza y adulación, restricción, amenazas y recompensas con alimentos o juegos, que están íntimamente relacionadas con el grado de responsabilidad de los progenitores hacia la alimentación de sus hijos (21,42,48-50). Estas estrategias de los progenitores son recibidas, interpretadas y traducidas por los niños en una amplia gama de conductas relacionadas con la alimentación (20,21,44,48-50). En síntesis, la literatura actualmente existente lleva a pensar en la conducta alimentaria como un ciclo interactivo (Figura 1) en el que la “conducta alimentaria de los progenitores hacia sus hijos” los lleva a adoptar “estrategias específicas de alimentación infantil”, provocando en los niños “conductas alimentarias propias” que finalmente se reflejan en “indicadores de nutrición del niño”. Se ha sugerido que los indicadores nutricionales en el niño (consumo de alimentos y estado nutricional) pueden ejercer su efecto, tanto como resultado final y como causa de la conducta de los progenitores hacia la alimentación de sus hijos.

FIGURA 1
Interacciones entre la conducta familiar y alimentación infantil



Conducta alimentaria: influencia de la herencia genética

Los estudios de gemelos son el acercamiento clásico para evaluar la diferente contribución de la genética y del ambiente familiar compartido en la variabilidad de un rasgo como el Índice de Masa Corporal (IMC) o rasgos conductuales tales como puntajes de conducta alimentaria (22-25,44,51,52). En relación con los puntajes de conducta alimentaria, Tholin y cols. (25) observaron que las correlaciones de Spearman en puntajes TFEQ (acrónimo en inglés de: Cuestionario de Alimentación de Tres Factores) eran superiores en pares de gemelos monozigóticos (gemelos MZ: gemelos “idénticos”) jóvenes de sexo masculino que en pares de gemelos dizigóticos (gemelos DZ: gemelos “fraternales”, con similitud genética comparable a dos hermanos nacidos en diferentes partos). Específicamente, se encontraron correlaciones en mellizos MZ de 0.55, 0.36 y 0.43 en las dimensiones “restricción cognitiva”, “ingesta emocional” e “ingesta sin control” respectivamente, mientras que las mismas correlaciones en mellizos DZ fueron notoriamente inferiores (0.14, 0.10 y 0.10 respectivamente). El estudio TEDS (Twin Early Development Study) evaluó las influencias genéticas en el IMC y en la conducta alimentaria en mellizos MZ y DZ nacidos en el Reino Unido durante los años 1994-1996. En este estudio, se encontraron correlaciones significativamente mayores en mellizos MZ en relación con los mellizos DZ en el IMC, así como en los factores del CEBQ (acrónimo en inglés de: Cuestionario de Conducta Alimentaria Infantil) de “disfrute de los alimentos” y “respuesta a la saciedad” (53). Al igual que en el trabajo de Tholin et al. (25), los resultados de Carnell et al. (24) revelan un impacto considerable de los factores genéticos en la conducta de alimentación, dado que las correlaciones de conducta en gemelos MZ son muy superiores a las encontradas en gemelos DZ. Adicionalmente, Breen et al. (23) estudiaron las preferencias alimentarias hacia cuatro grupos de alimentos en mellizos MZ y DZ en edad preescolar y encontraron mayor correlación en mellizos MZ versus DZ especialmente en los grupos “carne y pescados” (correlación de 0.90 en gemelos MZ versus 0.52 en gemelos DZ) y “frutas” (0.82 versus 0.59 respectivamente). Por otro lado, Cooke et al. (35) estudiaron la conducta de neofobia alimentaria (Tabla 1) en niños de 8 a 11 años a través de escalas obtenidas a través de cuestionarios, encontrando un coeficiente de correlación intraclase de 0.77 en mellizos MZ versus 0.36 en mellizos DZ, lo que indica que la conducta de neofobia alimentaria es también un rasgo heredable.

Relación entre conducta alimentaria, influencia familiar y obesidad infantil

La magnitud del efecto de la conducta alimentaria sobre la obesidad infantil ha sido escasamente estudiada, existiendo evidencias de una asociación de puntajes de sub-escalas del CEBQ (54) y TFEQ (55) con el IMC en niños. Se han

publicado diferentes estudios sobre la relación entre conducta alimentaria infantil y familiar e indicadores antropométricos de obesidad que han encontrado correlaciones positivas entre el Z-score del IMC infantil y la estimulación de la ingesta (46,47). La presión por comer ejercida por los progenitores y la preocupación por el peso del niño, evaluadas en el CFQ (acrónimo en inglés de: Cuestionario de Alimentación Infantil), explicaron en 15 y 5% respectivamente la variación en la grasa corporal total de niños en ambos sexos (47). Vogels et al. (55), describieron que el puntaje de restricción cognitiva del TFEQ se asoció significativamente con el sobrepeso de los niños de 7-12 años de edad. Por el contrario, Whitaker et al. (45) no encontraron correlaciones significativas entre adiposidad y puntajes TFEQ en niños de tres años y sus progenitores, lo que sugiere que la influencia de la conducta alimentaria sobre el peso corporal no se expresa a tan temprana edad.

Johannsen et al. (56) estudiaron la influencia de los progenitores sobre la conducta alimentaria y el peso de sus hijos usando los cuestionarios TFEQ y CFQ, y encontraron que las madres ejercen una fuerte influencia sobre el peso de sus hijos y son más conscientes respecto de su conducta alimentaria. Por el contrario, los padres ejercieron principalmente un rol impositivo sobre las prácticas alimentarias de sus hijos. La influencia de los progenitores sobre sus hijos mostró importantes diferencias según el género del hijo/a, por lo que los autores sugieren que tanto los padres como las madres deben ser incluidos en futuros estudios sobre las prácticas de alimentación y peso infantil.

Recapitulación

En niños, la conducta alimentaria ha demostrado ser un rasgo que presenta una relativa estabilidad temporal. El estudio de la conducta alimentaria tanto en niños como en adultos se ha desarrollado utilizando diferentes cuestionarios que están siendo ampliamente utilizados en la literatura. Estas herramientas psicométricas analizan la conducta de alimentación en diferentes dimensiones tales como alimentación emocional, alimentación sin control o restricción cognitiva, entre otras. Existen evidencias que indican que el patrón de conducta alimentaria familiar tiene un papel relevante en el comportamiento de alimentación del niño, constituyendo un factor modificable para la prevención de la obesidad infantil. Sin embargo, es necesario reconocer la tremenda complejidad de los factores que determinan la conducta alimentaria de un individuo y que se relacionan con una red de influencias de tipo biológico, familiar y social.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto FONDECYT 1061096 y con aportes de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional (AGCI).

REFERENCIAS

1. James PT, Leach R, Kalamara E & Shayeghi M. The worldwide obesity epidemic. *Obes Res* 2001; 4: 228-233.
2. Popkin BM, Gordon-Larsen P. The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004; 28: 2-9.
3. Uauy R, Albala C y Kain J. Obesity Trends in Latin America: Transiting from Under- to Overweight. *J Nutr* 2001; 131: 893–899.
4. Lobstain T, Baur L & Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004; 5: 4-85.
5. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997; 337: 869-873.
6. Reilly JJ, Armstrong J, Dorosty AR, Emmett PM, Ness A, Rogers I, et al. Early life risk factors for obesity in childhood: cohort study. *BMJ* 2005; 330:1357 (8 p.)
7. Fuentes RM, Notkola IL, Shemeikka S, Tuomilehto J, Nissinen A. Familial aggregation of body mass index: A population-based family study in Eastern Finland. *Horm Metab Res* 2002; 34: 406-410.
8. Ness A. The Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC): a resource for the study of the environmental determinants of childhood obesity. *Eur J Endocrinol* 2004; 151: U141–U149
9. Olivares S, Kain J, Lera L, Pizarro F, Vio F, Morón C. Nutritional status, food consumption and physical activity among Chilean school children: a descriptive study. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 1278-1285.
10. Agras WS, Hammer LD, McNicholas F, Kraemer HC. Risk factors for childhood overweight: a prospective study from birth to 9.5 years. *J Pediatr* 2004; 145: 20-25.
11. Togo P, Osler M, Sørensen T, Heitmann BL. Food intake patterns and body mass index in observational studies. *Int J Obes* 2001; 25: 1741-1751.
12. Bray GA. Good calories, bad calories by Gary Taubes; New York: AA Knopf. *Obes Rev* 2008 (Epub ahead of print).
13. Goris AHC, Westerterp-Platenga MS, Westerterp KR. Undereating and underreporting of habitual food intake in obese men: selective underreporting of fat intake. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 130-134.
14. Birch LL, Johnson SL, Andresen G, Peters JC, Schulte MC. The variability of young children's energy intake. *N Engl J Med* 1991; 324: 232-235.
15. Ashcroft J, Semmler C, Carnell S, van Jaarsveld CH, Wardle J. Continuity and stability of eating behaviour traits in children. *Eur J Clin Nutr* 2007; Aug 8 (Epub ahead of print)
16. Dubois L, Farmer A, Girard M, Peterson K, Tatone-Tokuda F. Problem eating behaviors related to social factors and body weight in preschool children: A longitudinal study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2007;4-9.
17. Birch LL, Fisher JO. Development of eating behaviors among children and adolescents. *Pediatrics* 1998; 101: 539-549.
18. Kristensen ST. Social and cultural perspectives on hunger, appetite and satiety. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54: 473-478.
19. Patrick H, Nicklas TA. A review of family and social determinants of children's eating patterns and diet quality. *J Am Coll Nutr* 2005; 24: 83–92.
20. Benton D. Role of parents in the determination of food preferences of children and the development of obesity. *Int J Obesity* 2004; 28: 858-869.
21. Clark HR, Goyder E, Bissell P, Blank L, Peters J. How do parents' child-feeding behaviours influence child weight? Implications for childhood obesity policy. *J Pub Health (Oxf)* 2007; 29: 132-141.
22. Park HS, Yim KS & Cho S. Gender differences in familial aggregation of obesity-related phenotypes and dietary intake patterns in Korean families. *Ann Epidemiol* 2004; 14: 486-491.
23. Breen FM, Plomin R, Wardle J. Heritability of food preferences in young children. *Physiol Behav* 2006; 88: 443-447.
24. Carnell S, Haworth C, Semmler C, Wardle J. Heritability of obesogenic eating styles in 9-11 years olds. *Int J Obes* 2007; 31: S137.
25. Tholin S, Rasmussen F, Tynelius P & Karlsson J. Genetic and environmental influences on eating behavior: the Swedish Young Male Twins Study. *Am J Clin Nutr* 2005; 81: 564-569.
26. Wardle J. Eating behaviour and obesity. *Obes Rev* 2007; 8: 73-75.
27. Bell EA, Rolls BJ. Regulación de la ingesta de energía: factores que contribuyen a la obesidad. En: ILSI. Conocimientos actuales en Nutrición. Washington DC; OPS/ILSI; 2003: 34-43.
28. Castro P, Bellido S. Utilización de test y cuestionarios en la investigación de la conducta alimentaria en pacientes con normopeso y exceso de peso corporal. *Rev Esp Obes* 2006; 4: 338-345.
29. Osorio J, Weisstaub G, Castillo C. Desarrollo de la conducta alimentaria en la infancia y sus alteraciones. *Rev Chil Nutr* 2002; 29: 280-285.
30. Stunkard AJ, Messick S. The three factor eating questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition and hunger. *J Psychosom Res* 1985; 29: 71-83.
31. Karlsson J, Persson LO, Sjöström L, Sullivan M. Psychometric properties and factor structure of the Three-Factor Eating Questionnaire (TFEQ) in obese men and women. Results from the Swedish Obese Subjects (SOS) study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24: 1715-25.
32. De Lauzon B, Romon M, Deschamps V, Lafay L, Borys JM, Karlsson J, Ducimetie' re P, Charles M. The Three-Factor Eating Questionnaire-R18 is able to distinguish among different eating patterns in a general population. *J Nutr* 2004; 134: 2372–2380.
33. Van Strien T, Frijters JER, Bergers GPA, Defares PB. The Dutch Eating Behaviour Questionnaire (DEBQ) for assessment of emotional, external and restrained eating behaviour. *Int J Eat Disord* 1997; 5: 295-313.
34. Wardle J, Guthrie C, Sanderson S & Rapoport L. Development of the children's eating behaviour questionnaire. *J Child Psychol Psychiatry* 2001; 42: 963-970.
35. Cooke LJ, Haworth CM, Wardle J. Genetic and environmental influences on children's food neophobia. *Am J Clin Nutr.* 2007; 86: 428-433.

36. Birch LL, Fisher JO, Grimm-Thomas K, Markey CN, Sawyer R, Johnson SL. Confirmatory factor analysis of the Child Feeding Questionnaire: a measure of parental attitudes, beliefs and practices about child feeding and obesity proneness. *Appetite* 2001; 36: 201-210.
37. Olivares S, Yáñez R, Díaz N. Publicidad de alimentos y conducta alimentaria en escolares de 5° a 8° básico. *Rev Chil Nutr* 2003; 30: 36-42.
38. McGinnis JM, Appleton J, Krook V, eds. Food marketing to children and youth. Threat or opportunity? Washington D.C. Institute of Medicine. National Academy of Sciences. National Academies Press, 2006. <http://www.nap.edu>
39. Roberts BP, Blinkhorn AS, Duxbury JT. The power of children over adults when obtaining sweet snacks. *Int J Paediatr Dent* 2003; 13:76-84.
40. Campbell K, Crawford D, Hesketh K. Australian parents' view on their 5-6 year old children's food choice. *Health Promot Int* 2006; 22:11-18.
41. Moens E, Braet C, Soetens B. Observation of family functioning at mealtime: a comparison between families of children with and without overweight. *J Pediatr Psychol* 2007; 32: 52-63.
42. Orrell-Valente JK, Hill LG, Brechwald WA, Dodge KA, Pettit GS, Bates JE. "Just three more bites": An observational analysis of parents' socialization of children's eating at mealtime. *Appetite* 2007; 48: 37-45.
43. Blackburn JR, Phillips AG, Jakubovic A, Fibiger HC. Dopamine and preparatory behavior: II A neurochemical analysis. *Behav Neurosci* 1989; 103: 15-23.
44. Kral T, Faith M. Child eating patterns and weight regulation: a developmental behaviour genetics framework. *Acta Paediatr* 2007; 96: 29-34.
45. Whitaker R, Deeks C, Baughcum A, Specker B. The relationship of childhood adiposity to parent body mass index and eating behavior. *Obes Res* 2000; 8(3): 234-240.
46. Faith M. Maternal-Child Feeding Patterns and Child body weight. *Arch Paediatr Adolesc Med* 2003; 157:926-932.
47. Klesges RC, Coates TJ, Brown G, Sturgeon-Tillisch J, Moldenhauer-Klesges LM, Holzer B et al. Parental influences on children's eating behavior and relative weight. *J Appl Behav Anal* 1983; 16: 371-378.
48. Brown R, Ogden J. Children's eating attitudes and behaviour: a study of the modelling and control theories of parental influence. *Health Educ Res* 2004; 19(3): 261-271.
49. Spruijt-Metz D, Lindquist CH, Birch LL, Fisher JO, Goran MI. Relation between mothers' child-feeding practices and children's adiposity. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 581-586.
50. Braet C, Van Strien T. Assessment of emotional, externally induced and restrained eating behaviour in nine to twelve-year-old obese and non-obese children. *Behav Res Ther* 1997; 35: 863-873.
51. Schousboe K, Willemsen G, Kyvik KO, Mortensen J, Boomsma DI, Cornes BK et al. Sex differences in heritability of BMI: a comparative study of results from twin studies in eight countries. *Twin Res* 2003; 6: 409-421.
52. Santos JL, Martínez JA, Pérez F, Albala C. Epidemiología genética de la obesidad: estudios familiares. *Rev Med Chile* 2005; 133: 349-361.
53. Wardle J, Carnell S, Haworth MA, Plomin R. Evidence for a strong influence on childhood adiposity despite the force of the obesogenic environment. *Am J Clin Nutr* 2008; 87: 398-404.
54. Viana V, Sinde S, Saxton JC. Children's Eating Behaviour Questionnaire: associations with BMI in Portuguese children. *Br J Nutr* 2008; Feb 14;:1-6 (Epub ahead of print)
55. Vogels N, Posthumus DL, Mariman EC, Bouwman F, Kester AD, Rump P, et al. Determinants of overweight in a cohort of Dutch children. *Am J Clin Nutr* 2006; 84: 717-724.
56. Johannsen D, Johannsen N, Specker B. Influence of parents' eating behaviors and child feeding practices on children's weight status. *Obesity* 2006; 14: 431-439.

Recibido: 07-04-2008

Aceptado: 27-08-2008

Mother's overweight, parents' constant limitation on the foods and frequent snack as risk factors for obesity among children in Brazil

Juliana Farias de Novaes, Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Sílvia Eloiza Priore

Nutrition and Health Department, Federal University of Viçosa, Minas Gerais, Brazil

SUMMARY. The obesity is a chronic disease in which environmental factors can be involved in the etiology. The aim of this study was to identify risk factors for obesity in children at Viçosa county, Minas Gerais, Brazil. Case-control study with 50 eutrophic and 50 obese children, paired according to gender, age and socioeconomic condition. This sample was selected based on nutritional evaluation of 2,074 children aged 6 to 8 years who were attending either private and public urban schools in Viçosa. Children's and parents' nutritional states were classified according to CDC (2000) and WHO (1998), respectively. Based on questionnaire application, the following data were collected: family structure, socioeconomic level, obesity presence and dyslipidemia in close family relatives, breast feeding, birth weight, child's gestation conditions, feeding habits and the lifestyles of both children and parents. According to the multiple logistic regression analysis, the risk factors to childhood obesity were: the mother's overweight (BMI ≥ 25 Kg/m²; OR: 70.49; IC: 2.17 – 182.74), the parents' constant limitation on the foods consumed by the child (OR: 62.91; IC: 5.37 – 92.08) and frequent snack the child uses to consume in commercial establishments (OR: 10.44; IC: 1.30 – 83.92), which are mostly represented by highly energetic foods, such as fried salty foods and soft drinks (78.6%). The success of the childhood obesity treatment in this population includes the parents' decreased overweight, mainly the mother's, and their consciousness of the adequate feeding habit, because family's undesirable practices contribute to the permanence of obesity in childhood, such as constant limitation of ingested foods and frequent snacks in commercial establishments.

Key words: Child, parents, risk factors, obesity, case-control studies.

RESUMEN. Exceso de peso materno, límite constante puesto por los padres de alimentos y merienda frecuente como factores de riesgo para la obesidad entre niños en Brasil. La obesidad es una enfermedad crónica en la que factores ambientales pueden estar relacionados en su etiología. El objetivo de este estudio fue identificar factores de riesgo para la obesidad en niños del municipio de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Se trata de un estudio del tipo caso-control, con 50 niños eutróficos y 50 obesos, pareadas de acuerdo con el sexo, la edad y la condición socioeconómica. La muestra fue seleccionada a partir de la evaluación nutricional de 2074 niños en la franja etaria de 6 a 8 años matriculados en escuelas públicas y privadas en Viçosa. El estado nutricional de los padres de estos niños fue clasificado de acuerdo con el CDC (2000) y WHO (1998), respectivamente. Por aplicación de un cuestionario, fueron colectados datos sobre estructura familiar, nivel socioeconómico, presencia de obesidad y dislipidemias en familiares próximos, amamantamiento materno, peso de nacimiento, condiciones de gestación del niño, hábitos alimentares y estilos de vida del niño y de los padres. De acuerdo con el análisis de regresión logística múltiple, los factores de riesgo para la obesidad en la niñez fueron: el exceso de peso materno (IMC ≥ 25 kg/m²; OR: 70.49; IC: 2.17 – 182.74), límite constante puesto por los padres de alimentos consumidos por el niño (OR: 62.91; IC: 5.37 – 92.08) y merienda frecuente en establecimientos comerciales por los niños (OR: 10.44; IC: 1.30 – 83.92), siendo este representado en su mayoría por alimentos de alto contenido energético, tales como meriendas fritas y refrescos (78.6%). El éxito del tratamiento de la obesidad infantil en esta población incluye la disminución del sobrepeso en los padres, principalmente de la madre, la concienciación de éstos en relación a los hábitos alimentarios, toda vez que prácticas familiares inadecuadas tales como meriendas frecuentes en establecimientos comerciales, contribuyen a la permanencia de la obesidad en la niñez.

Palabras clave: Niño, padres, factores de riesgo, obesidad, estudios de casos y controles.

INTRODUCTION

Obesity is considered as an emerging public health problem in Brazil and throughout the world. It constitutes one

of the main nutritional offences in children, and can lead to negative consequences for the physical and mental health. Besides, it is considered as an obesity predictor in adult life, as being able to cause a risk situation, which might lead to increased mortality as a cause associated to atherosclerotic disease, to hypertension and to metabolic alterations.

Because difficulty to obtaining a successful obesity treatment in the adult life, it is necessary to develop prevention

Study financed by FAPEMIG (Research Supporting Foundation of Minas Gerais State).

programs as soon as at childhood. Golan et al. (1) observed the treatment of the children's obesity to be more effective when working with their parents, since they are considered as the main changing agents. In children, the reduction in both fat and sugar intake may be obtained by changing the parents' feeding habits, which might extend to all other family's members (2).

It is worth to emphasize that obesity is not synonymous of health, because despite the excessive food intake and the consequent high caloric consumption, usually there are deficits of those nutrients necessary to the growth and adequate organism development, mainly in the childhood, when those processes are intensive. The better way to solve this problem seems to be the balanced feeding based on the family's feeding reeducation and mainly the child' (3).

Identifying the factors that influence the development of obesity in childhood is important, in the sense to establishing positive modifications in the child's lifestyle (4). Investigative studies of the risk factors for obesity in the childhood in populations, as taking into account the geographical and cultural aspects, are necessary for assigning effective efforts to local prevention. In Brazil and developing countries, few case-control studies have been developed to investigate the risk factors for obesity in children. In this context, a study was carried out to evaluate the risk factors for obesity in children, in Viçosa county, Minas Gerais, Brazil, as well as to contribute for the directness of effective orientation conducts, aiming at either the prevention of obesity in childhood and subsequent stages of the life and the reduction of this nutritional disturbance and associated chronic diseases, that are increasing in the modern world.

MATERIALS AND METHODS

This was a case-control survey carried out in the urban area of the city of Viçosa, addressing only children.

Individuals

The study was carried out in all public and private (18 and 7, respectively) urban schools in Viçosa, Minas Gerais, Brazil, that assisted the children at the age range from 6 to 8 years and spontaneously accepted to participate into this study. Only a public school did not participate in this study, because non-authorization by the respective school direction. All scholars aged 6 to 8 years ($n = 2,074$) enrolled in the respective schools were weighed and measured. From the weight and height measures checked in appropriate places in the respective schools, the body mass index (BMI) was calculated and based on age and gender, the children's nutritional state were defined according to the anthropometric reference preconized by the Center for Disease Control and Prevention (CDC) (5). The cutting points used for classification of the overweight

and obesity were based on classification proposed by Must et al. (6): overweight (\geq percentile 85 and $<$ percentile 95) and obesity (\geq percentile 95).

Due to variation of the potential risk factors for obesity among different ages, gender, and socioeconomic conditions, this was a case-control study where the obese children were paired with the eutrophic ones at proportion 1:1, according to gender, age group, and classroom, consequently according to school and socioeconomic condition. The obese children presenting BMI/age equal or above the percentile 96 were included into sample, since the increased of cutting point specificity reduces the possibility to obtain false-positive children in the sample. The selection criterion for the eutrophic children ($5 \leq \text{BMI/age} < 85$) was based on randomly choosing the children with the same gender and classroom as the obese' as well exactly the same age, represented by a number with two decimals. By anthropometric evaluation accomplished in schools, a total of 58 (2.8%) children were found to be obese (\geq percentile 96). Because the loss of 8 obese children (6.9%), their eutrophic pairs were not appraised (eight). The sample of this study was composed by 100 children, that is 50 obese and 50 eutrophic ones. Because ethical matter, those mothers whose children showed low weight and overweight, were informed about their children's nutritional state and were assigned to the public health service, where the individual nutritional service was accomplished.

Initially, the selection of the obese and eutrophic children's groups were established from BMI/age. After definition of both groups, the parents were invited by telephone to participate in the study, and a schedule was established for a personal encounter over which all participants gave written consent. The data collection was accomplished in the Nutritional Evaluation Laboratory pertaining to the Department of Nutrition and Health of Federal University of Viçosa. This study was approved by the Ethics Committee of Federal University of Viçosa.

Anthropometry

All anthropometric evaluation was only accomplished by one author of this study in order to avoid possible biases in verifying the measures. In the evaluation of children's and parent's nutritional state, the weight was obtained by a portable, digital and electronic scale with 150kg capacity and 50g division. Height was verified with 2m-extension stadiometer, that was divided into centimeters and subdivided into millimeters. The techniques proposed by Jelliffe (7) were applied to verify both measures. The parents' nutritional state was classified according to World Health Organization (WHO) (8): low weight ($\text{BMI} < 18.5$), eutrophy ($18.5 \leq \text{BMI} < 25.0$), overweight ($25.0 \leq \text{BMI} < 30.0$) and obesity ($\text{BMI} \geq 30.0$).

Questionnaires

The questionnaires were applied to the mothers, but to the child's responsible in the case this was impossible. They were elaborated by the authors and were tested previously with 30 mothers of children of same age group to the one of the study, not included in the sample of this work. These questionnaires included the family aspects, the conditions of gestation and child's birth, breast-feeding time, feeding habits and the physical activity practices accomplished by children and their parents, as well as the presence of obesity and dyslipidemia in close relatives. Concerning to family aspects, the following were analyzed: the home room numbers; total number of people living in the child's home; his/her brother and sister numbers; if the parents have remunerate activities or not; education level; and the presence of tobacco and drinking habits among them. In relation to the aspects of mother's gestation and child's birth condition, the mothers were interrogated about maternal tobacco habit and weight gain in gestational period, as well as the child's weight at birth, the type and duration of breast feeding. The value above 16kg for the mother's weight gain during gestation was considered as excessive one (9). The birth weight values between < 2.500g, 2.500 |- 3.000g 3.000 |- 4.000g and \geq 4.000g were considered low, insufficient, normal and excessive, respectively (10). When the child consumed mother's milk only, a case of exclusive breast feeding was considered.

The mothers were questioned about their children's actual habit to have regular meals at established schedules, if they have the habit to eat at meal intervals and/ or substitute them by snacks, as well as the number of daily meals they have during week days. They were also questioned if their children have the meals together the family, and if they have the habit to take a snack frequently in commercial establishments, as well as how much daytime they spend in front of television and their sedentary activity practices during weekdays and weekend, such as to watch television, to play videogame and to use computer.

Based on mothers' information, the parents' attitude were appraised in relation to their children's feeding, such as a constant limitation of the foods they use to consume. The mothers were questioned about their own behavior relative to feeding habits and lifestyle, such as actual habit to have regular meals at established schedules, the habit to eat at meal intervals or to substituting the meals by snacks, number of daily meal they have during weekdays, daily time spent in front of television, as well as the accomplishment of physical activity at leisure time. For those items, the mothers were questioned about their children father's behavior.

The mothers or child's responsible person were questioned about the presence of obesity and dyslipidemia in the child's close relatives [mother, father, grandmother and grandfather, uncles and aunts (both maternal and paternal)].

Statistical analyses

The database and the statistical analyses were accomplished in the softwares Epi Info version 6.04 (11), Sigma-Stat (12) and Statistical Program for Social Sciences (SPSS for Windows 10.0). To verify the distribution of the variable values were normal, the Kolmogorov-Smirnov normality test was used (13). The association between each factor and children's obesity were analyzed, by applying the qui-square test for paired sample, and the odds ratio (OR) and the confident interval (CI) of 95% calculated for each factor (14). In the multiple logistic regression analysis, only the variables with $p < 0.20$ of the univariate analysis were included (15). To compare the averages or medians of the variables between the paired groups, the paired t-test and Wilcoxon test were respectively used (12). A probability below 5% was considered as significant statistical level.

RESULTS

Table 1 shows the children's values for weight, height and BMI, which were superiors in the obese ones relative to the eutrophic ones ($p < 0.001$). In this study, the children's average age was 7.8 years.

TABLE 1
Anthropometric differences between obese and eutrophic children

Characteristic	Children				p
	Obese X \pm SD	Me	Control X \pm DP	SD	
Weight (kg)	40.6 \pm 6.2	39.6	25.7 \pm 3.7	25.6	< 0.001 *
Height (cm)	132.0 \pm 7.3	131.9	127.4 \pm 6.0	127.5	< 0.001 *
BMI (kg/m ²)	23.2 \pm 2.3	22.7	15.8 \pm 1.2	15.9	< 0.001 †

Average \pm Standard Deviation (X \pm SD)

Median (Me)

The p value is taken from the corresponding paired t-test* (variables with normal distribution) or Wilcoxon test† (variables without normal distribution); and the significant p-values ($p < 0.05$) are given in bold type.

Tables 2, 3, 4 and 5 show the results obtained by the qui-square test for all categorical factors included into this study. Based on univariate analysis, it is observed that several variables showed to be associated to childhood obesity (Tables 2, 3, 4 and 5). Despite of this high number of potential factors included into investigation as well as the variables associated to obesity, only three variables were identified as risk factors for the multiple logistic regression analysis. The mother's overweight (BMI \geq 25 kg/m²), the children's frequent snack in commercial establishments, and the parents' constant limita-

tion upon the foods consumed by their children were considered as risk factors associated to children's obesity in Viçosa county in the final logistic regression (Table 6). It is worth to emphasize that most snack types (78.6%) accom-

plished in commercial establishments mentioned by obese children's mothers were based on soft drinks and "junk food" (chips, doritos, tortilhas, french fries – data not given in table).

TABLE 2
Odds ratio and its 95%CI of some categorical factors for obesity for children aged 6-8 y

Independent factors	Obese			Control			OR	95%CI	p
	n	n	%	n	n	%			
		yes			yes				
Mother's education level									
Elementary school (incomplete)	50	9	18.0	50	7	14.0	0.44	0.11 – 1.57	0.267
Graduate school (complete)	50	5	10.0	50	8	16.0	0.40	0.05 – 2.30	0.450
Father's education level									
Elementary school (incomplete)	40	6	15.0	43	4	9.3	1.40	0.40 – 5.06	0.777
Graduate school (complete)	40	5	12.5	43	9	20.9	0.20	0.008 – 1.74	0.220
Number of people child's home									
<7	50	49	98.0	50	45	90.0	-	0.65 – 41.51	0.133
<6	50	44	88.0	50	36	72.0	3.00	0.90 – 11.0	0.080
<5	50	36	72.0	50	24	48.0	2.83	1.05 – 8.02	0.037
<4	50	15	30.0	50	7	14.0	2.14	0.82 – 5.78	0.136
Brother/sister numbers									
Only child	50	15	30.0	50	5	10.0	4.33	1.15 – 19.10	0.021
<2	50	37	74.0	50	27	54.0	2.42	0.95 – 6.44	0.064
Home room numbers									
≤ 1	50	6	12.0	50	2	4.0	-	0.65 – 41.51	0.125
≤ 2	50	25	50.0	50	16	32.0	2.28	0.88 – 6.11	0.093
≤ 3	50	43	86.0	50	40	80.0	1.75	0.46 – 7.08	0.548
Tabagism									
Maternal	50	14	28.0	50	6	12.0	3.00	0.90 – 11.0	0.077
Paternal	50	11	22.0	48	9	18.7	1.11	0.41 – 2.96	1.00
Alcoholic Beverages †									
Mother	50	2	4.0	-	-	-	-	0.24 – 19.44	0.479
Father	50	5	10.0	48	8	16.7	0.62	0.17 – 2.09	0.583
Remunerate activities outside home									
Maternal	50	33	66.0	50	34	68.0	0.92	0.39 – 2.14	1.00
Paternal	45	41	91.1	44	35	79.5	7.00	0.67 – 24.31	0.070

† frequency: more than 3 times for week.

The p-value is taken from the corresponding McNemar's chi-square test; and the significant p-values ($p < 0.05$) are given in bold type.

TABLE 3
Odds ratio and its 95%CI of some categorical factors for obesity for children aged 6-8 y

Independent factors	n	Obese		Control			OR	95%CI	p
		n yes	%	n	n yes	%			
Mother's nutritional state									
Obesity (BMI \geq 30)	49	17	34.7	48	9	18.7	2.60	0.86 – 8.33	0.096
Overweight + Obesity (BMI \geq 25)	49	35	71.4	48	24	50.0	2.25	0.92 – 5.62	0.076
Father's nutritional state									
Obesity (BMI \geq 30)	40	9	22.5	44	7	15.9	2.00	0.44 – 10.05	0.507
Overweight + Obesity (BMI \geq 25)	40	24	60.0	44	26	59.1	1.00	0.38 – 2.59	0.823
Number of obese close relatives									
\geq 1	50	39	78.0	50	27	54.0	4.00	1.25 – 14.12	0.012
\geq 2	50	22	44.0	50	7	14.0	4.75	1.52 – 16.45	0.003
\geq 3	50	7	14.0	50	2	4.0	3.50	0.67 – 24.31	0.180
\geq 4	50	4	8.0	50	1	2.0	4.00	0.42 – 93.97	0.371
\geq 5	50	1	2.0	-	-	-	-	0.05 – 8.27	1.00
Number of close relatives with dyslipidemia									
\geq 1	50	41	82.0	50	31	62.0	3.00	1.02 – 9.42	0.041
\geq 2	50	27	54.0	50	14	28.0	2.85	1.14 – 7.42	0.019
\geq 3	50	9	18.0	50	4	8.0	2.66	0.64 – 12.64	0.228
\geq 4	50	4	8.0	50	2	4.0	2.00	0.31 – 15.66	0.689
\geq 5	50	1	2.0	-	-	-	-	0.05 – 8.27	1.00

The p-value is taken from the corresponding McNemar's chi-square test; and the significant p-values ($p < 0.05$) are given in bold type.

TABLE 4
Odds ratio and its 95%CI of some categorical factors for obesity for children aged 6-8 y

Independent factors	n	Obese		Control			OR	95%CI	p
		n yes	%	n	n yes	%			
Maternal tobacco									
Gestational	49	8	16.3	49	3	6.1	6.00	0.72 – 132.14	0.125
Gestational weight gain (>16 kg)	41	19	46.3	49	5	10.2	4.25	1.34 – 14.90	0.007
Birh weight (< 2500 g)	50	4	8.0	49	3	6.1	1.00	0.16 – 6.17	0.689
Birh weight (\geq 4000 g)	50	3	6.0	49	2	4.1	0.00	0.05 – 4.05	0.479
Breast feeding	50	45	90.0	49	45	91.8	1.25	0.22 – 0.84	1.00
Exclusive breast feeding until 4-6mo	50	15	30.0	48	7	14.6	2.60	0.86 – 8.33	0.096

The p-value is taken from the corresponding McNemar's chi-square test; and the significant p-values ($p < 0.05$) are given in bold type.

TABLE 5
Odds ratio and its 95%CI of some categorical factors for obesity for children aged 6-8 y

Independent factors	n	Obese		Control			OR	95%CI	p
		n yes	%	n	n yes	%			
Children									
Not have the meal together the family	50	10	20.0	50	4	8.0	2.50	0.72 – 9.43	0.180
Substitute meals by snacks (dinner)	50	24	48.0	50	19	38.0	1.75	0.68 – 4.54	0.286
Not have schedule to eat	50	20	40.0	50	13	26.0	2.00	0.75 – 5.45	0.189
Habit to eat at meal intervals	50	28	56.0	50	25	50.0	1.27	0.54 – 2.99	0.689
Frequent snacks in commercial establishments	50	14	28.0	50	3	6.0	4.66	1.26 – 20.38	0.013
Meals number									
≤ 3	50	3	6.0	50	10	20.0	1.50	0.20– 12.77	1.00
> 6	50	3	6.0	-	-	-	1.00	0.16 – 6.17	0.689
Sedentary activities in weekdays §	50	31	62.0	50	17	34.0	4.50	1.43 – 15.67	0.004
Sedentary activities in weekend §	50	15	30.0	50	5	10.0	6.00	1.28 – 38.75	0.013
Daytime in front of television									
≥ 2 hours	50	44	88.0	50	43	86.0	3.20	1.10 – 9.96	0.027
≥ 4 hours	50	15	30.0	50	4	8.0	3.75	1.16 – 13.33	0.019
Parents									
Substitute meals by snacks (dinner)									
Father	40	17	42.5	44	17	38.6	1.80	0.55 – 6.15	0.423
Mother	49	21	42.8	50	23	46.0	1.00	0.34 – 2.91	0.806
Constant limitation of food ingested by child	50	38	76.0	50	10	20.0	15.0	3.50 – 90.74	<0.001
Have schedule to eat									
Father	41	29	70.7	44	33	75.0	1.75	0.46 – 7.08	0.548
Mother	50	37	74.0	50	40	80.0	1.75	0.46 – 7.08	0.548
Habit to eat at meal intervals									
Father	41	18	43.9	44	13	29.5	1.71	0.62 – 4.80	0.359
Mother	50	16	32.0	50	9	18.0	2.40	0.54 – 2.99	0.143
Meals number									
Mother: ≤ 3	49	20	40.8	50	10	20.0	2.42	0.95 – 6.44	0.064
> 6	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-
Father: ≤ 3	32	11	34.4	38	7	18.4	8.00	1.02 – 170.1	0.039
> 6	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-
Daytime in front of television (≥ 2 hours)	50	44	88.0	50	43	86.0	1.36	0.59 – 3.17	0.559
Sedentary activities in weekend	50	44	88.0	50	37	74.0	2.40	0.78 – 7.78	0.143

§Watch television, use computer and play *videogame*. ^{||} Watch television and talk in the street

The p-value is taken from the corresponding McNemar's chi-square test; and the significant p-values (p < 0.05) are given in bold type.

TABLE 6
Odds ratio and its 95%CI for obesity as estimated for the risk factors related to childhood obesity in logistic regression model

Risk factors of obesity	n	OR	95%CI	p
Maternal overweight (BMI > 25 kg/m ²)	100	10.44	1.30–83.92	0.0274
Children's frequent snacks in commercial establishments	100	70.49	2.17–182.74	0.0159
Parents' limitation upon the foods consumed by children	100	62.91	5.37–92.08	0.0012

DISCUSSION

Despite of the high number of factors included into investigation, a few risk factors were associated to childhood obesity. The following risk factors were identified for obesity in scholars at the urban area of Viçosa county: mother's overweight (BMI \geq 25 kg/m²); frequent snack consumption by the child in commercial establishments; and the parents' constant restriction on the amount of foods the children use to consume.

The mother's obesity shows to be a risk factor for obesity at childhood in several available studies (16-19). It is well known that parents' obesity is strong predictor for children's excessive weight, as a possible result from either genetic and environmental influences, mainly in the family example given for feeding habits and undesirable lifestyles developed inside the own home.

In this study, no association were found between the father's overweight and children's obesity. Perhaps, the higher maternal influence on the children's nutritional state, compared to the paternal', might be justified the mother's proximity with her child's education and by direct care, therefore interfering into feeding and lifestyle adopted by her child, who tends to be similar to the mother'. According to Marins et al. (19), the influence of the parents' nutritional state on their children's obesity, partly due to genetic components, is also strongly determined by the family's food intake. According to the authors, it is important to emphasize that usually the mother' feeding habit tends to be adopted by the family and by the child, because mothers are more involved into preparation and choice of the foods in home. Similar results were observed by Oliveria et al. (20) and Nguyen et al. (21), who verified the children's feeding to be more similar to the mother' than to the respective fathers'. Hui et al. (18) verified that both parents' overweight (BMI \geq 25 kg/m²) were significantly associated to overweight in 6 and 7 years-old children, and it should be emphasized that the association strength between mother's obesity and child's overweight was almost double

the father's obesity. When analyzing the combined influence of the anthropometric and socioeconomic variables on the childhood obesity, Kain et al. (16) observed that mother's obesity was the factor most correlated with this nutritional disturbance. According to the authors, this fact implicates the prevention actions against childhood obesity must involve the mother in order she also adopts healthy life habits, therefore being able to transmit them to their children.

In the present study, the children's frequent habit to take a snack in commercial establishments was a risk factor associated to obesity, because the main ingested foods (mentioned by mothers) showed high energy contents, which could favor the excessive body weight when consumed frequently. The inadequate feeding habit represented by frequent consumption of highly energetic foods is already shown as clearly associated to the childhood overweight (22,23). In the prevention of obesity, the emphasis on consumption of fruits and vegetables could represent an important step to avoid preparations with high energy density (24). It is well-known that genetic factor can predispose the individual to obesity. However, the family posture in particular the feeding practices and other behavioral variables, such as diet composition and the physical activity patterns serve as a catalyst for the expression of obesity (25).

In this study, the parents' constant limitation on the foods consumed by their children was also a risk factor for childhood obesity, since the forbidden foods rather become the favorite ones by the children. When they have access to those foods, these ones are usually consumed at high amounts, therefore causing reactions contrary to the parents' objectives, besides the possible loss of the satiation capacity caused by such an excessive control upon children's feeding.

In childhood, many parents stimulate their children to eat certain foods, and according to Birch et al. (26) they consume them at lower amounts. Those forbidden foods can be excessively consumed when the child has access to them (27). Those children whose mothers control their feeding intake become less able to regulate the own feeding intake (25).

The parents have strong influence upon the intake of foods by their children. However, the more the parents insist on the consumption of certain foods the smaller is the probability their children will consume them. In the same way, the restriction by the parents might have deleterious effects. According to Spruijt-Metz et al. (28), the restrictive feeding practices due to the concern with the child's weight are associated to highly energetic intake and high BMI values, whereas the parents' pressure for the child to eat because thinking the child is thin is associated to low energy intake and low BMI. Those children whose parents had higher feeding restrictions showed higher body fat increase than those whose parents had lower restrictions. As the prejudicial effects from the dietary restriction on obese children in the long run

are known, valuable alternatives such as changes in the lifestyle and interventions increasing the body image and self-esteem are recommended (29). In childhood, the parents are advised to supply to their children with healthy and balanced meals and snacks, with appropriate nutrients that would allow the children to choose both quality and amount of those healthy foods they want to eat (30). According to Bellisle (31), the children's hunger and satiation sensations are always unknown by the adults, who try to instruct them to feeding according to the rules accepted by society, as well as according to the family's own habits. Difficulty in establishing a good satiation control is a risk factor for the development of obesity either in childhood and adult life.

Studies have been carried out to investigate the risk factors for obesity in the childhood (17,18,32). It is particularly difficult to compare those results with ours', since they proceed from different population studies as each one with its own geographical, cultural and behavioral determinant, besides the different definition for obesity. However, some similar results have been found, such as for mother's obesity. Hui et al. (18) observed that the parents' obesity, high birth weight, short sleep time, high energy intake, as well as to have father actually smoker were risk factors for obesity in 6- and 7-years old children in Hong Kong/China. He et al. (17) studied children from 1mos- to 6.9 years-old in 8 Chinese cities, and verified the family's history for obesity, high birth weight, and fast eating habit were risk factors for obesity in those children. However, Locard et al. (32) found the short sleep duration to be the most important risk factor for obesity in 5-years old children living in France. Differences in the methodologies for classification of obesity, as well as differences in the populations' cultural and social patterns probably contribute for the inconsistent discoveries.

One of the limitations of the present work is the fact that it was a retrospective study in which memory and answering biases by the mother may have interfered. Poor ability to remember some questions of the questionnaire can be occurred, for instance, for the duration of breastfeeding, birth weight, gestational weight gain, number of obese close relatives and number of close relatives with dyslipidemia.

In spite of this study to emphasize the investigation of risk factors associated to childhood obesity, its interpretation should be cautiously performed, since this work showed a transverse design, therefore the causal denotation should be carefully interpreted. In addition, it is important to emphasize the size of the sample as a limiting factor in this study, that occurred due to the lowest obesity prevalence found in Viçosa county - Brazil, since methodological care was taken to use the cutting point for obesity (BMI/age \geq percentile 96) that was superior to the one preconized (BMI/age \geq percentile 95), with the objective to eliminate the positive-false ones, exactly for is being a transverse-type study. So, the obesity prevalence in

Viçosa (2.8%) was lower than that found in other studies carried out in Brazil and developed countries with children at the same age range (33-37). However, it is important to highlight that 100% infantile population at the age range from 6 to 8 years enrolled in Viçosa's private and public urban schools, who accepted to participate in this study, were evaluated with the methodological care concerning to increased of cutting point specificity for obesity in order to reduce the false-positive ones, with basically 100% obese children (BMI/age \geq percentile 96) included into investigation. It was decided to study the total population instead of an estimated sample in order to provide higher consistence to the statistical analysis, therefore a better reliability on the results.

The elucidated risk factors associated to obesity in children at Viçosa county's urban area, Brazil, can be useful to the directness of effective orientation conducts, targeted to the prevention of obesity in childhood and subsequent stages of life, as well as the reduction of this nutritional disturbance and the associated chronic diseases, both rising in the modern world. The success of the obesity treatment in childhood includes own monitoring, change in the feeding behavior, and the parents' reduced overweight (mainly the mother's), which will probably contribute to positive modification of child's feeding and lifestyle. Besides, the parents' conscientiousness is extremely important in the search for elimination of the undesirable family practices that contribute to the permanence of obesity in childhood, such as the constant limitation of the ingested foods and accomplishment of frequent snacks in commercial establishments.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank to Improvement Coordination of Graduate-Level Staff (CAPES) by the scholarship, to Research Supporting Foundation of Minas Gerais State (FAPEMIG) by financing the project, to the Health and Nutrition Department of Federal University of Viçosa by the support, to the children and their parents by their participation in this study.

REFERENCES

1. Golan M, Weizman A, Apter A, Fainaru M. Parents as the exclusive agents of change in the treatment of childhood obesity. *Am J Clin Nut* 1998;67:1130-35.
2. Epstein LH, Gordy CC, Raynor HA, Beddome M, Kilanowski CK, Paluch R. Increasing fruit and vegetable intake and decreasing fat and sugar intake in families at risk for childhood obesity. *Obes Res* 2001;9:171-8.
3. Brooke OG, Abernethy E. Obesity in children. *Human Nutr Appl Nutr* 39^a, 1985. p 304-14.
4. Sugimori H, Yoshida K, Izuno T et al. Analysis of factors that influence body mass index from ages 3 to 6 years: A study based on the Toyama cohort study. *Pediatr Int* 2004;46:302-10.

5. Center for Disease Control and Prevention / National Center for Health Statistic. 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and Development. Vital Health Stat, series 11, number 246, 2000.
6. Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 1991;53:839-46.
7. Jelliffe DB. Evaluación del estado de nutrición de la comunidad. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS - Série de monografías-53).
8. World Health Organization. Obesity – Preventing and managing the global epidemic. Geneva, WHO, 1998 (Report of a WHO Consultation on Obesity).
9. Ministério da Saúde / Brasil. National Secretary of Health Special Programs. National Division of Maternal-Infantile Health. Prenatal of low risk. Brasília: MS/CDMS; 1988.
10. World Health Organization. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Geneva, WHO; 1995 (Technical Report Series, 854).
11. Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Brendel KA, Smith DC, Burton A H et al. Epi Info: a word processing database, and statistics program for epidemiology on microcomputers. Atlanta: Centers of Disease Control and Prevention. Version 6.0. 1994.
12. Fox E, Kuo J, Tilling L, Ulrich C. User's manual – Sigma stat: statistical software for windows. Germany, Jandel, 1994.
13. Sokal RR, Rohlf FJ. Biometry: the principles and practice of statistics. San Francisco, Freeman, 1969.
14. Fleiss JL. Statistical methods for rates and proportions. New York: John Wiley & Sons. 1981. 321 p.
15. Victora CG, Hulley SR, Fuchs SC, Olinto MT. The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. *Int Epidemiol* 1997;26:224-7.
16. Kain J, Albala C, García F, Andrade M. Obesidad en el preescolar: evolución antropométrica y determinantes socioeconómicos. *Rev Med Chil* 1998;126:271-8.
17. He Q, Ding ZY, Fong DYT, Karlberg J. Risk factors of obesity in preschool children in China: a population-based case-control study. *Int J Obes* 2000;24:1528-36.
18. Hui LL, Nelson EAS, Yu LM, Li AM, Fok TF. Risk factors for childhood overweight in 6- to 7-y-old Hong Kong children. *Int J Obes* 2003;27:1411-18.
19. Marins VMR, Almeida RMVR, Pereira RA, Barros MBA. The relationship between parental nutritional status and overweight children/adolescents in Rio de Janeiro, Brazil. *Public Health* 2004;118:43-9.
20. Oliveria SA, Ellison RC, Moore LL, Gillman MW, Garrahe EJ, Singer MR. Parent-child relationships in nutrient intake: the Framingham Children's Study. *Am J Clin Nutr* 1992;56:593-98.
21. Nguyen VT, Larson DE, Johnson RK, Goran MI. Fat intake and adiposity in children of lean and obese parents. *Am J Clin Nutr* 1996;63:507-13.
22. Schwartz MB, Puhl R. Childhood obesity: a societal problem to solve. *Obes Rev* 2003;4:57-71.
23. Dietz WH. The obesity epidemic in young children. *BMJ* 2001;322:313-14.
24. Deckelbaum RJ, William CL. Childhood obesity: The health issue. *Obes Res* 2001;9:239-43.
25. Johnson SL, Birch L. Parents' and children's adiposity and eating style. *Pediatrics* 1994;94:653-61.
26. Birch LL, Marlin DW, Rotter J. Eating as the "means" activity in a contingency: effects on young children's food preference. *Child Dev* 1985;55:431-9.
27. Fisher JO, Birch LL. Restricting access to palatable foods affects children's behavioral response, food selection, and intake. *Am J Clin Nutr* 1999;69:1264-72.
28. Spruijt-Metz D, Lindquist CH, Birch LL, Fisher JO, Goran ML. Relation between mothers' child-feeding practices and children's adiposity. *Am J Clin Nutr* 2002;75:581-6.
29. Braet C, Wydhooge K. Dietary restraint in normal weight and overweight children. A cross-sectional study. *Int J Obes* 2000;24:314-8.
30. American Academy of Pediatrics or its Committees. The epidemiology of overweight in children: relevance for clinical care. *Pediatrics* 1998;101(1):103-5.
31. Bellisle F. What do behavioural studies tell us about eating in children? *Int J Obes* 2003;27:S11.
32. Locard E, Mamelie N, Bilette A, Miginiac M, Munoz F, Rey S. Risk factors of obesity in a five year old population. Parental versus environmental factors. *Int J Obes* 1992;16:721-9.
33. Balaban G, Silva GAP. Overweight and obesity prevalence in children and adolescents from a private school in Recife. *Jornal de Pediatria* 2001;77(2):96-100.
34. Silva GAP, Balaban G, Motta MEFA. Prevalence of overweight and obesity in children and adolescents of different socioeconomic conditions. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil* 2005;5(1):53-9.
35. Kromeyer-Hauschild K, Zellner K, Jaeger U, Hoyer H. Prevalence of overweight and obesity among school children in Jena (Germany). *Int J Obes* 1999;23:1143-50.
36. Park MK, Menard SW, Schoolfield J. Prevalence of overweight in a triethnic pediatric population of San Antonio, Texas. *Int J Obes* 2001;25:409-16.
37. Kalies H, Lenz J, Kries RV. Prevalence of overweight and obesity and trends in body mass index in German pre-school children, 1982-1997. *Int J Obes* 2002;26:1211-17.

Recibido: 28-01-2008

Aceptado: 25-08-2008

Sobrepeso, inactividad física y baja condición física en un colegio de Bogotá, Colombia

Gustavo Tovar Mojica, Javier Gutiérrez Poveda, Milciades Ibáñez Pinilla, Felipe Lobelo

Oficina de investigaciones, Facultad de Medicina. Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia.
Exercise Science Department, Arnold School of Public Health, University of South Carolina, USA.

RESUMEN. Se determinó la prevalencia de sobrepeso y su asociación con actividad física y cualidades físicas, en niños varones de un colegio de la ciudad de Bogotá, Colombia. Se evaluaron 655 niños entre 7 y 18 años, con auto-reportes de actividad física, variables antropométricas (peso, talla, porcentaje graso por impedanciometría), pruebas de acondicionamiento físico (PACER, "Sit and reach", abdominales, flexiones de codo y dinamometría de prensión manual). El 38% se encontró en sobrepeso según el IMC de población colombiana (criterio OMS); 17,7% según IMC puntos de corte internacional y 16,9% con valores superiores a 25% de porcentaje graso (fitnessgram). Se encontró asociación entre el sobrepeso y el bajo desempeño en las pruebas físicas (PACER OR ajustado: 3,7, IC 95%:1,6 – 8,3) y entre el sobrepeso y el reporte de "no caminar o bicicleta durante 30 minutos 5 veces por semana" (OR ajustado 3,6, IC 95%: 1-13,0). Asociaciones consistentes en todos los criterios de sobrepeso utilizados. La concordancia de clasificación de sobrepeso fue mayor, entre la clasificación según porcentaje graso y según los cortes de IMC internacional ($\kappa=0,616$, $p<0,001$). El sobrepeso no se relacionó con horas de TV, video juegos o Internet. Se concluyó que la población tiene alta prevalencia de sobrepeso, se evidenció una relación significativa entre la baja condición física, el bajo nivel de actividad y el sobrepeso. Consideramos importante estimular y monitorear en los niños los niveles de actividad física y los resultados en pruebas físicas, como ayuda en la prevención del sobrepeso y otras enfermedades cardio-metabólicas.

Palabras clave: Colombia, obesidad, niño, actividad motora, consumo de oxígeno.

SUMMARY. Relationship between overweight, physical activity and physical fitness in school-aged boys in Bogotá Colombia. The objective was to determine the prevalence of overweight and obesity, and its association with physical activity and fitness among boys attending a private school in Bogotá, Colombia. 655 boys between 7 and 18 years self-reported their physical activity habits and underwent anthropometric (weight, height, fat percentage by bioelectrical impedance), and physical fitness measurements (PACER, sit and reach, curl-ups, push-ups and hand dynamometry). The association between weight status and physical activity and fitness were assessed by logistic regression models. The outcome was that 38% of the boys were overweight according to the BMI of the Colombian population (WHO criteria), 17,7% according to international BMI cut-offs and 16,9% showed values of % fat over 25 (Fitnessgram criteria). A relation was found between being overweight and having poor performance in the aerobic fitness test (adjusted OR: 3,7, IC 95%:1,6 – 8,3) and reported not walking or riding a bicycle for at least 30 minutes, 5 times a week (OR adjusted 3,6, IC 95%: 1-13,0). These results did not change when different criteria to define overweight was applied. The best level of agreement for overweight classification was found between fat percentage and the international BMI cut-offs ($\kappa=0,616$, $p<0,001$). Overweight was not associated to TV watching time, video games or use of Internet. The final conclusion was that the prevalence of overweight was high in this population of school-aged boys. There was a significant relationship between poor physical fitness, low levels of physical activity, and overweight. It is important to encourage and monitor children's levels of physical activity as well as the results of fitness test for the prevention of overweight and related cardio-metabolic complications.

Key words: Colombia, childhood obesity, TV, physical activity, fitness, aerobic capacity, strength, fat, flexibility.

INTRODUCCION

La prevalencia de obesidad infantil se ha duplicado en las últimas dos décadas en Estados Unidos entre niños de 6 a 11 años de edad y se ha triplicado entre los adolescentes de 12 a 17 años (1). La epidemia de obesidad infantil es descrita en otros países como Australia, Canadá, Gran Bretaña, China, Alemania, España, Francia y Finlandia (2,3). En América Latina los estudios en México, Brasil, Chile y Perú muestran también la magnitud del problema (4,5).

La obesidad en niños y adolescentes está relacionada con un aumento en el riesgo de hipertensión (6,7), hipercolesterolemia, hiperinsulinemia (8) y síndrome metabólico (2,7), así como, disminución en la liberación de hormona del crecimiento, alteraciones respiratorias y problemas ortopédicos (1,7,9). Adicionalmente, estos pacientes presentan alteraciones psicológicas y sociales, a menudo relacionadas con la disminución en la autoestima y en la auto confianza producidas por el aislamiento y discriminación realizada por los mismos jóvenes (6). Hoy

sabemos que la obesidad infantil continúa con gran frecuencia en la vida adulta, alrededor de un 40 % de los niños con sobrepeso a los 7 años, se convierten en adultos obesos (10) y la inactividad física se considera un factor etiológico importante en su desarrollo (6). El sobrepeso se ha asociado con la disminución en el tiempo dedicado a la actividad física(11), la disminución en la capacidad aeróbica y el aumento del tiempo dedicado a actividades sedentarias como ver TV, jugar video juegos y navegar por Internet(12), cambios ambientales y de comportamiento derivados de la vida moderna que se han descrito como tóxicos para un estilo de vida activo (11,13).

El sobrepeso infantil a nivel mundial no está suficientemente estudiado y las prevalencias reportadas en los estudios son de difícil comparación por la ausencia de un consenso para su diagnóstico. La última encuesta nacional realizada por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (14) indica que cerca de la mitad de la población adulta de Colombia presenta un peso elevado para la estatura, con una prevalencia de 32,3% de sobrepeso y de 13,8% de obesidad, con respecto a tablas americanas y a criterios de la OMS. Sin embargo, no hay información adecuada sobre la prevalencia en población infantil, ni de la relación con factores asociados como los niveles de actividad física, condición física y actividades sedentarias. Adicionalmente, no existen datos acerca de factores modificables que contribuyan al desarrollo de la obesidad infantil y a un estilo de vida inactivo, que son necesarios para el desarrollo de medidas de intervención encaminadas a la prevención de obesidad y sus consecuencias en la población infantil de Bogotá.

En consecuencia, los propósitos de esta investigación son determinar la prevalencia de sobrepeso, obesidad e inactividad física en un grupo de escolares de sexo masculino de un colegio en Bogotá, determinar la relación entre el sobrepeso y el tiempo dedicado a actividades sedentarias, la capacidad física y los niveles de actividad física en este grupo y valorar cual de los criterios para diagnóstico de sobrepeso tiene una mayor concordancia con la clasificación que utiliza el porcentaje graso.

MATERIALES Y METODOS

El presente es un estudio analítico de corte transversal realizado en un colegio privado con educación primaria y secundaria, localizado en una zona semi-urbana dentro del perímetro urbano de Bogotá (2600 metros), Colombia. Los criterios de inclusión fueron: Escolares de sexo masculino desde grado 0 hasta grado once (el colegio solo tenía niñas hasta los 10 años), con edades entre los 7 y 18 años, con consentimiento aprobado por los padres. Los criterios de exclusión fueron: Riesgo osteo-muscular y cardiovascular.

VARIABLES DE ESTUDIO

Antropométricas

Se midió el peso en Kilogramos y el porcentaje graso por impedanciometría pie a pie con la báscula Tanita modelo 2001 T-TB. Las mediciones se realizaron en horas de la mañana después del desayuno.

Cualidades físicas

La flexibilidad se midió mediante la prueba “sit and reach” (en centímetros), con el nivel de la planta de los pies a 23 cm. (9 pulgadas)(15). Las abdominales (“curl ups”) y las flexo-extensiones de codo (“90° push up” o “flexiones de pecho”) se evaluaron según el protocolo descrito en FITNESSGRAM (15), utilizando la pista sonora suministrada con el manual para realizar una flexión o una abdominal cada 3 segundos. Para la dinamometría de prensión manual se registró el mejor de dos intentos y se midió con un dinamómetro TAKEY T.K.K (Japan). modelo 5001 Grip. La capacidad cardiorrespiratoria (VO_2 máx.) se valoró mediante la prueba PACER (*Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run*) que expresa la capacidad aeróbica según el número de etapas alcanzadas: Primera etapa 8 Km./h, segunda 9 Km./h; incrementa 0,5 Km. / h cada minuto. Se registró la última etapa culminada (15) y se calculó el VO_2 max según ecuación de Leger et al.: $VO_2 \text{ max (ml/Kg/min)} = 31,025 + 3,238 \times \text{Vel} - 3,248 \times \text{edad} + 0,1536 \times \text{Vel} \times \text{edad}$ (16).

Comportamientos de actividad física

Se interrogó por las actividades realizadas en los últimos 7 días, con un instrumento validado para este grupo de edad, utilizado en encuestas nacionales americanas por el Youth Risk Behavior Survey (YRBS)(17). Actividad física vigorosa número de días de “actividad deportiva, por lo menos, durante 20 minutos que le hacen sudar o acortar la respiración, tales como: Fútbol, baloncesto, trote, natación, tenis, bicicleta rápida o actividades aeróbicas similares”. Actividades moderadas: Número de días de “caminar o montar en bicicleta por más de 30 min. continuos”. Actividades de Flexibilidad: Número de días de “ejercicios de estiramientos musculares, tales como tocar la punta de los pies sin doblar las rodillas, doblar rodillas a tocar el pecho, tocar con el talón la nalga, participar en artes marciales o Yoga”. Actividades de fuerza: Número de días de “ejercicios de fortalecimiento o tonificación muscular, tales como, sentadillas, abdominales, flexiones de pecho, levantamiento de pesas, porras o caminata de montaña”. Actividades sedentarias entre semana: Número promedio de horas diarias (entre semana) de actividades sedentarias como ver TV, videojuegos o Internet. Actividades sedentarias en el fin de semana: Número promedio de horas de actividades sedentarias en fin de semana.

Definición de las variables de estudio

Para el cálculo de la prevalencia de sobrepeso y obesidad por edad se utilizaron 3 criterios 1) Criterio OMS - CDC: Sobrepeso: IMC = del p85 y < del p95, obesidad: IMC = del p95, bajo peso: IMC < p5 y peso adecuado: IMC = p5 y <p85 del IMC, utilizando percentiles de población colombiana (18). 2) Criterio población internacional infantil sugerido por Cole y colaboradores (19). Sobrepeso: IMC entre los puntos de corte para cada edad correspondientes al equivalente de 25 kg./m² e inferiores al equivalente de 30 kg./m². Obesidad: IMC superior o igual al punto de corte equivalente a 30 kg./m². 3) Criterio FITNESSGRAM, según la composición corporal: Exceso de grasa: valor mayor al 25% en varones (15).

Las pruebas físicas para su correlación con sobrepeso, se agruparon en forma dicotómica (dos grupos), según “criterios saludables” para cada edad, según FITNESSGRAM (15). Los comportamientos de actividad se agruparon según los criterios internacionales recomendados.

Técnica de recolección de la información

La recolección de los datos hizo parte de una intervención en estilos de vida realizada por el instituto “*estilos de vida activos y saludables (EVAS)*” y la empresa “*salud productiva*”. Se obtuvo aprobación escrita de los padres sobre la participación voluntaria y su financiamiento. Especialistas en medicina del deporte mediante un cuestionario pre-participación deportiva excluyeron de las pruebas físicas a los niños con riesgo osteomuscular o cardiovascular. El grupo evaluador incluyó educadores físicos con experiencia previa en mediciones físicas, entrenados previamente para el uso de los protocolos. A cada niño se le entregaron sus resultados con recomendaciones, gracias a un software diseñado por los médicos del deporte. Se realizaron las mediciones durante la clase de educación física.

Análisis estadístico

Las variables numéricas se describen mediante promedios y desviaciones estándar y la edad se agrupó para su publicación en: 7-9; 10-12; 13-15 y 16-18 años.

La prevalencia de sobrepeso – obesidad se calculó mediante el método de probabilidad frecuentista, teniendo en cuenta los criterios mencionados.

Se evaluó en el análisis bivariante, la asociación entre sobrepeso-obesidad (según los tres criterios utilizados y excluyendo los niños con bajo peso) con los factores demográficos, cualidades físicas, comportamiento de actividad física y actividad sedentaria, mediante la prueba asintótica ji-cuadrado sin corrección o la prueba exacta de Fisher (valores esperados < 5). Se utilizó la razón de disparidad (odds ratio, OR) y su respectivo intervalo de confianza del 95%. Posteriormente se evaluaron los factores de sobrepeso-obesidad en conjunto incluyendo los significativos y con valor de $p < 0.20$ y se incluyeron las variables en orden jerárquico hasta el mo-

delo final, para los tres criterios.

La concordancia en la clasificación de sobrepeso – obesidad entre los diferentes criterios se realizó utilizando la medida de acuerdo Kappa no ponderado. Las pruebas estadísticas se evaluaron a un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$). Se evaluó la asociación entre la información obtenida por los auto reportes de actividad física (comportamientos) y las mediciones de las pruebas físicas para valorar su validez. Se utilizó el programa Excel de Microsoft office 2003 para digitar y depurar los datos y el programa estadístico SPSS 12.0 para procesarlos.

RESULTADOS

Características demográficas

Durante el mes de septiembre de 2004 se evaluaron las medidas antropométricas de 655 alumnos de sexo masculino y las pruebas físicas de 632. Se excluyen para pruebas físicas a 23 alumnos por riesgo osteo-muscular y cardiovascular. La edad mínima de los estudiantes fue de 7 y la máxima de 18 años, con un promedio de edad de 12.5 ± 3 años.

En la Tabla 1 se expresan los promedios y las desviaciones estándar de las mediciones antropométricas, el valor de las pruebas físicas y de los reportes de actividad física.

Prevalencia de sobrepeso y obesidad

La prevalencia de sobrepeso y obesidad, según el criterio OMS-CDC, fue de 20% y 18,1% respectivamente. Según el criterio internacional fue de 15,2% y 2,5% para sobrepeso y obesidad y de 16,9 % según el criterio FITNESSGRAM. Tabla 2.

Se presentan para su análisis las variables reorganizadas en dos grupos y su distribución por edad. Tabla 3.

Mediante el análisis multivariante con el modelo de regresión logística, se encontró una relación significativa entre el sobrepeso y la baja condición física (bajos resultados en la prueba de fuerza relativa, en las abdominales y en la prueba aeróbica) y entre el sobrepeso y un bajo nivel de práctica de actividad (no caminar ni montar en bicicleta mínimo 30 minutos al día, por lo menos, 5 días a la semana). Estas asociaciones fueron consistentes en los tres criterios de sobrepeso utilizados. En la Tabla 4 se muestran los OR con sus intervalos de confianza para el criterio del porcentaje grasa donde se encuentra la mayor asociación.

La concordancia de las prevalencias entre los diferentes métodos de clasificación fue mayor entre los clasificados con el porcentaje grasa y los clasificados con los parámetros de IMC internacionales (Kappa 0,616 $p < 0,0001$). Figura 1.

En la relación entre los auto reportes de actividad física y las mediciones de las pruebas físicas se encontró una asociación significativa entre los días reportados de actividad física vigorosa y el resultado en la prueba aeróbica (valor de $p < 0,001$ OR: 1,984 intervalo 1,309 y 3,007), entre los días reportados de actividades de fortalecimiento muscular y el re-

sultado de flexo extensiones de codo (valor de $p < 0,001$ OR: 2,89 intervalo 1,7 - 4,9) y entre los días reportados de actividades de fortalecimiento muscular y el valor de la dinamometría relativa (valor de $p < 0,001$ OR: 2,47 intervalo 1,6 – 3,8). También se encontró asociación significativa entre

los días dedicados a estiramientos musculares y la prueba de flexibilidad. (valor de $p < 0,006$ OR: 1,68 Intervalo 1,2 – 2,4). No hubo relación significativa con la prueba de abdominales y los reportes de fortalecimiento, ni con la actividad moderada y la prueba cardiovascular. Figura 2.

TABLA 1
Promedios antropométricos (n:655), de cualidades físicas (n:632) y reportes de actividad física

	Grupos de edad (años)			
	7 a 9	10 a 12	13 a 15	16 a 18
	Media y DE	Media y DE	Media y DE	Media y DE
Peso (kg).	26,60 ± 5,33	38,93 ± 8,84	52,36 ± 10,26	61,73 ± 9,39
Talla (m)	1,24 ± 0,08	1,42 ± 0,08	1,62 ± 0,09	1,70 ± 0,06
IMC	17,16 ± 2,24	19,02 ± 3,04	19,87 ± 2,93	21,28 ± 3,02
Porcentaje grasa	16,86 ± 6,86	22,32 ± 7,73	17,91 ± 5,53	19,33 ± 7,00
Flexibilidad (cm) *	21,69 ± 6,72	17,91 ± 7,10	18,89 ± 7,29	19,12 ± 7,95
Dinamometría (kg)	10,88 ± 2,57	16,88 ± 4,30	27,49 ± 7,30	35,63 ± 6,41
Abdominales	18,04 ± 14,80	41,58 ± 21,29	55,52 ± 17,57	49,90 ± 19,84
Flexo-extensiones de codo	11,16 ± 9,21	13,95 ± 8,80	18,60 ± 10,67	19,39 ± 8,63
Etapas completadas en PACER	1,61 ± 1,35	3,09 ± 1,69	4,36 ± 1,76	4,13 ± 1,95
VO ₂ calculado	42,81 ± 4,16	41,71 ± 4,98	40,43 ± 4,95	35,29 ± 6,28
Días de actividad física vigorosa	4,00 ± 2,02	4,14 ± 1,86	3,78 ± 1,78	3,13 ± 1,83
Días de actividad física moderada	1,29 ± 1,92	1,40 ± 1,97	1,43 ± 1,97	2,13 ± 2,31
Días de estiramientos	1,89 ± 1,57	2,28 ± 1,50	2,45 ± 1,53	1,87 ± 1,85
Días de fortalecimiento	1,02 ± 1,55	1,40 ± 1,69	1,78 ± 2,84	2,23 ± 2,25

* Nivel de planta de pies en 23 cm.

TABLA 2
Prevalencia de sobrepeso según los diferentes criterios utilizados

		Grupos de edad (años)									
		7 a 9		10 a 12		13 a 15		16 a 18		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Criterios IMC según OMS *	Bajo peso	7	5,7	5	3,0	11	5,0	4	3,2	27	4,3
	Peso adecuado	70	56,9	81	49,1	132	60,3	81	65,3	364	57,7
	Sobrepeso	27	22,0	44	26,7	31	14,2	24	19,4	126	20,0
	Obesidad	19	15,4	35	21,2	45	20,5	15	12,1	114	18,1
	Subtotal	123	100	165	100	219	100	124	100	631	100
Criterio IMC Internacional †	No sobrepeso	97	78,9	128	77,6	188	85,8	106	85,5	519	82,3
	Sobrepeso	22	17,9	31	18,8	27	12,3	16	12,9	96	15,2
	Obesidad	4	3,3	6	3,6	4	1,8	2	1,6	16	2,5
	Subtotal	123	100	165	100	219	100	124	100	631	100
Criterio porcentaje grasa ‡	≤ 25	105	87,5	120	71,9	196	90,3	100	81,3	521	83,1
	> 25	15	12,5	47	28,1	21	9,7	23	18,7	106	16,9
	Subtotal	120	100	167	100	217	100	123	100	627	100

* Bajo peso: <percentil 5; Peso adecuado: percentil 5 a <85; Sobrepeso: percentil 85 a <95; Obesidad: = percentil 95 con tablas Colombianas.

† Sobrepeso: Punto de corte para cada edad equivalente a IMC =25 y < a 30 de adultos; Obesidad: equivalente a =30 de adultos

‡ Criterio "FITNESSGRAM" sexo masculino

TABLA 3
 Alumnos con mediciones y niveles de actividad en rangos «adecuados»

	Grupos de edad (años)							
	7 a 9		10 a 12		13 a 15		16 a 18	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Flexibilidad *	67	55,4	66	40,0	88	40,4	55	44,7
Abdominales *	†	†	126	90,6	205	94,5	109	88,6
Flexo extensiones de codo *	†	†	96	67,6	143	67,1	67	55,4
Capacidad aeróbica PACER *	44	37,0	79	48,5	76	36,7	12	10,6
Dinamometría relativa ‡	17	14,4	42	26,3	124	60,2	99	81,8
Tres o más días de actividad vigorosa	99	76,2	132	77,2	174	76,3	78	61,9
Tres o más días de estiramientos	23	20,2	45	30,2	67	34,7	37	31,1
5 o más días de caminata o bicicleta	10	9,0	18	12,5	21	10,8	22	18,5
Tres o más días de fortalecimiento	12	11,1	22	15,3	46	23,1	42	35,6
Menos de 2 horas de TV entre semana	60	51,7	83	54,2	65	32,8	27	22,5
Menos de 3 horas de TV en fin de semana	97	87,4	117	85,4	137	78,7	76	77,6

^a Criterios "FITNESSGRAM" (valores recomendados para cada una de las mediciones según edad.

[‡] Valor absoluto sobre el peso corporal mayor a 0,5

† No se realizaron por la dificultad de obtener mediciones válidas en este grupo de edad.

TABLA 4
Grado de asociación entre las diferentes variables y el sobrepeso

Variables en rangos "adecuados" *	OR	Criterio % grasa	
		IC 95%	P
Dinamometría relativa	6,0 [±]	2,9 - 12,8	0,001
Abdominales	5,5 [±]	2,1 - 13,9	0,001
Prueba aeróbica (PACER)	3,7 [±]	1,6 - 8,3	0,002
5 o más días de caminata o bicicleta	3,6 [±]	1,0 - 13,1	0,048
Flexo extensiones de codo	2,2	1,3 - 3,6	0,001
Tres o más días de fortalecimiento	2,0	1,0 - 3,7	0,039
Tres o más días de actividad física vigorosa	1,3	0,8 - 2,1	0,257
Tres o más días de estiramientos	1,2	0,7 - 2,0	0,475
Menos de 3 horas de TV en fin de semana	1,1	0,7 - 1,8	0,733
Menos de 2 horas de TV entre semana	1,0	0,6 - 1,7	0,861
Flexibilidad	0,9	0,6 - 1,4	0,686

* Ordenados en forma descendente según el valor de OR del criterio de porcentaje grasa.

[±] Valor de OR corregido

FIGURA 1
Porcentaje de niños con sobrepeso-obesidad según los diferentes criterios utilizados

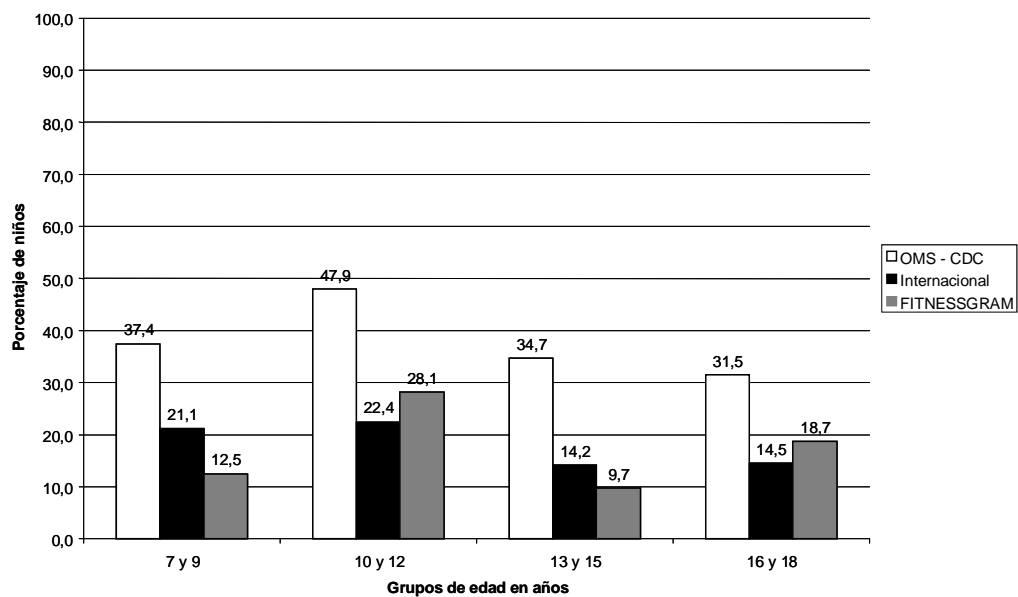
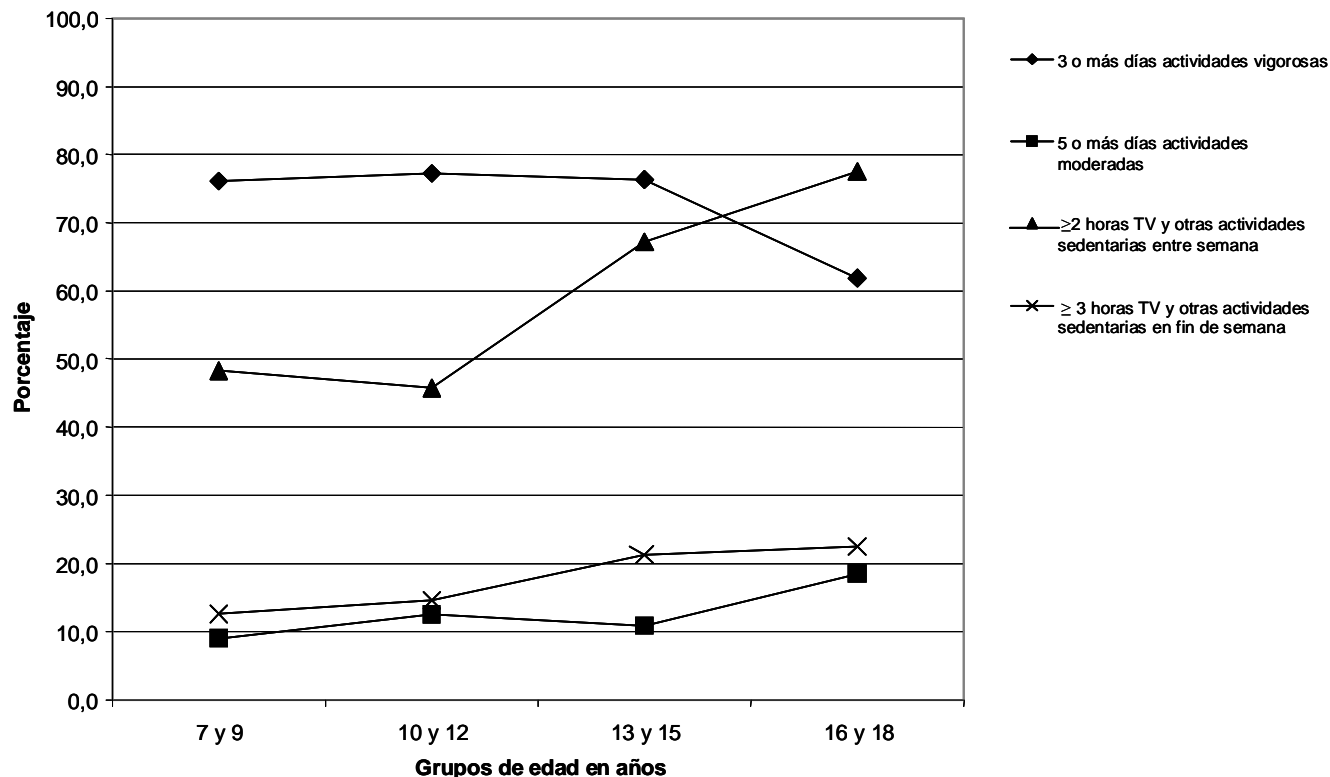


FIGURA 2
Actividades cardiovasculares y sedentarias reportadas



DISCUSION

En la población evaluada de jóvenes entre 7 y 18 años pertenecientes a un colegio privado de Bogotá, encontramos unos niveles de sobrepeso y obesidad altos con respecto al 11,9 % reportado para la población Bogotana entre 10 y 17 años (14) lo que se relacionó con bajos niveles de actividad física y de capacidad física.(15).

En niños no hay un acuerdo mundial para la definición de sobrepeso, lo que dificulta el cálculo de la prevalencia y la posibilidad de comparación a nivel internacional. Sin embargo, al comparar con los datos obtenidos en Latinoamérica, nuestros resultados muestran niveles de sobrepeso infantil por encima del 30 %, similares a los de países con una alta prevalencia como Chile, México, Brasil, Argentina y Perú según el criterio de OMS (4,5,20). La alta prevalencia de sobrepeso sorprende en un país donde estamos acostumbrados a buscar e identificar el peso bajo, dado por la alta prevalencia de desnutrición, lo que demuestra que la población de mayores ingresos y mejores condiciones sociales presenta problemas de salud similares a los países del primer mundo, coexistiendo entonces desnutrición y sobrepeso, fenómeno descrito como la transición nutricional de los países en desarrollo (3,21) y

que en nuestro contexto latinoamericano nos debe obligar a pensar en la necesidad de actuar en los dos frentes. El diagnóstico de sobrepeso en los niños, al igual que en los adultos, debería realizarse analizando la composición corporal mediante el porcentaje graso, debido a que las clasificaciones según IMC pueden colocar a un niño deportista con sobrepeso sin que su porcentaje graso este elevado o clasificar a un niño como “peso adecuado” teniendo un porcentaje graso elevado. Sin embargo, la facilidad en la medición del IMC hace que su uso pueda utilizarse en forma masiva, facilitando su diagnóstico. En nuestro estudio la concordancia de las prevalencias según los diferentes métodos fue mayor entre la clasificación según porcentaje graso y la clasificación de IMC internacional, sugiriendo que la clasificación de sobrepeso basado en los puntos de corte internacional de IMC para cada edad y sexo podrían ser suficientes para establecer grupos de riesgo de sobrepeso en los colegios y, una vez identificados los grupos, poder realizar un seguimiento individual con mejores procedimientos diagnósticos que permitan medir la composición corporal y diferenciar si el sobrepeso se debe a grasa o a tejido magro.

Los niveles de actividad reportados fueron menores a los datos del Youth Risk Behavior Survey (YRBS) de 2005 en los

Estados Unidos(22) en los días reportados para la actividad física moderada 12,5 % contra 28,7%, y similares en los días dedicados a actividades vigorosas 73,7% contra el 72,3%. A pesar de la inexactitud inherente a estos cuestionarios de auto evaluación, es interesante observar la relación significativa que presentan con los valores obtenidos en las pruebas físicas correspondientes a cada cuestionario, resaltando su valor cuando se realizan mediciones masivas. En cuanto al desempeño físico, nuestro estudio muestra un desempeño inferior a lo descrito internacionalmente, especialmente en la capacidad aeróbica (23). En Latinoamérica no se encuentran estudios comparativos de cualidades físicas.

En cuanto a la relación de causalidad entre la actividad física y el sobrepeso, este estudio mide por separado el comportamiento (actividad física, actividades sedentarias) y la capacidad física individual (fitness o condición física), con cuestionarios y pruebas validadas internacionalmente, logrando medir la mayoría de las variables críticas que se discuten en la literatura como factor causal de los beneficios en salud o de enfermedad infantil. El sobrepeso presentó asociación significativa con los niveles bajos de: Fuerza de prensión relativa, desempeño en flexo extensiones de brazos, desempeño en abdominales y de capacidad aeróbica, que fueron consistentes en los tres diferentes criterios de clasificación del sobrepeso, lo que muestra una asociación entre el bajo desempeño en pruebas físicas y el sobrepeso, similar a lo encontrado en la literatura. Esto nos lleva a pensar si los niños que tienen una mejor condición física disminuyen su posibilidad de acumular peso o, por el contrario, si su bajo rendimiento determina que el niño se aleje de la actividad y por esto quede en riesgo de aumentar su peso. De forma similar encontramos una relación, también estadísticamente significativa, entre un comportamiento de actividad física (no caminar o montar en bicicleta por más de 30 minutos continuos durante mínimo 5 días a la semana) y el sobrepeso, sin que podamos tampoco identificar qué fue primero, es decir, si el comportamiento lleva al sobrepeso o si es el sobrepeso el que lleva al comportamiento. Por lo tanto, encontramos que tanto el comportamiento sedentario, como el nivel bajo de condición física tienen una interrelación causal con el sobrepeso, haciendo inadecuada la exclusión de alguno de estos parámetros para obtener los beneficios en salud esperados. La relación entre el sobrepeso y la cantidad de horas reportadas de actividades tales como ver TV y video juegos en este estudio no presentó diferencias significativas lo que puede explicarse en parte, por la baja prevalencia reportada en esta variable (menos del 10 % reportó mas de 3 horas de TV y video juegos) comparado con estudios americanos con alta prevalencia, de más de 4 horas entre semana (24).

Las conclusiones derivadas del estudio son limitadas debido a que sólo se realizan mediciones en un colegio y sólo con el sexo masculino; sin embargo, el grupo observado es

homogéneo y los datos reflejan la problemática presentada en estrato medio y alto de la ciudad. El tipo de estudio no permite concluir sobre causalidad, pero es interesante observar la coherencia observada con lo reportado por la evidencia mundial.

En conclusión, en la población estudiada observamos niveles importantes de sobrepeso que se asociaron con comportamientos sedentarios y con bajo desempeño físico, lo que deja en evidencia la necesidad de monitorear en los colegios, tanto los comportamientos hacia la actividad física (evaluar cuanto tiempo le dedican a la actividad física y educar acerca de cuantos son los niveles mínimos apropiados), como los niveles de acondicionamiento físico de los niños (medir con pruebas físicas el desempeño individual) y realizar un seguimiento en el tiempo, con herramientas de fácil aplicación como las baterías de eurofit o fitnessgram (15,25), con el fin de detectar a tiempo a los niños que se están alejando de comportamientos saludables o los que tienen bajos niveles de condición física y tomar medidas encaminadas a estimular o mejorar la actividad física y la capacidad física, como estrategia para la promoción de la salud y como ayuda en la prevención de enfermedades crónicas relacionadas con el sobrepeso y el sedentarismo.

AGRADECIMIENTOS

A la nutricionista dietista Consuelo Pardo y a las dos instituciones que representaba en su momento: *Estilos de Vida Activos y Saludables (EVAS)* y a *Salud Productiva*, por su apoyo para la recolección de los datos y a la *Universidad del Rosario* por su apoyo para el desarrollo del trabajo.

REFERENCIAS

1. Dietz WH, Robinson TN. Clinical practice. Overweight children and adolescents. *N Engl J Med* 2005 May 19; 352(20): 2100-9.
2. Kimm SY, Obarzanek E. Childhood obesity: a new pandemic of the new millennium. *Pediatrics* 2002 Nov;110(5):1003-7.
3. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004 May;5 Suppl 1:4-104.
4. Jacoby E. The obesity epidemic in the Americas: making healthy choices the easiest choices. *Rev Panam Salud Publica* 2004 Apr;15(4):278-84.
5. Amigo H. [Obesity in Latin American children: situation, diagnostic criteria and challenges]. *Cad Saude Publica* 2003;19 Suppl 1:S163-S170.
6. Bar-Or O, Foreyt J, Bouchard C, Brownell KD, Dietz WH, Ravussin E, et al. Physical activity, genetic, and nutritional considerations in childhood weight management. *Med Sci Sports Exerc* 1998 Jan;30(1):2-10.
7. Daniels SR, Arnett DK, Eckel RH, Gidding SS, Hayman LL, Kumanyika S, et al. Overweight in children and adolescents:

- pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation* 2005 Apr 19;111(15):1999-2012.
8. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999 Jun;103(6 Pt 1):1175-82.
 9. Fulton JE, Garg M, Galuska DA, Rattay KT, Caspersen CJ. Public health and clinical recommendations for physical activity and physical fitness: special focus on overweight youth. *Sports Med* 2004;34(9):581-99.
 10. Mossberg HO. 40-year follow-up of overweight children. *Lancet* 1989 Aug 26;2(8661):491-3.
 11. French SA, Story M, Jeffery RW. Environmental influences on eating and physical activity. *Annu Rev Public Health* 2001;22:309-35.
 12. Andersen RE, Crespo CJ, Bartlett SJ, Cheskin LJ, Pratt M. Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA* 1998 Mar 25;279(12):938-42.
 13. Tomkinson GR, Olds TS, Gulbin J. Secular trends in physical performance of Australian children. Evidence from the Talent Search program. *J Sports Med Phys Fitness* 2003 Mar;43(1):90-8.
 14. Instituto colombiano de bienestar familiar ICBF. Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia ENSIN. 2005.
 15. Meredith M, Welk G. *Fitnessgram Activitygram test administration manual*. The Cooper Institute . 2004. Champaign,IL: Human Kinetics.
 16. Leger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1982;49(1):1-12.
 17. Heath GW, Pate RR, Pratt M. Measuring physical activity among adolescents. *Public Health Rep* 1993;108 Suppl 1:42-6.
 18. Jauregui G, Ordoñez O. Pruebas estandarizadas en Colombia. Instituto Colombiano de la juventud y el deporte "COLDEPORTES". 1-1-0093.
 19. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000 May 6;320(7244):1240-3.
 20. Caballero C, Hernandez B, Moreno H, Hernandez-Giron C, Campero L, Cruz A, et al. [Obesity, physical activity and inactivity among adolescents in Morelos, Mexico: a longitudinal study]. *Arch Latinoam Nutr* 2007 Sep;57(3):231-7.
 21. Barria RM, Amigo H. [Nutrition transition: a review of Latin American profile]. *Arch Latinoam Nutr* 2006 Mar;56(1):3-11.
 22. Centers for Disease Control And Prevention (CDC). 2005.
 23. Tomkinson GR, Leger LA, Olds TS, Cazorla G. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med* 2003;33(4):285-300.
 24. Robinson TN, Hammer LD, Killen JD, Kraemer HC, Wilson DM, Hayward C, et al. Does television viewing increase obesity and reduce physical activity? Cross-sectional and longitudinal analyses among adolescent girls. *Pediatrics* 1993 Feb;91(2):273-80.
 25. Council of Europe. *Eurofit:Handbook for the eurofit test of physical fitness*. 1988.

Recibido: 10-03-2008

Aceptado: 21-07-2008

Changing attitudes, beliefs and feelings towards food in bulimic patients

Marle Santos Alvarenga, Fernanda Baeza Scagliusi, Sonia Tucunduva Philippi

University of São Paulo / Nutrition Department - Public Health School – University of São Paulo. Brazil

SUMMARY. Eating attitudes are defined as beliefs, thoughts, feelings and behaviors towards food. Bulimia nervosa (BN) is an eating disorder, in which the eating attitudes are seriously disturbed. Studies that evaluated nutritional aspects of BN focus mainly on food intake, dietary restriction and binge eating, while the follow-up studies evaluate mainly clinical symptoms. The objective of this study was to evaluate eating attitudes of patients with BN, during and after cognitive-behavioral intervention. Thirty nine (39) BN female patients received cognitive behavioral treatment with a multidisciplinary team and had eating attitudes assessed by a questionnaire developed for this research. Frequencies of the attitudes assessed were compared at baseline, after 12 weeks and 24 weeks of treatment. After treatment, patients had less distorted beliefs about food, less guilty after eating “forbidden” foods and they felt more tranquil while eating outside home. Other negative behaviors, as dietary restriction, the desire of not eat, being angry when feeling hungry and using the food to relieve stress, persisted. Eating attitudes of patients with BN are hard to be changed in a short-term. More attention to this disease’s component and new approaches to treatment are needed in order to have a better recovery.

Key words: Eating attitudes, bulimia nervosa, recovery, nutrition therapy.

RESUMO. Modificação das atitudes, crenças e sentimentos para com os alimentos em pacientes com bulimia nervosa. Atitudes alimentares são definidas como crenças, pensamentos, sentimentos e comportamentos para com os alimentos. Bulimia Nervosa (BN) é um transtorno alimentar no qual as atitudes alimentares estão seriamente perturbadas. Os estudos que avaliam aspectos nutricionais centram sua atenção principalmente na ingestão alimentar, restrição alimentar e compulsão alimentar, e os estudos de seguimento avaliam essencialmente os sintomas clínicos. O objetivo deste estudo foi avaliar as atitudes alimentares de pacientes com BN durante e depois de uma intervenção cognitivo comportamental. Trinta e nove (39) pacientes do sexo feminino receberam tratamento cognitivo comportamental com equipe multidisciplinar e tiveram suas atitudes alimentares avaliadas por um instrumento desenvolvido para esta investigação. A frequência de diferentes atitudes foi comparada antes, depois de 12 semanas e 24 semanas de tratamento. Depois do tratamento as pacientes apresentaram menos crenças distorcidas sobre alimentação, menos culpa depois de ingerir alimentos “proibidos” e demonstraram mais tranquilidade para comer fora de casa. Outras atitudes negativas, como restrição alimentar, o desejo de não comer, a raiva de sentir fome e usar o alimento para aliviar questões emocionais persistiram. Conclui-se que as atitudes alimentares de pacientes com BN são difíceis de serem modificadas em curto prazo. Maior atenção a este componente do distúrbio e novas formas de tratamento são necessárias para obter uma recuperação mais completa. **Palavras chave:** Atitudes alimentares, bulimia nervosa, recuperação, terapia nutricional.

INTRODUCTION

Eating attitudes are defined as beliefs, thoughts, feelings and behaviors towards food (1). The normal eating attitude involves a proper comprehension of the role of food in life: physiological, emotional and social. When eating attitudes are considered, food could not be simply thought in a physiologic manner, and the food choices are not made based merely on their nutritional contribution.

Bulimia nervosa (BN) is an eating disorder (ED) marked by binge eating and compensatory practices, with highly affected eating attitudes, such as misconceptions about nutrition, false beliefs and feelings of hate and incompetence in dealing with food (2-5).

There are no specific data regarding prevalence of ED in

Brazil. Case reports from developing countries are rare; thus, it gives the wrong impression that these disorders are rare in non-developed countries (6). Anyhow, it is known that the incidence of ED has been increasing in less developed countries (7). It is estimated that the prevalence of ED in Brazil is similar to that observed in western countries for young women: 0.5% for anorexia nervosa; 1.0% for bulimia nervosa, and 2-5% if partial syndromes are considered (8).

Nutritional therapy plays a relevant role with regards to treatment goals, which should be provided by a specialized dietitian aiming to end bulimic behavior and to change the patient’s attitudes towards food (2,3,9).

To assess the effects of BN treatment, most studies analyze the frequency of bulimic behavior (vomiting episodes, for example) (10). Few studies have assessed the nutritional

evolution of bulimic patients (1,11,12,13) and as far as we know just one study had evaluated some measures of eating attitude after treatment (6), therefore, this issue requires further research (14).

We could not find any instrument that measures this construct adequately. Many studies misuse the term eating attitudes, so that the questionnaires that claim to measure eating attitudes, in fact evaluate if some groups of foods are bought and eaten (15,16). Some studies focus on behavior that is unique to eating disorders, but their questions only cover the classical symptoms of BN, like vomiting frequency (17).

There are some widely used scales in ED research (18-21), which, although useful and well-developed, are limited in scope, and measure mainly uncontrolled eating, dietary restraint, and the subjective feeling of hunger, but they do not encompass the full range of dysfunctional eating attitudes that BN implies. Even the Eating Attitude Test (EAT) (21) despite its name, focus especially in restraint and is more useful for screening purposes. It measures some eating attitude such as thinking a lot about food and the feeling that food controls life, but ignores others like relationship with food. In this manner, using these questionnaires provides several relevant information, excluding others, such as beliefs and perceptions about food, pleasure of eating, hidden eating, difficulty in dealing with hunger, social events, food choices, and feelings towards food.

Thus, this article aims to evaluate possible changes in some attitudes, beliefs and feelings during and after treatment in Brazilian bulimic patients. We put forward a hypothesis that the traditional treatment would be able to improve some eating attitude, but most of them are difficult to be modified.

METHODS

We invited 55 female BN patients that seek for treatment at Eating Disorders Unit - AMBULIM - Brazil to be part of this research; 39 of them fulfilled the inclusion criteria and were admitted for treatment and accepted to participate. The following inclusion criteria were used for this study: being diagnosed with bulimia nervosa according to the DSM-IV criteria (3), as established by a psychiatrist; being female and 17 years of age or older; having had no psychiatric and/or psychological treatment and/or nutritional treatment at the moment of recruitment. The exclusion criteria included: having psychosis; abusing or being addicted to a drug and alcohol; being diagnosed with severe depression; admitted in an inpatient treatment at the moment of recruitment.

The study was a six-month follow up in which eating attitudes were evaluated. Measurements were performed at baseline (Phase 1), after 12 weeks of structured cognitive behavioral therapy - CBT (Phase 2) and after 24 weeks of CBT (Phase 3). Patients underwent a clinical interview that yielded

descriptive data (age, weight, height) and had their Body Mass Index (BMI – weigh in kg/height² in meters) calculated.

The setting for the intervention was an outpatient unit of a public hospital. The treatment consisted of cognitive behavioral therapy with one weekly consultation with a psychiatrist, a psychologist and a dietitian.

Weekly nutritional treatment consisted of one hour of nutrition education in group and 30 minutes of individual counseling based on their food diaries. The following topics were addressed during the education sessions (12 weeks): role of nutrients, energy and nutrient requirements; food pyramid; ineffectiveness of dietary restraint; concepts of hunger and satiety; adequate weight and build; guidelines for buying food and eating at social events. After this structured period, the topics discussed were those that patients and/or the professional team chose and included issues from lay magazines about body and diet, the social and emotional roles of food and strategies to handle difficult situations regarding eating.

The psychiatry treatment was done in individual appointments in a cognitive focus and the medication was prescribed according to the evaluation of the doctor. The psychological therapy was done in group sessions using a cognitive approach in which the following issues were addressed: the kinds of hunger (physical, emotional and social); the beliefs involved in the diet-binge-purge cycle; the personal meaning of BN; body image dysfunctions; mechanisms used in order to cope with the emotions; and barriers for change.

Patients filled in a questionnaire (22 questions) about their eating attitudes and relationship with food specially developed for this research. The questions were derived from our clinical experience (based on the myths and misconceptions that patients usually report) and from other scales that in a certain manner approach eating attitudes in EDs (18-21). The tool had been previously applied in a sample of patients to check if it was clear and easily understandable.

Descriptive data are presented as mean and standard deviation. The software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) for Windows V6.0 was used. The level of significance adopted was $p < 0.05$.

The questions regarding eating attitudes and beliefs were evaluated by frequency of positive or negative responses. For questions about relationship with food patients responded in a Likert Scale, in which the answers were analyzed by putting the first three options (always, very often, often) together as “frequent thought or feeling”, and the last three (sometimes, rarely, never) as “infrequent thought or feeling”. The ratio of positive responses for questions was compared among the phases by means of a chi-square test. The same test was used to compare the ratio of frequent and infrequent answers for the questions of relationship towards food among the phases.

Subjects gave written consent to participate. The protocol of this research was approved by the ethical committee at Public Health School of University of Sao Paulo.

RESULTS

Most patients (90%) presented purging subtype of BN. The duration of the disorder ranged from 1-20 years. The mean age was 28 ± 6 years; mean BMI was 23 ± 4 kg/m² and 65% had at least started college.

From 39 patients (age range 21-35) who had initiated the treatment, twenty had finished the 12 weeks of cognitive be-

havioral therapy, and 15 underwent the entire 24-week follow-up. Dropout rate was 61.54%. Therefore, the responses for baseline correspond to 39 patients, Phase 2 to 20 patients and Phase 3 to 15 patients. The reasons for dropout of treatment were: lack of motivation; difficulty with fixed schedule for treatment (that demand one entire afternoon period during the week); and the occurrence of holidays and vacation period between the follow-up (December and January).

Table 1 shows the frequencies of affirmative responses for questions about eating attitudes and beliefs. Table 2 shows the responses for questions about the relationship with food.

TABLE 1
Frequency of positive answers to the questions regarding eating attitudes and beliefs towards food, between the treatment phases

	QUESTIONS	At baseline	After 12 weeks of treatment	After 24 weeks of treatment
1	Do you make any restrictions in your regular diet?	94%	75%	57%
2	Do you feel guilty whenever you eat one of the foods that you try to cut from your diet? *	70%	65%	60%
3	Do you feel pleasure when you eat?	75%	71%	76%
4	Do you like cooking?	70%	65%	59%
5	Do you usually eat the meals that you prepare?	74%	76%	82%
6	When you eat sweets, fast-food, pizza, or when you go to a party, do you eat in a different manner? **	95%	76%	53%
7	Does it bother you to eat in front of other people?	60%	29%	29%
8	Do you believe that there is a combination of food that is highly "fattening"?	74%	59%	59%
9	Do you believe in food or anything else that "melts" fat? ^a	35%	29%	6%
10	Do you believe that overeating in one meal or in special occasion automatically makes you put on weight/ ***	90%	41%	29%
11	Do you believe that not eating for one day or eating liquid diet can make you lose weight?	65%	41%	35%

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; ^a $p = 0.09$

TABLE 2
Frequency of 'frequent feeling' (F) or 'not frequent feeling' (NF) answers to the questions regarding relationship towards food, between the treatment phases

	QUESTIONS	At baseline		After 12 weeks of treatment		After 24 weeks of treatment	
		F	NF	F	NF	F	NF
12	I worry all the time about what I am going to eat**	95%	5%	71%	29%	44%	56%
13	I worry all the time with my weight**	100%	0%	94%	6%	56%	44%
14	I feel fat despite what I eat **	95%	5%	82%	18%	56%	44%
15	I hate feeling hungry	50%	50%	59%	41%	37%	63%
16	It is hard for me to choose what to eat	60%	40%	41%	59%	37%	63%
17	I wish I did not have the need to eat	60%	40%	53%	47%	36%	64%
18	I dream of a "pill" that would replace food	42%	58%	35%	65%	31%	69%
19	I do not believe I will ever be able to follow a regular diet and achieve a regular weight	44%	56%	35%	65%	19%	81%
20	In a situation in which there is much food – such as parties and buffets – I get nervous and/or lose control*	63%	37%	53%	47%	25%	75%
21	Whenever I have a problem, I look for food	65%	35%	47%	53%	46%	54%
22	My "eating habits" have a great interference in my life as a whole**	89%	11%	59%	41%	40%	60%

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

DISCUSSION

A study carried out with the same sample (1) showed a significant reduction in the frequency of binge and vomiting episodes, and after 24 weeks of treatment, patients no longer met the diagnosis criteria according to the DSM-IV (3). In spite of that, the inappropriate eating attitudes and relationship with food remained.

The reduction of guilt statements when patients ate food whose consumption they had restricted characterizes greater permissiveness towards these foods. There was a gradual decline in statements regarding behavior change after eating sweets, fast food, and "different" food; however, less than half of the patients changed. It is noteworthy that, even with significant changes, most of them were still feeling guilty and having difficulties with "dangerous" food, as mentioned by Keller et al. (22).

More than half of the patients were still imposing some type of restraint at the end of 24 weeks. This confirms that diet restraint is a common symptom in BN and that it is difficult to eliminate (22). No important changes were found in the statements regarding eating with pleasure. We believe that treatment does not change feelings and relationship with food as much as behaviors. Patients seem to associate food preparation with the possibility of losing control and eventually dislike it, as suggested by the gradual decrease of affirmative answers regarding to the enjoyment of cooking.

Among the beliefs about diet, significant reductions were observed only in the proportion of patients who thought they would put on weight immediately after eating and who believed that something could melt fat (p value was close to significance). Part of them still believed that some combinations were especially "fattening" and that fasting would make them lose weight, which suggests that in spite of all the infor-

mation received, suspicion in relation to food remained.

At the end of follow-up, most of them no longer worried about food all the time, possibly due to the establishment of a regular diet pattern as the relationship between obsessive dieting and extreme diet concern is a well-known fact (23). There was also a significant reduction concerning feeling fat regardless of what they ate, which could suggest that the treatment succeeded in addressing some body image issues, as recommended (24). However, many patients remained with those perceptions and feelings, which is confirmed by some authors (25-27) that, regardless of the result of the treatment, weight fluctuations and body dissatisfaction persisted.

Regarding the question of feeling nervous or lacking control with abundant food, the most relevant reduction took place at the end of the 24 weeks, indicating that longer treatment is necessary to gain confidence to eat in any situation. The analysis of the question about "the way you eat" interfering greatly in their lives show significant reduction, although 40% still answering frequently at the end, indicating that to a subgroup, BN portrayed the complex role of food in life.

There were no significant changes in the question related to looking for food whenever they have a problem, suggesting that food still played many different roles in these patients' lives, as an expression of feelings and also a way to deal with external and internal demands. Thus, faced with a multitude of possibilities, ED patients choose weight and food control, as a way of life. Changing this attitude pattern seems to require longer treatment.

No significant changes were observed in the answers about "being angry when feeling hungry", "having difficulty in choosing foods", "the desire of a pill that replaced meals" and "I wish I did not have to eat". These data illustrate the inadequate relationship with food, denying the physiological and emotional needs for eating (22).

It is stated (28) that longer treatment leads to better results. Our results indicate that 12 weeks of cognitive behavioral therapy are not enough to significantly change eating attitudes, as only a few significant changes were detected. After 24 weeks changes were more consistent. However, follow-up time was short and patients may have suffered relapses after this period.

One should also consider that the nutritional approach of the treatment focused on nutritional education and that there was no specific approach to address the relationship with food. Some authors (29,30) say that traditional cognitive behavioral therapy is not enough to improve body image issues in EDs, and that specific interventions are necessary for that purpose. One can conclude that the same is valid for the eating attitudes and relationship towards food. We believe that one of the main challenges of nutritional therapy is how to change bulimia patient's dysfunctional attitudes, taking in to account that traditional nutrition education does not modify beliefs and distorted cognitions.

Some remarks must be made about this study; first, it was conducted with a relatively small group of patients, which became even smaller due to the high dropout rate. But BN is characterized by relapses and high dropout rates (31,32). We believe, however, that the number of patients who completed the process was relevant, as there are only a few studies working with nutritional variables and, specifically, with these deeper concepts that are eating attitudes.

Second, the instrument used was developed for this research, and it was not validated; we have to remember anyway that other tools used to evaluate eating attitudes in ED patients (9) or in general population (33) were not validated either. The scale used here was a starting point for the development of a specific tool to measure eating attitudes, and today, based on the results of this study, it is being adapted and tested psychometrically.

We believe it is important to research these aspects of eating attitudes, because even the patients whose clinical status becomes normal may still have a complicated relationship with eating and their bodies. This may, in turn, cause psychological distress and probably lead to relapses.

As we believed, some significant changes in eating attitudes of these BN patients were found after 24 weeks of treatment, but some could not be modified.

The main goal of the traditional nutritional approach for BN is to achieve a normal eating pattern and to eliminate the purging practices but further nutritional treatment, based specially on counseling, should aim to help the patient to enhance changes in eating attitudes.

Dietitians that work with ED should be able to understand and treat all the dysfunctional eating attitudes presented by BN patients and not only the bulimic episodes that define this syndrome, therefore it is important to seek training in counseling, cognitive techniques and motivational interviewing to improve the treatment of all features of patients' eating attitudes.

ACKNOWLEDGMENTS

We are thankful to Karin Louise Lenz Dunker, PhD, for her help with the data bank. The authors would like to thank The State of Sao Paulo Research Foundation - FAPESP - for the post doctorate scholarship that supports Marle. S Alvarenga (process 06/56850-9) and Fernanda B. Scagliusi (process 07/59141-1).

REFERENCES

1. Alvarenga MS, Scagliusi FE, Philippi ST. Effects of multiprofessional treatment on clinical symptoms, food intake, eating patterns, eating behaviors and body image of Brazilian bulimic patients. IN: Swain PI. *Anorexia nervosa e bulimia nervosa: new research*. New York: Nova Publishers; 2006.

2. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Nutrition intervention in the treatment of Anorexia Nervosa, Bulimia Nervosa, and Other Eating Disorders. *J Am Diet Assoc* 2006; 106:2073-2082.
3. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV). 4.ed. Washington DC: American Psychiatry Association; 1994.
4. Sunday SR, Einhorn A, Halmi KA. Relationship of perceived macronutrient and caloric content to affective cognitions about food in eating-disordered, restrained, and unrestrained subjects. *Am J Clin Nutr* 1992; 55:362-371.
5. Hetherington MM, Spalter AR, Bernat AS, Nelson ML, Gold PW. Eating pathology in bulimia nervosa. *Int J Eat Disord* 1993; 13:13-24.
6. Negrão AB, Cordás TA. Clinical characteristics and course of anorexia nervosa in Latin America, a Brazilian sample. *Psychiatry Res* 1996; 62:17-21.
7. Nasser M, Katzman MA, Gordon RA. Eating disorders and cultures in transition. New York: Taylor and Francis; 2001.
8. Hay PJ. Epidemiology of eating disorders: current status and future developments. *Rev Bras Psiquiatr* 2002; 24, 13-7.
9. Eiger MR, Christie BW, Sucher KP. Change in eating attitudes: An outcome measure of patients with eating disorders. *J Am Diet Assoc* 1996; 96:62-64.
10. Herzog DB, Nussbaum KM, Marmor AK. Comorbidity and outcome in eating disorders. *Psych Clin North Am* 1996; 9:843-859.
11. Andersen AE, Stoner SA, Rolls BJ. Improved eating behavior in eating-disordered inpatients after treatment: documentation in a naturalistic setting. *Int J Eat Disord* 1996; 20(4):397-403.
12. Kirley BG, Agras WS, Weiss JJ. Nutritional Inadequacy in the diets of treated bulimics. *Behavior Therapy* 1985; 16:287-91.
13. Rossiter EM, Agras WS, Losch M, Telch CF. Dietary restraint of bulimic subjects following cognitive-behavioral or pharmacological treatment. *Behav Res Ther* 1988; 26(6): 495-98.
14. Whisenant SL, Smith BA. Eating disorders: current nutrition therapy and perceived needs in dietetics education and research. *J Am Diet Assoc* 1995; 95:1109-1112.
15. Kubik MY, Lytle LA, Hannan PJ, Story M, Perry CL. Food-related beliefs, eating behavior, and classroom food practices of middle school teachers. *J Sch Health* 2002; 72:339-345.
16. Townsend MS, Kaiser LL, Allen LH, Joy AB, Murphy SP. Selecting items for a food behavior checklist for a limited-resource audience. *J Nutr Educ Behav* 2003; 35:69-82.
17. Martín AR, Nieto JMM, Jiménez MAR, Ruiz JPN, Vasquez MCD, Fernández YC, Gómez MAR, Fernández CC. Unhealthy eating behavior in adolescents. *Eur J Epidemiol* 1999; 15:643-648.
18. Herman CP, Mack D. Restrained and unrestrained eating. *J Pers* 1975; 43:647-660.
19. Stunkard AJ, Messick S. The three-factor eating questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition and hunger. *J Psychosom Res* 1985; 29:71-83.
20. Van Strien T, Frijters JE, van Staveren WA, Defares PB, Deurenberg P. The predictive validity of the Dutch Restrained Eating Scale. *Int J Eat Disord* 1986; 5:747-755.
21. Garner DM, Olmsted MP, Bohr Y, Garfinkel PE. The eating attitude test: psychometric features and clinical correlates. *Psychol Med* 1982; 12:871-879.
22. Keller MB, Herzog DB, Lavori PW, Bradburn IS, Mahoney EM. The naturalistic history of bulimia nervosa: extraordinary high rates of chronicity, relapse, recurrence, and psychosocial morbidity. *Int J Eat Disord* 1992; 12:1-9.
23. Polivy J. Psychological consequences of food restriction. *J Am Diet Assoc* 1996; 96:589-592.
24. Garfinkel PE, Goldbloom D, Davis R, Olmsted MP, Garner DK, Halmi KA. Body dissatisfaction in bulimia nervosa: relationship to weight and shape concerns and psychological functioning. *Int J Eat Disord* 1992; 11:151-161.
25. Fairburn CG, Jones R, Preveler RC, Hope RA, O'Connor M. Psychotherapy and bulimia nervosa: longer-term effects of interpersonal psychotherapy, behavior therapy, and cognitive behavior therapy. *Arch Gen Psychiatry* 1993; 50:419-428.
26. Rorty M, Yager J, Rossoto E. Why and how do women recover from bulimia nervosa? The subjective appraisals of forty women recovered for a year or more. *Int J Eat Disord* 1993; 14:249-260.
27. Swift WJ, Ritholz M, Kalin NH, Kaslow N. A follow-up study of thirty hospitalized bulimics. *Psychosom Med* 1987; 49:45-55.
28. Keel PK, Mitchell JE, Miller KB, Davis TL, Crow SJ. Long-term outcome of bulimia nervosa. *Arch Gen Psych* 1999; 56:63-69.
29. Rosen JC, Reiter J, Orosan P. Cognitive-behavioral body image therapy for body dysmorphic disorder. *J Consult Clin Psychol* 1995; 63:263-269. Erratum in: *J Consult Clin Psychol* 1995;63:437.
30. Wolff GE, Clark MM. Changes in eating self-efficacy and body image following cognitive-behavioral group therapy for binge eating disorder: a clinical study. *Eat Behav* 2001; 2:97-104.
31. Agras WS. Eating disorders: management of obesity, bulimia and anorexia nervosa. New York: Pergamon Press; 1987.
32. Bacaltchuk J, Hay P. Treatment of bulimia nervosa: a synthesis of evidence. *Rev Bras Psiquiatr* 1999; 21(3):1-8.
33. Rozin P, Fischler C, Imada S, Sarubin A, Wrzesniewski A. Attitudes to food and the role of food in life in the USA, Japan, Flemish Belgium and France: possible implications for the diet-health debate. *Appetite* 1999; 33:163-80.

Recibido: 24-10-2007

Aceptado: 15-08-2008

Ejercicio físico, conducta alimentaria y patología

Ignacio Jáuregui Lobera, Sonia Estébanez Humanes, María José Santiago Fernández

Universidad Pablo de Olavide. Area de Nutrición y Bromatología. Sevilla. España. Instituto de Ciencias de la Conducta.
Unidad de Trastornos Alimentarios. Sevilla. España

RESUMEN. Se ha descrito una importante actividad física en pacientes con trastornos alimentarios y la hiperactividad llega a estar presente en más del 80% en las fases graves. El inicio de la restricción alimentaria se produce a edades más tempranas cuando existe ejercicio físico intenso, la insatisfacción corporal es mayor entre pacientes practicantes de ejercicio y la presencia de actividad intensa en la anorexia precede a la dieta restrictiva. El objetivo de nuestro estudio fue evaluar la presencia de ejercicio al inicio del trastorno, y las posibles diferencias en la modalidad, según edad, sexo y subgrupos diagnósticos. La evaluación del ejercicio de los pacientes (N = 745), se hizo a través de la entrevista Eating Disorders Examination (EDE). Se recogió la presencia o no de actividad física conducente al consumo calórico, la pérdida de peso o la modificación de la figura, tipo de actividad e intensidad. Se consideró sólo la presencia de intensidad moderada o alta, y con clara relación con los objetivos mencionados. 407 pacientes (54,63%) realizaban ejercicio: 68,96% en anorexia, 68,96% en bulimia y 34,73% en los trastornos no especificados, sin diferencias significativas entre hombres y mujeres. La hiperactividad fue lo más frecuente, (47,42%), seguida de la actividad en gimnasio (25,79%). Considerando los diferentes diagnósticos observamos diferencias significativas. La correcta evaluación del ejercicio excesivo es fundamental en los trastornos alimentarios a fin de incluir dicho aspecto en los programas de tratamiento.

Palabras clave. Ejercicio físico, restricción alimentaria, anorexia, bulimia.

INTRODUCCION

En un trabajo pionero (1), realizado sobre pacientes anoréxicas hospitalizadas se ponía de manifiesto que el 75,75% eran hiperactivas durante la enfermedad y el 63,63% había practicado alguna actividad física intensa antes de iniciar su restricción alimentaria y la consiguiente pérdida de peso. Un estudio posterior (2) pudo distinguir entre pacientes anoréxicas hiperactivas y no hiperactivas y determinó que en las primeras la práctica de ejercicio antes de la enfermedad era mucho más frecuente. De hecho, el 60% habían realizado ejercicio excesivo antes de iniciarse la dieta restrictiva, alegando que lo hacían para mantenerse en forma más que para perder peso. Un hecho curioso es que mientras algunas clasificaciones usadas para fijar los criterios diagnósticos (3) no mencionan el ejercicio físico en la descripción fenomenológica o lo hacen como un elemento más entre los que pueden llevar a la pérdida

SUMMARY. Physical activity, eating behavior, and pathology.

Intense physical activity has been reported in patients with eating disorders, and hyperactivity can be found in more than 80% in severe stages. The beginning of food restriction occurs at earlier ages if there is an intense physical activity; body dissatisfaction is more intense among patients who practice exercise; and the presence of intense activity in anorexia nervosa usually precedes to the restrictive diet. The aim of this study was to evaluate the presence of exercise at the beginning of the eating disorder, and to analyze possible differences in the kind of exercise, according to age, sex and diagnostic subgroups. In order to evaluate the exercise 745 patients were assessed by the Eating Disorders Examination (EDE). The presence of physical activity (driving to caloric consumption, weight loss or modification of body shape), kind of activity, and its intensity were considered. Only the presence of moderate or high intensity clearly related with the mentioned objectives was considered. 407 patients (54,63%) engaged in exercise: 68,96% with anorexia, 68,96% with bulimia, and 34,73% with other non-specified eating disorders. There were not significant differences between men and women. Hyperactivity was the most frequent (47,42%), followed by gym activity (25,79%). Taking into account the different clinic subgroups, we could observe significant differences. To assess eating disorders, a correct evaluation of the physical activity should be necessary in order to include this aspect in treatment programs.

Key words. Physical activity, restrictive eating, anorexia, bulimia.

de peso (4), la mayoría de los autores señalan una importante actividad física en los pacientes con anorexia nerviosa, que viene a oscilar entre el 39% (5) y el 78% (6). En todo caso, al margen de discrepancia en las prevalencias comunicadas, lo que nadie parece dudar es que la hiperactividad es muy frecuente en la anorexia nerviosa, llegando a estar presente en más del 80% en las fases más graves del trastorno (7).

Algunos estudios han puesto de manifiesto que el inicio de la restricción alimentaria se produce a edades más tempranas cuando existe ejercicio físico intenso (5) y que la insatisfacción corporal es mayor entre pacientes practicantes de ejercicio. Además de esta relación con la edad y con insatisfacción corporal se ha visto una importante correlación con la presencia de la obsesividad como rasgo de personalidad (8). Finalmente parece que la presencia de actividad física intensa en los pacientes con anorexia es anterior al inicio de la dieta restrictiva (6).

En definitiva la actividad física, el deporte, es un elemento que viene a sumarse a otros factores de riesgo ya conocidos en la aparición de los trastornos alimentarios. Son tres, según la mayoría de investigadores en el tema, los posibles mecanismos que pueden explicar la relación existente entre el deporte y los trastornos de la conducta alimentaria (9). Por una parte podría tratarse de una relación de atracción que ocultaría o escondería su patología tras los estereotipos creados por la propia modalidad deportiva, consiguiendo además un método eficaz para seguir bajando de peso. En segundo lugar, podría haber una relación causal, en el sentido de la llamada anorexia por actividad (10), o bien una causalidad generada por la presión a la pérdida de peso de ciertas modalidades deportivas. Finalmente podría tratarse de una relación de precipitación, en cuyo caso la vulnerabilidad de ciertos sujetos les llevaría al trastorno empujados por una intensa práctica deportiva.

La hiperactividad física en los trastornos alimentarios no se refiere sólo a la práctica deportiva, pues tal exceso de actividad también se da en tareas cotidianas no relacionadas con el deporte. Muchas veces esa actividad sigue un patrón compulsivo y ritualista (11) y aunque inicialmente esta hiperactividad tenga como objetivo perder peso puede acabar siendo compulsiva y adictiva.

Otra cuestión, en el ámbito deportivo, es la que hace referencia al diferente riesgo potencial que presentan las diversas modalidades deportivas. Son los llamados deportes de estética los que parecen engendrar un máximo riesgo. Gimnasia rítmica y artística, patinaje artístico, natación sincronizada, danza y ballet se incluirían en este grupo. Diversos estudios aportan una presencia de trastornos alimentarios entre los practicantes de estas actividades que oscila entre el 12-23% (12-14). La combinación de una actividad física excesiva y la presión por adelgazar de actividades que enfatizan la imagen corporal, el peso y la delgadez, parece determinante para la aparición de trastornos alimentarios (15-17).

Entre los aspectos físicos a considerar en los programas terapéuticos para trastornos alimentarios no sólo se debería contemplar la reeducación nutricional, sino también la corrección del exceso de actividad física (que a su vez reduce la ingesta alimentaria) y la supresión de su carácter compulsivo. Habría que reeducar la forma de llevar a cabo la actividad física mediante un programa supervisado, con realización de ejercicio de intensidad y duración moderada.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar la influencia del ejercicio físico en el desencadenamiento de los trastornos alimentarios y verificar la existencia de diferencias en la práctica de ejercicio en función de los distintos tipos de trastornos y en relación con la edad de los pacientes.

MATERIAL Y METODOS

Participantes

Fueron recogidos los datos sobre ejercicio físico de un total de 745 pacientes atendidos en una Unidad de Trastornos de la Conducta Alimentaria, con diagnósticos de anorexia nerviosa (subtipos restrictivo y purgativo), bulimia nerviosa (subtipos purgativo y no purgativo) y trastorno de la conducta alimentaria no especificado según criterios DSM IV, al inicio del trastorno.

Procedimiento

Se recogió la información sobre ejercicio físico intenso para controlar silueta o peso siguiendo la entrevista semiestructurada Eating Disorders Examination (EDE). En concreto la parte de la entrevista que hace referencia al ejercicio físico valora el número de días en los que la persona se ha dedicado a realizar ejercicio excesivo predominantemente destinado a quemar calorías o modificar la figura, peso o complexión corporal. Se evalúa también el promedio o proporción de tiempo (en minutos) por día que invierte en ese tipo de ejercicio y se anota el tipo o clase de ejercicio realizado. Las cuestiones señaladas se concretan en: a) durante estas cuatro últimas semanas, ¿has realizado ejercicio físico de algún tipo? b) descríbeme qué haces en una sesión de ejercicio c) ¿Tiene algo que ver con un deseo de modificar tu silueta o con el deseo de eliminar grasas o quemar calorías? d) ¿Cuántos días durante esta última semana has realizado este tipo de ejercicio? e) ¿Cuánto tiempo dedicas a hacer ejercicio físico en una sesión?

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS para Windows versión 16.0. Como estadísticos descriptivos se usó la media (con su desviación típica), así como los números absolutos (porcentajes) en el caso de las variables cualitativas. Para determinar las diferencias entre los subgrupos diagnósticos en cuanto a la realización de ejercicio excesivo al inicio del trastorno, así como para valorar la influencia de la edad y el sexo se llevó a cabo la prueba de X². Finalmente, para valorar la influencia del ejercicio, junto con las variables edad y sexo, se llevó a cabo un análisis de regresión múltiple.

RESULTADOS

Las características demográficas de la población estudiada así como las categorías diagnósticas pueden verse en la Tabla 1. La muestra, predominantemente femenina, presentó una edad mínima de 8 años y máxima de 60, siendo de destacar que entre los 12 y 26 años se encontraban el 74,88% de los pacientes. En cuanto al diagnóstico, presentaban anorexia nerviosa un 42,8 % de los pacientes, bulimia un 34,8 % y trastornos no especificados un 22,4%.

TABLA 1
Características demográficas y diagnósticos

Sexo	N	%
Hombres	50	6,71
Mujeres	695	93,28
Edad		
<12	13	1,74
12-16	153	20,53
17-21	247	33,15
22-26	158	21,20
27-31	75	10,06
32-36	44	5,90
37-41	28	3,75
<41	27	3,62
Diagnóstico		
ANR	219	29,40
ANP	100	13,40
BNNP	25	3,40
BNP	234	31,40
TCANE	167	22,40

ANR = anorexia nerviosa restrictiva; ANP = anorexia nerviosa purgativa; BNNP = bulimia nerviosa no purgativa; BNP = bulimia nerviosa purgativa; TCANE = trastorno de la conducta alimentaria no especificado.

En relación con el sexo, hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto a los diagnósticos. Así, 20 hombres presentaban anorexia (40%), 11 bulimia (22%) y 38 un trastorno de la conducta alimentaria no especificado. En el caso de las mujeres fueron diagnosticadas de anorexia 299 (43,02%), 248 de bulimia (35,68%) y 148 de un trastorno no especificado (21,29%).

En cuanto a la edad, también en los diferentes intervalos considerados encontramos diferencias significativas en relación con el diagnóstico. Podemos ver la distribución en la Tabla 2.

En cuanto a la práctica de ejercicio al inicio del trastorno, era realizada por el 54,63% de los pacientes. Las diferencias entre hombres y mujeres no resultó significativa ($p = 0,109$). De los 50 hombres, fueron 32 (64%) los que indicaron que realizaban ejercicio destinado a quemar calorías o cambiar la figura, peso o complexión corporal. En el caso de las mujeres lo hacían 375 de un total de 695 (53,95%).

Considerando los diferentes diagnósticos sí se encontraron diferencias significativas. Mientras que en la anorexia (considerando los dos subtipos) realizaban ejercicio el 68,96%, en la bulimia (también considerando conjuntamente los dos subtipos) lo hacían el 49,80% y en los trastornos de la conducta alimentaria no especificados tan sólo realizaban ejercicio el 34,73%. Podemos ver la distribución en la Tabla 3.

TABLA 2
Distribución de los diagnósticos en función de la edad

Edad	Anorexia	Bulimia	TCANE	p
<12	6	0	7	NS
12-16	108	24	21	<0,001
17-21	107	92	48	<0,001
22-26	53	77	28	<0,001
27-31	22	32	21	<0,001
32-36	13	15	16	<0,01
37-41	8	10	10	NS
>41	2	9	16	<0,001

NS = no significativo

TABLA 3
Práctica de ejercicio y modalidad del mismo en función del diagnóstico

Ejercicio	Subtipo de TCA				TCANE	Total
	ANR	ANP	BNNP	BNP		
SI	155	65	10	119	58	407
NO	64	35	15	115	109	338
Total	219	100	25	234	167	745

$X^2 = 57,559$; $p < 0,001$

Tipo de ejercicio	ANR	ANP	BNNP	BNP	TCANE	Total
Hiperactividad	90	31	1	45	26	193
Gimnasio	30	15	4	40	16	105
Caminar	4	5	0	7	8	24
Correr	2	0	1	1	0	4
Natación	2	0	0	3	1	6
Atletismo	2	0	0	3	1	4
Fútbol, balonmano						
Voleibol	4	2	1	2	1	10
Baile, ballet, danza, gimnasia rítmica	1	3	1	1	0	6
Otros	4	1	0	3	1	9
Dos o más	16	8	2	14	4	46
Total	155	65	10	119	58	407

$X^2 = 54,380$; $p < 0,05$

ANR: anorexia nerviosa restrictiva; ANP: anorexia nerviosa purgativa; BNNP: bulimia nerviosa no purgativa; BNP: bulimia nerviosa purgativa; TCANE: trastorno de la conducta alimentaria no especificado.

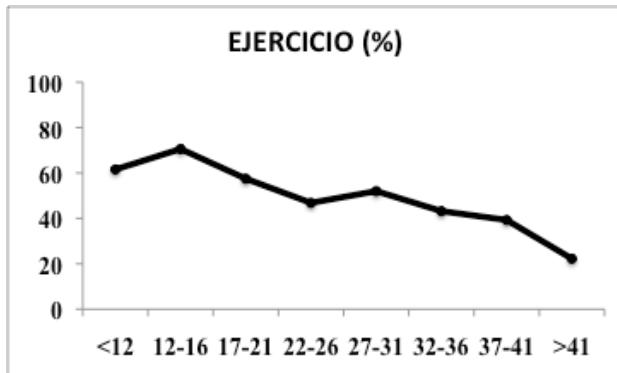
En cuanto al tipo de ejercicio, encontramos que la hiperactividad era la forma más frecuente, presente en el 47,42%, seguida de la actividad en gimnasio (incluye aeróbic, bicicleta y series de abdominales), que practicaban el 25,79%. Considerando los diferentes diagnósticos observamos diferencias significativas en cuanto al tipo de ejercicio, que también podemos ver en la Tabla 3. La presencia de un elevado porcentaje de valores esperados inferiores a cinco obliga a

tener en cuenta los residuos, que en general se alejan de cero (excepto en el caso de hiperactividad y anorexia purgativa y caminar y bulimia nerviosa no purgativa). Este alejamiento de cero permite sostener la relación entre tipo de actividad y subcategoría diagnóstica, que se confirma con los coeficientes Phi (0,366; $p < 0,05$) y V de Cramer (0,183; $p < 0,05$).

La relación entre grupos de edad y la presencia de ejercicio físico fue analizada y los resultados encontrados se muestran en la tabla 4. La relación es significativa sin que en ningún intervalo de edad los residuos se acerquen a cero. Tanto el coeficiente Phi (0,227) como la V de Cramer (0,227) resultaron significativos ($p < 0,001$). La evolución de la práctica de ejercicio en relación con la edad puede verse en la Figura 1.

FIGURA 1

Porcentaje de pacientes que realizan ejercicio en función de la edad



También el tipo de ejercicio guarda relación con la edad. Para su adecuada valoración elegimos el tipo de ejercicio más frecuente (hiperactividad, gimnasio, caminar, correr y dos o más formas de ejercicio) a fin de que la fiabilidad de la prueba estadística resultara adecuada. Encontramos que la hiperactividad es más frecuente en menores de 12 y entre los 12 y 16 años; el ejercicio en gimnasio entre los 22 y 26; caminar resulta más frecuente desde los 37 años y también entre los 37 y 41 es más frecuente correr.

Las diferencias encontradas resultaron significativas, con la distribución que podemos ver en la Tabla 4. Tanto el análisis de residuos, como el coeficiente Phi (0,422; $p < 0,001$) y la V de Cramer (0,211; $p < 0,001$) permitieron determinar la asociación entre tipo de ejercicio y edad.

A fin de determinar la influencia de las variables en el diagnóstico de anorexia y bulimia, previa configuración de variables dicotómicas para dichos diagnósticos, se llevó a cabo un análisis de regresión múltiple por pasos sucesivos en el que se incluyeron como variables independientes el sexo, la edad y la práctica o no de ejercicio físico en el inicio del trastorno. Fueron la edad y la práctica de ejercicio los factores que confirmaron la influencia en el diagnóstico de anorexia, lo que no ocurrió en el caso de la bulimia, en la que el ejercicio no resulta determinante en la aparición del trastorno. En la Tabla 5 pueden verse los resultados en relación con la anorexia nerviosa.

TABLA 4
Práctica de ejercicio y modalidad del mismo en los distintos grupos de edad

Ejercicio	Edad							
	<12	12-16	17-21	22-26	27-31	32-36	37-41	>41
Si	8	108	142	74	39	19	11	6
No	5	45	105	84	36	25	17	21
X ² = 37,295; $p < 0,001$								
Tipo de ejercicio	<12	12-16	17-21	22-26	27-31	32-36	37-41	>41
Hiperactividad	4	59	68	31	16	9	4	1
Gimnasio	0	15	39	29	14	6	1	1
Caminar	0	3	7	3	4	1	3	3
Correr	0	0	2	1	0	0	1	0
Dos o más	2	12	13	10	5	3	0	1

X² = 66,128; $p < 0,001$

TABLA 5
Análisis de regresión múltiple para anorexia nerviosa

Modelo	B	F	p	R ²
1		60,331	< 0,001	0,274
Edad	0,017			
2		48,138	< 0,001	0,339
Edad	0,014			
Ejercicio	0,202			

Variable dependiente dicotomizada: anorexia nerviosa.

DISCUSION

En la línea de trabajos anteriores (1-2, 5-7) encontramos que la práctica de ejercicio al inicio de los trastornos alimentarios alcanza a más de la mitad de los pacientes y sobrepasa a los dos tercios cuando el diagnóstico es anorexia nerviosa. La relación con la edad (a menos edad más ejercicio) viene a confirmar la idea de que la restricción alimentaria parece más precoz cuando existe ejercicio físico intenso (8) y que podría estar presente como primer síntoma, esto es, antes del inicio de la dieta restrictiva (10).

La idea de actividad física intensa no debe equipararse a práctica deportiva y ejercicio deportivo en una modalidad determinada. Resulta mucho más relevante la actividad física encauzada como exceso en tareas cotidianas no relacionadas con el deporte. Así lo ponen de manifiesto nuestros datos, que revelan cómo la hiperactividad es la forma más frecuente, presente casi en la mitad de los pacientes que señalaban la práctica de ejercicio al inicio de su patología. Entre los comentarios de los pacientes destaca la insistencia en la necesidad de moverse, de hacer algo, experimentando ansiedad e irritabilidad cuando son frustradas las posibilidades de llevar a cabo la actividad. Por otro lado, cualquier recomendación para reducir la actividad es rechazada, manteniendo, cuando no aumentando, el grado de la misma. Todo ello implica un claro síndrome de dependencia como han señalado algunos autores (18). Subir y bajar escaleras, mantenerse en pie (al ver la televisión o estudiar), levantarse varias veces durante la noche (a fin de romper el reposo), jamás tomar el autobús o cualquier otro medio de transporte para ir a su trabajo o a su centro escolar, prestarse a realizar todas las tareas domésticas (limpiar, planchar, recoger la mesa, ir a la compra, etc.), son algunos de los comportamientos que los pacientes "tienen que hacer", con apremio y obligatoriedad. El objetivo, relacionado con la pérdida de peso, lleva a patrones obsesivos como también han señalado otros autores (13). En nuestro caso, en el momento actual, no encontramos que los tradicionales deportes de riesgo (gimnasia rítmica y artística, patinaje, natación sincronizada, danza y ballet) resulten tan relevantes si los comparamos, por ejemplo, con la práctica de actividad en

gimnasio que incluye, fundamentalmente, el aeróbico, las series de abdominales y ejercicios en bicicleta estática. Una cosa es que los deportes considerados de máximo riesgo sean especialmente peligrosos y otra, bien distinta, es que sean los elegidos para perder peso al inicio del trastorno. En este sentido encontramos que la hiperactividad y las prácticas de ejercicio en el gimnasio suponen casi el 75% de los métodos elegidos al inicio de la patología con el objetivo de perder de peso.

La relación del ejercicio con el tipo de trastorno también parece evidente. Es en la anorexia nerviosa donde el ejercicio parece fundamental a la hora de iniciarse el trastorno y probablemente también en su mantenimiento. Así, en más de dos tercios de los casos de anorexia la práctica de ejercicio es fundamental al inicio del trastorno; en la bulimia nerviosa se da en la mitad de los casos; y en los trastornos de la conducta alimentaria no especificados aproximadamente en un tercio de los mismos. Se pone de manifiesto esa relación de atracción o de causalidad, señalada por algunos autores (11,12), que se ha venido destacando en la anorexia nerviosa y que también se ha relacionado con rasgos de estirpe obsesiva (9). De hecho nuestros datos reflejan cómo es la hiperactividad en las tareas cotidianas la forma más frecuente de expresión del ejercicio, que se ha relacionado con la personalidad obsesiva, perfeccionista.

Finalmente el factor edad parece determinar el hecho de que la práctica de ejercicio al inicio del trastorno sea más o menos relevante. Dicha práctica decae con la edad y parece que de alguna forma deja de ser determinante en la pérdida de peso a favor, probablemente, de otras prácticas como la realización de dieta y/o la aparición de conductas purgativas como métodos para perder peso. También observamos que con la edad cambia el tipo de ejercicio. Mientras que la hiperactividad es lo más frecuente hasta los 16 años; entre los 22 y 26 aumenta la práctica de ejercicio en el gimnasio y caminar y/o correr parecen estar más representados a partir de los 37 años.

Aunque la presencia del ejercicio como criterio diagnóstico no es suficientemente destacada en las clasificaciones actuales (3,4), observamos que dicha presencia, especialmente en forma de hiperactividad, es mayoritaria en los pacientes con trastornos alimentarios, especialmente los diagnosticados de anorexia nerviosa. La relación de atracción y/o de causalidad parecen determinar parte de la sintomatología observada, junto con determinadas características de personalidad señaladas en la literatura y que comparten esencialmente los pacientes con anorexia. Mientras el sexo no parece determinar el diagnóstico de anorexia o bulimia, la edad y la realización de ejercicio parecen esenciales en el caso de la anorexia y la primera parece determinar también la mayor o menor relevancia de la práctica de ejercicio así como el tipo de actividad elegida como método para perder peso.

REFERENCIAS

1. Kron L, Katz JL, Gorzynsky G, Weiner H. Hyperactivity in anorexia nervosa: a fundamental clinical feature. *Comprehen Psychiatr* 1978; 19: 433-439. GERI.
2. Touyz SW, Beumont PJV, Hoek S. Exercise anorexia: a new dimension in anorexia nervosa? En Beumont PJV, Burrows GD, Casper RC, editores. *Handbook of eating disorders. Part I: anorexia and bulimia nervosa*. Amsterdam: Elsevier; 1987.
3. World Health Organization. *The ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders: Diagnostic criteria for research*. Genève: World Health Organization; 1992.
4. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-IV*. Washington, DC: American Psychiatric Association; 1994.
5. Brewerton TD, Stelfox EJ, Hibbs ER et al. Comparison of eating disorders patients with and without compulsive exercising. *Int J Eat Disord* 1995; 17: 413-416.
6. Davis C, Kennedy SH, Ralevsky E et al. The role of physical activity in the development and maintenance of eating disorders. *Psychol Med* 1994; 24: 957-967.
7. Davis C, Katzman DK, Kaptein S et al. The prevalence of high-level exercise in the eating disorders: etiological implications. *Comprehen Psychiatr* 1997; 38: 321-326.
8. Davis C, Kennedy SH, Ralevsky E et al. Obsessive compulsiveness and physical activity in anorexia nervosa and high-level exercising. *J Psychosom Res* 1995; 39: 967-976.
9. Alonso J. *Trastornos de la conducta alimentaria y deporte*. *Trastornos conduct aliment* 2006; 4: 368-385.
10. Epling WF, Pierce WD. *Activity anorexia: Theory, research and treatment*. Mahwah, Nueva Jersey: Lawrence Earlbaum; 1996.
11. Beumont PJV, Arthur B, Russell JD, Touyz SW. Excessive physical activity in dieting disorder patients. Proposals for a supervised exercise program. *Int J Eat Disord* 1994; 15 (1): 21-36.
12. Le Grange D, Tibbs J, Noakes TD. Implications of a diagnosis of anorexia nervosa in a ballet school. *Int J Eat Disord* 1994; 15(4): 369-376.
13. Hamilton LH, Brooks-Gunn J, Warren MP. Sociocultural influences on eating disorders in professional ballet dancers. *Int J Eat Disord* 1985; 4: 465-478.
14. Pigeon P, Oliver I, Charlet JP, Rochiccioli P. Intensive dance practice. Repercussions on growth and puberty. *Am J Sports Med* 1997; 25(2): 243-247.
15. Rosen LW, McKeag D. Pathogenic weight control behaviour in female athletes. *Physician and Sports Medicine* 1986; 14(1):79-86.
16. Rosen LW, Hough DO. Pathogenic weight control behaviour in female college gymnasts. *Physician and Sports Medicine*, 1988; 16(1): 141-144.
17. Davis C, Cowles M. A comparison of weight and diet concerns and personality factors among female athletes and non-athletes. *J Psychosom Res* 1989; 33(59): 527-536.
18. Morgan WP. Negative addiction in runners. *Physician and Sports Medicine*, 1979; 7: 59-70.

Recibido: 08-04-2008

Aceptado: 03-09-2008

Consumo de fuentes de calcio en adolescentes mujeres en Panamá

Myriam Fernández-Ortega

Departamento de Bioquímica y Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Panamá. Panamá

RESUMEN. Para conocer la adecuación de la ingesta de calcio y el consumo de bebidas carbonatadas en mujeres adolescentes en la Ciudad de Panamá, 180 estudiantes de sexo femenino de 12-17 años fueron entrevistadas en dos colegios públicos mediante un recordatorio de 24 horas y un formulario de frecuencia de consumo de alimentos. Según los resultados, la leche y el queso fueron las principales fuentes de calcio y los consumió el 60.5% y el 56.7% respectivamente; 1/4 del grupo consumió diariamente 1 porción de estos lácteos. Otras fuentes de calcio fueron el helado de crema y las leguminosas. El yogurt, refrescos y comidas con leche, hortalizas verdes, sardinas y alimentos fortificados no formaban parte de sus hábitos de alimentación. La ingesta promedio de calcio fue 440 mg/día \pm 423 según la frecuencia de consumo y 314 mg/día \pm 255 según el recordatorio de 24 horas. Ambos resultados son inferiores al 50% de la recomendación. El 72% del grupo consumió bebidas carbonatadas y la mayor parte (30%) tomaba una unidad diaria. Los lácteos fueron la principal fuente de calcio, pero la baja ingesta y el alto consumo de bebidas carbonatadas arriesgarían la futura salud ósea de estas adolescentes.

Palabras clave: Ingesta de calcio, nutrición de mujer adolescente, nutrición en Panamá, consumo de lácteos.

SUMMARY. Food calcium intake in teenager women in Panama.

The adequacy of calcium intake from food and carbonated drinks consumption levels in a Panama City's female adolescents group was studied. We evaluated 180 teenage girls (12-17 years) in two public schools using food frequency questionnaires and a 24-hour food recall. According to the results, milk and cheese were this population's main calcium source. Milk was a food source in 60.5%, while 56.7% indicated that they eat cheese. On average, a once-a-day intake of one of these dairy products was observed in 1/4 of the group. Ice cream and pulses were secondary calcium sources. Yogurt, milk-made meals and beverages, green vegetables, fortified food and sardines were not components of these girls' food habits. The average calcium intake was 440 mg/d \pm 423 according to the food frequency questionnaire and 314 mg/d \pm 255 according to their 24-hour food recall. Calcium's low level intakes are less than 50% of the recommended daily intake for this age group. Carbonated drinks were consumed by 72% of the group and 30% drank one unit daily. Dairy products are the main calcium source for the studied group. However, because of insufficient calcium intake and high consumption of carbonated drinks, the future bone health of these teenage girls is at risk.

Key words: Calcium intake, teenage girl nutrition, nutrition in Panama, dairy consumption.

INTRODUCCION

Los huesos son tejidos duros que soportan el esqueleto durante toda la vida y permanecen aún después de la muerte. La masa ósea está en un constante recambio y durante el período de crecimiento el equilibrio favorece la formación del hueso (1). La ingesta de calcio durante la niñez y la adolescencia es un factor importante para alcanzar la masa ósea máxima (pico de masa ósea), para mineralizar el esqueleto y proteger contra fracturas (2- 4).

La mujer alcanza el pico de masa ósea al final de la adolescencia y continúa ganando masa ósea hasta cerca de los 30 años (5 - 7). A partir de la cuarta década el proceso de resorción supera al de formación y la carencia de estrógenos después de la menopausia acelera la pérdida progresiva de masa ósea en la mujer, que queda así expuesta al riesgo de osteoporosis en la edad madura (8). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta enfermedad es más común

en las mujeres, con un 40% de riesgo de fractura después de los 50 años (9).

En Panamá, un estudio de 1031 densitometrías óseas de mujeres adultas, entre 1996-1997, (10) reveló osteopenia y osteoporosis en el 79.6%; el 15.5% tenía entre 31-50 años. Estos resultados sugieren la necesidad de prevenir este desequilibrio mineral desde la adolescencia mediante el desarrollo óptimo de una masa ósea que responda a las demandas del embarazo y lactancia y preserve el hueso en la menopausia.

La ingesta de calcio es fundamental para la salud ósea (11); por eso la alimentación de la adolescente puede ser un factor de prevención o de riesgo si la ingesta es deficiente o se consumen alimentos que desfavorecen su absorción y utilización.

Estudios realizados en diferentes regiones muestran que la ingesta de calcio es inadecuada para cubrir las necesidades del crecimiento de las adolescentes (12-14) y el consumo de bebidas carbonatadas afecta el equilibrio mineral en la mujer (15,16).

Para conocer los posibles riesgos en la futura salud ósea de la mujer en la ciudad de Panamá, se realizó un estudio en adolescentes de sexo femenino que asistían a dos colegios públicos, con los siguientes objetivos específicos:

- identificar el patrón de consumo de fuentes de calcio
- determinar la frecuencia de consumo de alimentos fuentes de calcio
- estimar el promedio de la ingesta diaria de calcio
- calcular la adecuación de la ingesta de calcio en las adolescentes
- comparar la frecuencia de consumo de lácteos y de bebidas carbonatadas

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y retrospectivo a una muestra de 180 adolescentes (12-17 años) del sexo femenino que estudiaban en dos colegios oficiales de la Ciudad de Panamá en el año 2006. La participación fue voluntaria y se contó con la aprobación del colegio y con el consentimiento informado de todas las participantes de acuerdo a las normas éticas internacionales y nacionales vigentes.

Las estudiantes fueron entrevistadas en el colegio. Se les preguntó la fecha de nacimiento y edad de la menarquia. No se hicieron mediciones antropométricas. La ingesta de calcio se determinó mediante un recordatorio de 24 horas y un formulario de frecuencia de consumo (FFC) semicuantitativo, de nueve alimentos fuentes de calcio consumidos en Panamá (leche, queso, yogurt, comidas con leche, helados de crema, leguminosas, hortalizas verdes, sardinas, alimentos fortificados con calcio). El FFC se utilizó también para conocer la frecuencia de consumo de bebidas carbonatadas (sodas) en general, sin especificar el tipo de la misma. Ambos instrumentos fueron validados previamente con un grupo de 27 adolescentes mujeres de 12-17 años, de características similares a la población en estudio y de acuerdo a los resultados se realizaron los ajustes pertinentes. Para facilitar la obtención de los datos referentes al tamaño de las porciones se utilizaron envases de algunos alimentos, dibujos y medidas caseras estandarizadas y convertidas a gramos. Cada formulario fue identificado con las letras iniciales del nombre y apellido de la adolescente y un número de serie.

Para calcular la ingesta diaria de calcio se utilizó la Tabla del Valor Nutricional de los Alimentos, INCAP 1996 (17) y también la etiqueta del envase de algunos alimentos. La adecuación de la ingesta de calcio se calculó mediante comparación entre la ingesta obtenida y la recomendación diaria (18). Se determinó el número de adolescentes con una frecuencia de consumo específica para cada alimento fuente de calcio. Los alimentos consumidos por el 50% o más del grupo estudiado constituyeron el Patrón de Consumo.

Los datos se procesaron con el programa Excel 2000. Los

resultados se expresaron como promedios ± desviación estándar. Mediante un test t de Student se compararon los resultados del FFC y del recordatorio de 24 horas. La adecuación en calcio se calculó mediante la fórmula: % de adecuación = ingesta diaria / ingesta recomendada x 100. Una cantidad inferior a 2/3 (66.7%) fue considerada inadecuada (19).

RESULTADOS

El 95% de las adolescentes eran postmenárquicas y las edades se distribuyeron así: 57% entre 12-13 años y 43% entre 14-17 años (Tabla 1).

TABLA 1

Características de las adolescentes participantes en el estudio

Edad (años)	12 y 13		14 y 15		16 y 17	
n	103		47		30	
Menarquia	SI	NO	SI	NO	SI	NO
n	98	5	47	0	30	0

El contenido de calcio de los alimentos incluidos en el FFC (excepto los fortificados con Ca) figuran en la Tabla 2. La fuente de calcio más consumida fue la leche, seguida por el queso y el helado de crema. Como se observa en la Figura 1, el 60.5% (109/180) del grupo consume leche; 42% a diario y el resto, ocasionalmente. El queso lo consume el 56.7% del grupo (102/180); el 37% lo consume todos los días. El 40% del grupo (72/180) consume helado de crema; 22% lo hace diariamente. Sólo el 10% de las adolescentes consume leguminosas (2-4 porciones/semana). El yogurt, comidas con leche y hortalizas verdes son poco frecuentes en la alimentación. El 98% no come sardinas y el 97% no consume alimentos fortificados con calcio.

TABLA 2

Contenido de calcio por porción de consumo habitual, en alimentos fuentes de calcio, consumidos en Panamá

Alimento	Porción(g)	mg de Ca por porción
Leche	245	372
Queso	18	110
Yogurt	125	151
Helado de crema	100	120
Comidas con 1/4 tz leche	37	60
Lentejas, Frijoles	100*	68
Porotos	100*	112
Hortalizas verdes	50	45 **
Sardinas /salsa tomate	60	144

* el cálculo se hizo en base al contenido en el grano crudo.

**promedio de berro, brócoli, espinaca, repollo. tz = taza

El Patrón de Consumo de fuentes de calcio consiste en la ingesta diaria de una porción de queso o de leche. El aporte de otras fuentes es ocasional.

Se encontró que un total de 72% (130/180) de las adolescentes toma bebidas carbonatadas y el 50.5% lo hace diariamente (Figura 1). Al comparar el consumo diario de bebidas carbonatadas y de productos lácteos (Figura 2) se observa

que la frecuencia de consumo diario de estas bebidas es superior a la de leche y de queso. Mientras que el 30% del grupo toma una bebida diariamente, el 25% consume leche o queso. El 14% toma 2 bebidas /día, contra el 10% y 6% que con la misma frecuencia consume leche o queso respectivamente.

FIGURA 1

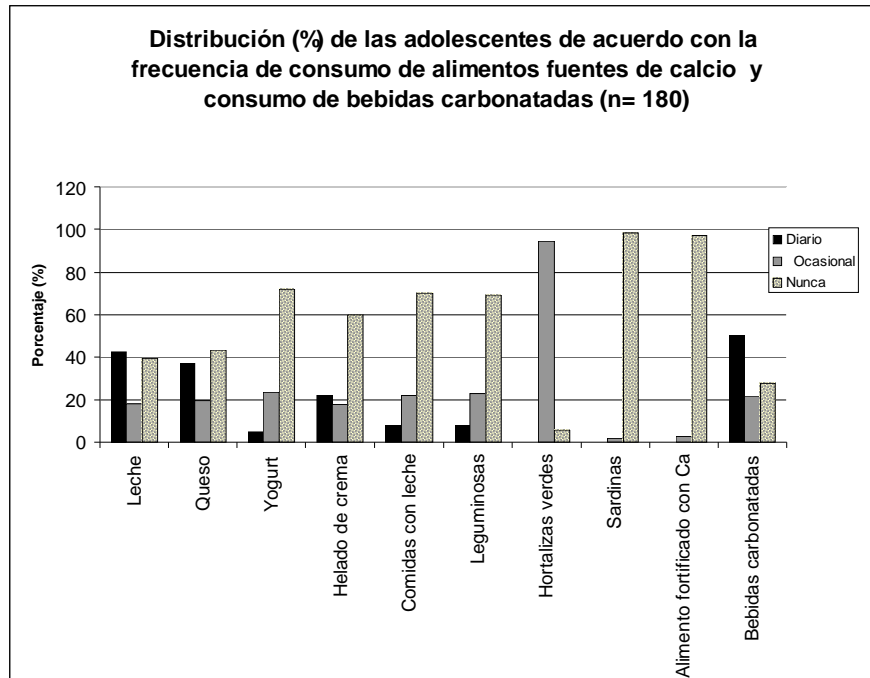
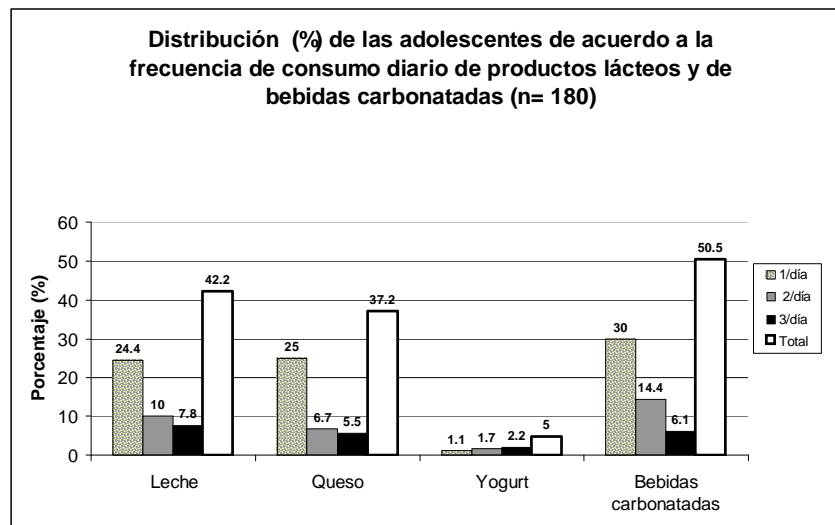


FIGURA 2



La ingesta promedio de calcio fue 440 ± 423 mg/día según el FFC y 314 ± 255 mg/día según el recordatorio de 24 horas (Tabla 3). La diferencia entre ambas es significativa ($p < 0.01$). Estas ingestas sólo cubren el 44% y 31% de la recomendación diaria respectivamente. Al considerar las cifras obtenidas con cada instrumento de medición, el promedio de la ingesta fue de 377mg/día. En la Tabla 4 se observa que el consumo de calcio resultó deficiente en el 90% de las adolescentes (162/180), en quienes se encontró una ingesta inferior a 667 mg/día (66.7% de la recomendación diaria). Sólo el 10% alcanzó una ingesta superior a esta cifra, por lo que su ingesta se

consideró adecuada. El 3% del grupo logró una adecuación mayor al 100%.

TABLA 3

Ingesta diaria de calcio (mg/día) en adolescentes mujeres de 12-17 años ($X \pm D.E$)

Instrumento de medición	Frecuencia de consumo (FFC)	
	Recordatorio de 24 horas	
	440 ± 423	314 ± 255

TABLA 4

Nivel de adecuación (en %) de la ingesta diaria de calcio (mg/d), en adolescentes mujeres de 12-17 años, comparada a la ingesta recomendación diaria. Ingesta Diaria Recomendada = 1000 mg/día

(%) de adecuación	<30%	30 – 50%	50 –66.6%	66.7-100%	>100%
mg/día	0-299 mg	300 -500mg	501-666 mg	667 -1000mg	>1000mg
Número de adolescentes	103	37	22	13	5
%	57	21	12	7	3

DISCUSION

Los resultados de este estudio muestran que los productos lácteos son las fuentes de calcio que las adolescentes consumen con mayor frecuencia. Sin embargo, la cantidad que se consume (1 porción/día) es insuficiente para cubrir el requerimiento y en consecuencia, la ingesta diaria de calcio resulta deficiente. Las cifras obtenidas con los dos instrumentos de medición y también el promedio de ambas cifras (377mg/día) son muy inferiores a la recomendación diaria de 1000mg/día. Con el formulario de frecuencia de consumo se obtuvo 440 ± 423 mg/día y con el recordatorio de 24 horas, 314 ± 255 mg/día. La diferencia significativa entre ambas puede ser el reflejo de una falta de coherencia en las respuestas de algunas adolescentes por lo que es recomendable utilizar dos y no un solo instrumento. La alta desviación estándar en ambos casos señala la gran variabilidad en el consumo de fuentes de calcio, con clara tendencia al déficit ya que el 90% tiene una ingesta deficiente (inferior al 66.7% de la recomendación) y más de la mitad de las adolescentes (57%) no llega a consumir ni el 30% de la cantidad recomendada.

Estos resultados son comparables a los de la encuesta nacional de consumo de alimentos realizada en Panamá en 1992 (20), que mostró niveles de adecuación de calcio inferiores al 30% en la mitad de la población general, con una ingesta promedio de 332 ± 306 mg/día y adecuación del 80-100% solamente en el 2% de la población.

En las adolescentes de este estudio, la leche y el queso son los lácteos con mayor frecuencia de consumo y constituyen la principal fuente de calcio lo que representa una ventaja

debido a la biodisponibilidad del mineral en estos alimentos de alto valor nutricional; sin embargo, una gran proporción manifestó no consumir nunca leche (39%) o queso (43%).

Los productos lácteos han sido reconocidos como alimentos apropiados para lograr una adecuada masa ósea en ambos sexos (21-23) pues además de calcio aportan magnesio, vitamina D y proteínas de buen valor biológico. La Academia Americana de Pediatría recomienda a los adolescentes 4 vasos de 8-10 onzas/día (o equivalente) para obtener el calcio necesario para formar huesos fuertes y disminuir el riesgo de osteoporosis (24).

La cantidad apropiada de calcio necesaria para asegurar un óptimo balance mineral durante el desarrollo y evitar fracturas ha sido objeto de muchos estudios. Matkovic había encontrado que la ingesta inferior a 500mg/día no permite un balance positivo del calcio (25); para otros, las adolescentes que ingieren menos de 800 mg/día no logran la masa ósea óptima (26). En 1997, Jackman y col. (27) establecieron que las adolescentes de 12-15 años deben consumir 1300mg/día de calcio para alcanzar la máxima retención del mineral ya que con 1200mg/día sólo se llega al 57%. En Panamá se recomienda 1000 mg/día durante la adolescencia (18), que se lograrían con el consumo de 3-4 productos lácteos diariamente. En nuestro grupo la mayoría consume uno, lo que da por resultado un patrón de alimentación deficiente en calcio que de no corregirse reduciría la posibilidad de alcanzar una masa ósea óptima, con el consecuente riesgo de agravar las futuras pérdidas asociadas a la edad y desarrollo de osteoporosis.

La ingesta debe mantenerse alta desde la adolescencia porque en el ser humano el efecto a largo plazo de la suplementación en calcio no es concluyente. Se reportan mejoras en la densidad mineral ósea de adolescentes postmenárgicas, 3 años después de recibir suplementación por un año (28); otros encuentran que el efecto es de corta duración (29) o que el efecto de la masa ósea adquirida en la niñez no persiste (30).

En el presente estudio se observó que el consumo de bebidas carbonatadas superó al de leche en proporción y en frecuencia. Mientras que 72% de las adolescentes consume bebidas carbonatadas, 60,5% consume leche. La frecuencia de consumo de bebidas carbonatadas fue de 1-3 veces/día en el 50.5% del grupo y sólo el 42% consume leche con igual frecuencia.

Un estudio en adolescentes de ambos sexos encontró en las mujeres una asociación significativa entre el consumo de bebidas carbonatadas y una menor densidad mineral ósea en el talón (16). El efecto parece ligado a las bebidas de cola (15,31) cuyo efecto sobre el equilibrio del calcio ha sido atribuido al ácido fosfórico y a la cafeína (32,33).

El consumo de bebidas carbonatadas guarda una relación inversa con el consumo de leche en niños y adolescentes (34). Estos cambios en hábitos de alimentación, independientemente del posible efecto del ácido fosfórico y de la cafeína, representan una menor ingesta de calcio y mayor riesgo posterior de fracturas en la mujer, ya que está expuesta a pérdidas de calcio durante su vida fértil. El efecto de las bebidas carbonatadas en el hueso podría ser considerado un factor adicional entre las causas de osteoporosis (35) y la información científica disponible aporta sólidos argumentos (36) para recomendar la disminución del consumo de bebidas carbonatadas en la niñez y la adolescencia.

En este estudio se determinó la frecuencia de consumo de bebidas carbonatadas en general, pero no se identificó el tipo de bebida por lo que no se puede identificar la frecuencia de consumo de bebidas de cola. Sin embargo, la información recabada sugiere que las adolescentes tienen muy baja cobertura de las necesidades de calcio en una etapa fisiológica de gran demanda. Este déficit en la ingesta se agravaría por el consumo de bebidas de cola que pueden reducir la densidad mineral ósea en las mujeres (31) y exponerlas desde muy jóvenes a desequilibrios en el metabolismo óseo. Esta condición desfavorable en la salud de las adolescentes debe ser estudiada en una siguiente etapa de este trabajo en la cual se identifique el tipo de bebidas carbonatadas y se establezca la relación Calcio/Fósforo para confirmar la existencia de un mayor riesgo de desequilibrio mineral en las adolescentes.

En el adulto, una vez establecida la osteoporosis, es muy difícil de revertir. La prevención mediante el logro de una masa ósea máxima al llegar a la madurez del esqueleto es considerada como la mejor protección contra las pérdidas óseas

asociadas a la edad. La nutrición es uno de los factores involucrados porque se ha establecido que una alta ingesta de calcio promueve una buena salud ósea (11), por eso, la adolescencia es un período fundamental para que la mujer construya huesos fuertes.

CONCLUSION

El patrón de consumo de fuentes de calcio de las adolescentes estudiadas está fundamentado en los productos lácteos, excepto el yogurt, pero su bajo consumo y la preferencia por las bebidas carbonatadas resulta en una alimentación deficiente en calcio, con un consumo promedio de 377 mg/d, que no logra cubrir ni el 50% de las necesidades y constituye un riesgo para su futura salud ósea. Es necesario recomendar un mayor consumo de fuentes de calcio y un menor consumo de bebidas carbonatadas entre las adolescentes, como parte de un programa de estilo de vida saludable que incluya además la actividad física.

REFERENCIAS

1. Ganong W F. Control hormonal del metabolismo del Calcio y la fisiología del hueso. En: Fisiología Médica XVIII edición en español, traducida de la XX edición en inglés. México: Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V; 2002. p.417-432.
2. Rozen GS, Rennert G, Dodiuk-Gad RP, Rennert HS, Ish-Shalom N, Diab G, Raz B, Ish-Shalom S. Calcium supplementation provides an extended window of opportunity for bone mass accretion after menarche *Am J Clin Nutr* 2003;78:993-98
3. Fiorito LM, Mitchell DC, Smiciklas-Wright H, Birch LL. Girls calcium intake is associated with bone mineral content during middle childhood. *J Nutr* 2006; 136:1281-86.
4. Goulding A. Risk factors for fractures in normally active children and adolescents. *Med Sport Sci* 2007;51:102-120
5. Recker RR, Davies KM, Hinders SM, Heaney RP, Stegman MR, Kimmel DB. Bone gain in young adult women. *JAMA* 1992; 268:2403-08
6. Matkovic V, Jelic T, Wardlaw GM, Ilich JZ, Goel PK, Wright JK, et al. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. Inference from a cross-sectional model. *J Clin Invest* 1994; 93:799-808.
7. Henry IM, Fatayerji D, Eastell R. Attainment of peak bone mass at the lumbar spine, femoral neck and radius in men and women: relative contributions of bone size and volumetric bone mineral density. *Osteoporosis Int* 2004;15:263-73.
8. Riggs BL, Khosla S, Melton III LJ. Sex steroids and the construction and conservation of the adult skeleton. *Endocr Rev* 2002; 23:279-302.
9. Prevention and Management of Osteoporosis. Report of a WHO Study Group, WHO Technical Report Series # 92, World Health Organization, Geneva 2003.
10. Chue de Coto E. Osteopenia y Osteoporosis en las mujeres postmenopáusicas en Panamá. *Rev Med Panama* 2000; 25:34-37.

11. Heaney RP. Calcium, dairy products and osteoporosis. *J Am Coll Nutr* 2000; 19:83S-99S.
12. Albertson A.M, Tobelmann R.C., Marquart L. Estimated dietary calcium intake and food sources for adolescent females : 1980-92. *J Adolescent health* 1997; 20 (1):20-26
13. Monge-Rojas R, Nuñez HP. Dietary calcium intake by a group of 13 18-year-old Costa Rican teenagers. *Arch Latinoam Nutr*. 2001; 51(2):127-31.
14. Goolsby SL, Casey PH, Stuff JE, Zaghoul S, Weber J, Gossett J et al. Consumption of calcium among African American adolescent girls. *Ethn Dis* 2006; 16:476-82.
15. Wyshak G. Teenaged Girls, Carbonated Beverage Consumption, and Bone Fractures *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2000; 154:610-13.
16. McGartland C, Robson PJ, Murray L, Cran G, Savage MJ, Watkins D et al. Carbonated soft drink consumption and bone mineral density in adolescence: the Northern Ireland young hearts project. *J Bone Miner Res* 2003;18:1563-69
17. INCAP/OPS Valor Nutritivo de los Alimentos de Centroamérica. Guatemala: INCAP/OPS; 1996.
18. Torún B, Menchú MT, Elías L. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Edición 45 aniversario. Guatemala INCAP/OPS; 1994.
19. Kant A. Indexes of overall diet quality: a review. *J Am Diet Assoc* 1996; 96:785-91.
20. Ministerio de Salud de Panamá. Departamento de Nutrición y Dietética. Encuesta nacional de consumo de alimentos 1992. Panamá; 1994.
21. Kalkwarf HJ, Khoury JC, Lanphear BP. Milk intake during childhood and adolescence, adult bone density, and osteoporotic fractures in US women. *Am J Clin Nutr* 2003; 77(1): 257-65.
22. Volek JS, Gómez A, Scheett T, Sharman M, French D, Rubin M et al. Increasing fluid milk favorably affects bone mineral density responses to resistance training in adolescents boys. *J Am Diet Assoc* 2003; 103:1353-56.
23. Goulding A, Rockell JE, Black RE, Grant AM, Jones IE, Williams SM. Children who avoid drinking cow's milk are at increased risk for prepubertal bone fractures. *J Am Diet Assoc*. 2004; 104 :250 -53.
24. Greer FR, Krebs NF. Optimizing bone health and calcium intakes of infants, children and adolescents. *Pediatrics* 2006; 117:578-85.
25. Matkovic V, Fontana D, Tominac C, Goel P, Chesnut CH III. Factors that influence peak bone mass formation: a study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr* 1990; 53:878-88.
26. Peacock M. Calcium absorption efficiency and requirement in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 1991; 54:261S-265S.
27. Jackman LA, Millane SS, Martin BR, Wood OB, McCabe GP, Peacock M et al. Calcium retention in relation to calcium intake and postmenarcheal age in adolescent females. *Am J Clin Nutr* 1997; 66:327-33.
28. Dodiuk-Gad RP, Rozen GS, Rennert G, Rennert HS, Ish-Shalom S. Sustained effect of short-term calcium supplementation on bone mass in adolescent girls with low calcium intake. *Am J Clin Nutr* 2005; 81:168-174.
29. Lambert HL, Eastell R, Karnik K, Russell JM, Barker ME. Calcium supplementation and bone mineral accretion in adolescent girls: an 18-mo randomized controlled trial with 2-y follow-up. *Am J Clin Nutr* 2008; 87:455-62.
30. Gafni RI, Baron J. Childhood bone mass acquisition and peak bone mass may not be important determinants of bone mass in late adulthood. *Pediatrics* 2007; 119:S131-S136.
31. Tucker KL, Morita K, Qiao N, Hannan MT, Cupples LA, Kiel DP. Colas, but not other carbonated beverages are associated with low bone mineral density in older women: The Framingham Osteoporosis Study. *Am J Clin Nutr* 2006; 84:936-42.
32. Guerrero-Romero F, Rodríguez-Moran M, Reyes E. Consumption of soft drinks with phosphoric acid as a risk factor for the development of hypocalcemia in postmenopausal women. *J Clin Epidemiol* 1999; 52:1007-10.
33. Rapuri PB, Gallagher JC, Kinyamu HK, Ryschon KL. Caffeine intake increases the rate of bone loss in elderly women and interacts with vitamin D receptor genotypes. *Am J Clin Nutr* 2001; 74:694 -700.
34. Whiting SJ, Healey A, Psiuk S, Mirwald R, Kowalski K, Bailey DA. Relationship between carbonated and other low nutrient dense beverages and bone mineral content of adolescents. *Nutr Rev* 2001;21:1107-15
35. Fitzpatrick L.A. Secondary causes of osteoporosis. *Mayo Clin Proc*. 2002; 77(5):453-68.
36. Vartanian LR, Schwartz MB, Brownell KD. Effects of soft drinks consumption on nutrition and health: a systematic review and meta-analysis. *Am J Pub Health* 2007; 97:667-75.

Recibido: 25-02-2008

Aceptado: 24-07-2008

Uso de la leguminosa (*Vigna sinensis*) como complemento del pollo en una fórmula infantil

Marisa Guerra Modernell, Marisela Granito, Mariangel Paolini, Cristina Olaizola

Universidad Simón Bolívar. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Baruta, Caracas -Venezuela

RESUMEN. Las leguminosas mundialmente representan una fuente proteica importante. En Venezuela generalmente se preparan en el hogar y son consumidas por los adultos como sopa o guiso, mientras que los niños las consumen muy poco. A los fines de incorporar leguminosas en la alimentación de niños se realizó el presente trabajo utilizando frijol (*Vigna sinensis*), como complemento del pollo en una fórmula nutricionalmente adaptada a los requerimientos de niños. Se desarrollaron varias formulas y en base a su aceptabilidad se seleccionaron tres. La primera constituida principalmente por pollo como fuente proteica, en la segunda se sustituyó parcialmente el pollo por frijol, y en la tercera solo se usó frijol. Otros ingredientes fueron: arroz, auyama (*Cucurbita máxima*), zanahoria, y algunos condimentos. Se realizó el análisis proximal, calidad proteica (relación de eficiencia proteica y digestibilidad) y evaluación sensorial (escala hedónica de 7 puntos). La composición proximal fue similar en las tres fórmulas: proteína (3,5%), grasa (1,3%) y carbohidratos (19,7%), con una buena distribución del aporte energético (98,9 kcal o 413,8 kJ por 100g). La calidad de la proteína en la fórmula pollo-frijol fue superior a la de frijol, al igual que la digestibilidad. La aceptabilidad con las madres fue mayor en la fórmula pollo-frijol que en la de frijol. La aceptabilidad de la formula pollo-frijol con los niños fue de 77% (escala hedónica facial) y 92% (midiendo consumo). La fórmula pollo-frijol por su alta aceptabilidad y buena calidad proteica; podría ser incluida en los almuerzos de los hogares de cuidado de niños institucionalizados.

Palabras clave: Fórmula infantil, pollo, leguminosa, *Vigna sinensis*.

SUMMARY. Use of cowpea (*Vigna sinensis*) as a chicken complement in an infant formula. Legumes represent an important protein source worldwide. In Venezuela, they are generally prepared at home and are consumed by adults, as soup or stew, while children eat them in very small quantities. In order to include legumes in the children's diet, the following work was done using cowpea (*Vigna sinensis*) as an complement of chicken in the preparation of a nutritionally balanced formula, adapted to the requirements of children. Several formulas were developed and three of them were selected based on their acceptability. In the first formula, the protein source was only of chicken. In the second formula, the chicken was partially substituted by cowpea, and in the third formula, the protein source was only made of cowpea. Other formula ingredients included rice, pumpkin (*Cucurbita maxima*), carrot and some seasonings. Proximal analysis, protein quality (as protein efficiency ratio and protein digestibility) and sensory evaluation (7-point hedonic scale) were performed on the formulas. The proximal composition was similar in the three formulas: protein (3.5%), fat (1.3%) and carbohydrates (19.7%), with a good distribution of the energy contribution (98,9 kcal/100g or 413,8 kJ/100g). The protein quality and protein digestibility were higher for the chicken-cowpea formula than for the cowpea one. The acceptability with the mothers was higher for the chicken-cowpea formula than for the cowpea one. The acceptability of the chicken-cowpea formula with children was 77% (7-point hedonic facial scale) and 92% (measuring consumption). Due to the high acceptability and good protein quality, the chicken-cowpea formula could be included in the lunch meal of the children in daycare homes.

Key words: Infant formula, chicken, legumes, cowpea.

INTRODUCCION

Las leguminosas son importantes componentes de la dieta tanto en los países industrializados, como en vías de desarrollo, constituyendo la fuente principal de proteínas de numerosas poblaciones del mundo, principalmente en aquellas regiones donde la disponibilidad de proteínas de origen animal o el acceso a estas son escasos (1).

Las leguminosas prácticamente no se utilizan en la alimentación infantil, a excepción de la soya, la cual es industrializada para obtener aislados, concentrados y harinas que se utilizan en leches para intolerantes a la lactosa y diferentes mezclas con cereales (2). Las otras leguminosas en

los países en vías de desarrollo, se usan principalmente en preparaciones del hogar donde se incluyen en muchos alimentos y se combinan con cereales, vegetales y con carne, siendo el pollo la que más se utiliza para la alimentación infantil, debido a su alta digestibilidad y valor biológico con lo que se eleva la calidad de la proteína de la preparación (3-7).

La mayoría de las sopas comerciales de vegetales o de mezclas de los mismos con productos carnicos que puedan incluir leguminosas se hacen deshidratadas, para aumentar su vida útil. Éstos son definidos como productos elaborados que requieren la adición de agua y calentamiento por corto tiempo para su preparación (8), y los alimentos para niños de corta

edad o lactantes, son comercializados como colados de vegetales o carnes y son definidos como productos comercialmente estériles preparados a base de materias primas alimenticias aprobadas por la autoridad sanitaria competente, destinado al consumo infantil. Su textura debe ser fina y uniforme y de un tamaño de partículas que no requiera o incite a la masticación de acuerdo a las normas de cada país (9).

En el desarrollo de las fórmulas infantiles debe considerarse la densidad energética de los alimentos, el tipo de carbohidratos, grasas y la osmolaridad de la fórmula (10,11). También es importante tomar en cuenta el procesamiento, la preparación, funcionalidad y aceptabilidad de los productos desarrollados, tanto por el niño como por la madre (12). De acuerdo a los ingredientes presentes en los alimentos, estas pueden considerarse completas si tienen los ingredientes intactos (sin hidrolizar) y se clasifican en tres tipos de acuerdo a su estado físico, como fórmulas licuadas, fórmulas lácteas o fórmulas libres de lactosa. Las fórmulas licuadas están constituidas por ingredientes de tamaño grande que pueden ser licuados en el hogar u obtenidos como productos comerciales a partir de: carnes, huevo, leche, cereales, frutas, vegetales y aceite de maíz o soya. La osmolaridad de las fórmulas está entre 300 y 435 mOsm, su densidad energética alrededor de 1kcal / mL y son ricas en residuos y muy viscosas. Éstas son apropiadas para la alimentación de niños con un tracto intestinal anatómico y funcionalmente intacto, y se utilizan generalmente en mayores de 6 meses (13).

En Venezuela, en diferentes instituciones públicas que se dedican al cuidado diario de niños mayores de 6 meses, en el almuerzo se les suministran diferentes tipos de cremas o sopas las cuales incluyen carnes y principalmente pollo, sin embargo, la mayoría de los alimentos que incluyen carne se dan con menor frecuencia por ser muy costosos (14), por lo cual para tratar de diversificar el alimento de los niños y aumentar el consumo de leguminosas, ya que estas resultan mas económicas, se realizó el presente trabajo cuyo objetivo fue utilizar frijol (*Vigna sinensis*) como extensor de la carne de pollo en el desarrollo de una fórmula nutricionalmente adaptada a los requerimientos de los niños mayores de 1 año, que pudieran ser utilizadas en las instituciones para su alimentación.

MATERIALES Y METODOS

Materiales: Se utilizó carne de pollo, auyama (*Cucurbita máxima*), frijol (*Vigna sinensis*), arroz (*Oryza sativa*), aceite y condimentos. Todos fueron adquiridos en un supermercado de la localidad. Los criterios de formulación fueron: densidad energética > 0,6 Kcal/mL; contenido proteico > 2,0 g/100 mL; calidad proteica > 80% de la caseína y sólidos totales > 8 g/100 g.

Preparación de la fórmula: Los frijoles se limpiaron y luego fueron colocados en remojo (10 partes de agua por cada parte de frijol) por 16 horas a temperatura ambiente. Posteriormente se sometieron a un proceso de cocción por media hora. Se mezclaron los ingredientes: auyama (*Cucurbita máxima*) pelada y picada, frijoles cocidos, pollo crudo, arroz crudo y sal. Los condimentos (ajo, pimentón, cilantro y cebollín) previamente “sofritos” en el aceite vegetal. Los ingredientes mezclados fueron sometidos a cocción hasta ablandarse (35 minutos para un litro de sopa). Luego la fórmula fue licuada y servida. Igualmente se preparó una fórmula a base de frijol y otra a base de pollo sin piel. Los ingredientes de las fórmulas se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1
Ingredientes utilizados en las fórmulas (g/L)

Ingrediente	Pollo-frijol	Pollo	Frijol
Piezas de pollo sin piel (crudo)	200	340	-
Frijol (cocido y escurrido)	140	-	340
Auyama (pelada y picada)	110	110	110
Arroz (crudo)	70	70	70
Aceite vegetal	3	3	3
Sal	5	5	5
Condimentos	30	30	30
Zanahoria	22	22	22
Agua CSP*	1 litro	1 litro	1 litro

* CSP= Cantidad Suficiente Para

Evaluación de la fórmula: Se determinó humedad, proteína (N x 6,25), cenizas, grasas, carbohidratos (por diferencia) y fibra dietética, fibra total soluble e insoluble de acuerdo a la metodología del AOAC (15). La energía se calculó en base al método de Awater (12). La calidad proteica en el alimento deshidratado por liofilización, se evaluó determinando la digestibilidad aparente *in vivo* usando el método de recolección de heces de Allison (16) y la relación de eficiencia proteica (PER), con dos grupos de 6 ratas Sprague-Dowley cada una, de 21 días de nacidas y con peso aproximado de 35 g a las que se le suministraron dietas con 10% de proteínas de los alimentos y una dieta control con 10% de caseína (15). Los ensayos se realizaron durante 21 días, con registros de peso interdiarios de los animales y el alimento consumido por cada animal. Todos los análisis proximales y la fibra dietética se realizaron por triplicado y se reportó la media de los resultados. Además, la composición proximal se expresó en base a 100 g de muestra seca.

Evaluación sensorial: Se comparó la fórmula pollo-frijol con la de frijol y la de pollo a través de un panel de 16 madres de niños con edades comprendidas entre 12 y 35 meses, con una

prueba de aceptabilidad en la cual se preguntó la preferencia (17). Además en la planilla se preguntaba si se la darían a sus niños. La fórmula preferida por las madres fue evaluada en un hogar de cuidado diario por un panel de 15 niños con edades comprendidas entre 2,5 y 5 años, que utilizaron una escala hedónica de 7 puntos representada por una planilla de expresión facial (en donde 1 significa “me disgusta mucho” y 7 “me agrada mucho”). Además, se determinó la aceptabilidad en base al producto consumido, midiendo la cantidad ofrecida y el sobrante.

Análisis estadístico: Los datos fueron analizados con el Software estadístico Statgraphics Plus v. 5.0 y SPSS V 12. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y para la comparación se utilizó la prueba t-student con un nivel de significancia del 95%.

RESULTADOS

En el desarrollo de las fórmulas, la fuente de proteína utilizada previamente fue pollo, en la forma como se les prepara usualmente con vegetales o fideos. Luego se evaluó la utilización de frijol en varias proporciones y se midió la aceptabilidad preliminar con las madres, hasta obtener la fórmula con mayor aceptabilidad, considerada como la mejor.

Una vez preparada la fórmula a base de pollo y frijol, se determinó la composición proximal, la cual se presenta en la Tabla 2. Se observa que el componente mayoritario en base seca son los carbohidratos, seguido de las proteínas, por lo que se trata de un producto energético-proteico.

TABLA 2
Composición proximal de la fórmula pollo-frijol

Componente	Composición proximal (g/100g)	En base seca (g/100g)
Humedad	75,0	-
Grasa	1,3	5,2
Proteína	3,5	14,0
Ceniza	0,5	2,0
Carbohidratos por diferencia	18,3	73,2
Energía (kcal)	98,9	395,6
Sólidos totales	25,0	100
Fibra dietética total	1,4	5,6
Fibra dietética soluble	0,5	0,2
Fibra dietética insoluble	1,35	5,4

Con respecto a las evaluaciones sensoriales realizadas a la fórmula escogida, se encontró que la aceptabilidad de la fórmula pollo con frijol por parte de las madres fue significativamente mayor que la de la fórmula de pollo con frijol (Figura 1). Adicionalmente, la mayoría de los niños le asignaron una puntuación de 6 a la fórmula de frijol-pollo (Figura 2), lo que indica que la fórmula fue bastante bien aceptada.

FIGURA 1

Comparación de la evaluación sensorial de las fórmulas pollo-frijol, pollo y frijol, con madres como panelistas. Letras distintas significan diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$)

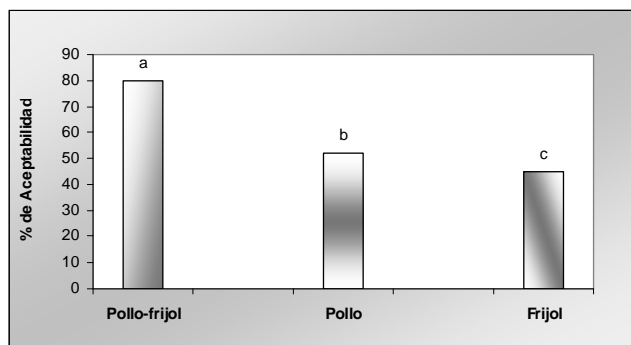
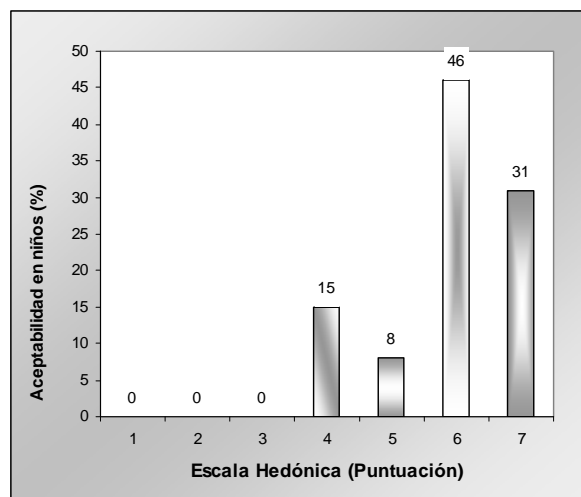


FIGURA 2

Evaluación sensorial de la fórmula, con un panel de niños



La aceptabilidad en niños con edades comprendidas entre 2,5 y 5 años en base al consumo fue de 92,6 %, considerada bastante alta en relación al consumo de otras preparaciones con vegetales que se ofrecen en hogares de cuidado diario.

En cuanto a la calidad proteica de la fórmula, se encontró que tanto la eficiencia proteica como la digestibilidad aparente de la fórmula de pollo-frijol seleccionada, fueron superiores a la fórmula de frijol, aunque nunca llegaron a tener valores tan altos como los de la fórmula de pollo (Figuras 3 y 4). El valor de la caseína (PER 3,4) fue semejante al obtenido para la mezcla pollo-frijol.

FIGURA 3
Eficiencia proteica de las fórmulas de pollo, pollo-frijol y frijol. Letras distintas significan diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$)

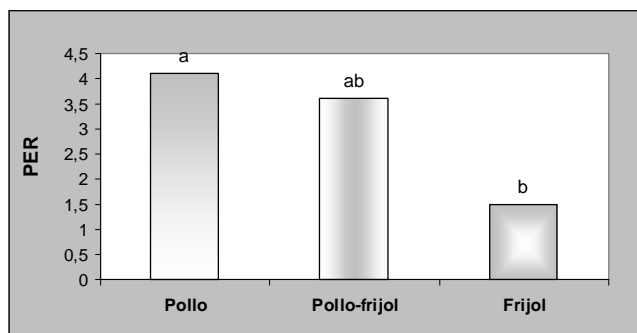
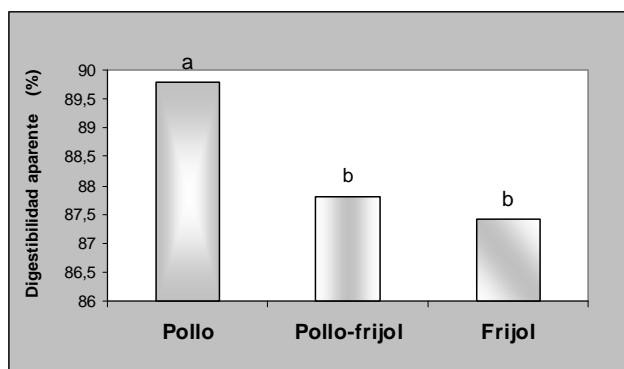


FIGURA 4
Digestibilidad aparente de las fórmulas de pollo, pollo-frijol y frijol. Letras distintas significan diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$)



DISCUSION

En Venezuela se dispone de una variedad de frutos, raíces y tubérculos utilizables como fuentes de nutrientes los cuales actualmente no están siendo explotados con fines industriales, entre estos se encuentra la auyama (*Curcubita máxima*) que junto con la zanahoria son fuentes de carotenoides (18) ambos vegetales se han utilizado tradicionalmente en forma de sopas y papillas en la alimentación de niños (19). Por esta razón, en la formulación del alimento desarrollado se incluyó este vegetal (Tabla 1). Este se acompaña de carne o pescado, pero cuando se usa para la alimentación de niños, casi siempre lo que se utiliza es pollo, que se suministra en forma de papilla que es elaborada en el hogar. Cuando se utilizan vegetales en preparaciones industriales, se deben considerar las especificaciones establecidas (mínimo 2 g/100 g de proteína, máximo 3 g/100 g de grasa y mínimo 8 g /100 g de sólidos totales), por lo que se cumplió satisfactoriamente lo establecido

por la norma venezolana (9). Cuando la preparación se hace en el hogar la composición depende de los ingredientes utilizados, sin embargo, la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela (20) indica los nutrientes aportados por el hervido de gallina que es lo mas parecido a la sopa de pollo preparada en este trabajo, donde se utiliza carne de gallina con diferentes vegetales en los cuales no se incluyen leguminosas. Al comparar ambos alimentos el nivel de energía del hervido es de aproximadamente 500 Kcal, la cual proviene principalmente de la grasa, ya que su contenido es bastante alto (28,4%). La proteína del hervido es ligeramente mayor (16,2%) a la de la fórmula pollo con frijol (Tabla 2), pero muy parecido, lo que hace que el aporte proteico de la fórmula extendida con la leguminosa se considere bueno.

Al comparar los resultados de la Tabla 2 con la composición de la crema de pollo presentada en la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela (20), se observa que esta tiene un contenido de grasa mucho mayor (14,8% en base seca) al de la fórmula de pollo con frijol, ya que el contenido de grasa del frijol es despreciable al compararlo con el del pollo, y este se utilizó sin piel que es donde hay mayor aporte de grasa. Además, se observa que el contenido de carbohidratos es mayor en comparación con la crema de pollo (54,1% en base seca). El contenido de proteína satisface los criterios de formulación establecidos inicialmente, los cuales son aplicados a fórmulas donde no se han modificado sus componentes, como es el caso de las sopas o licuados caseros y colados comerciales (13), productos similares a la sopa desarrollada.

La aceptabilidad de la fórmula por parte de las madres se consideró alta para la fórmula de pollo con fríjol, ya que fue cercana al 80% (Figura 1) y además cuando se le preguntó a las madres si le darían el producto a sus hijos, todas respondieron que si, lo que es un indicativo más de su aceptabilidad, ya que la mayoría de las madres sólo le dan a sus hijos aquellos alimentos que a ellas les gustan. En consecuencia, la fórmula de pollo con fríjol, que fue la más aceptada por las madres, se probó con los niños. La prueba de la fórmula pollo con frijol con los niños, indicó que el 77% de ellos les agradaba, ya que le dieron una puntuación mayor o igual a 6 (Figura 2), lo que nos confirma que la sopa podría ser uno de los alimentos que se les sirva en el almuerzo a los niños en los hogares de cuidado diario.

Anteriormente se ha reportado la inclusión exitosa de leguminosas en el manejo de diarreas, como por ejemplo fórmulas de pollo-soya (4), mezclas de arroz con lentejas (3), por lo que la fórmula desarrollada también podría tener un uso potencial como alimento en el tratamiento de diarrea. Además, algunas fórmulas probadas con éxito en la recuperación de niños con diarrea incluyen entre sus ingredientes arroz, pollo y auyama (21), es decir, muy similares a los ingredientes utilizados en este trabajo.

La inclusión del frijol hace que aumente el contenido de fibra de la sopa, lo que es conveniente desde el punto de vista de la salud ya que se recomienda como componente de una alimentación balanceada (22, 23).

Se han reportado para muestras de frijol crudo, valores de fibra dietética entre 15% y 19%, la cual al ser sometida a un proceso de cocción, se mantiene en un rango de 18% a 19%, lo que indica que el frijol es una fuente importante principalmente de fibra insoluble (24). Los valores encontrados coinciden con los reportados por otros autores (22).

En cuanto a la calidad proteica se obtuvo, que la fórmula de pollo tuvo el valor de PER (Figura 3) y digestibilidad (Figura 4) más elevado, debido a la mayor proporción de proteína de origen animal. De manera similar se obtuvo que la fórmula pollo-frijol tuvo una mayor calidad proteica que la de frijol. Este aspecto es bastante importante en la selección de la fórmula, ya que uno de los criterios de formulación inicialmente establecidos era que la calidad proteica (medida por el PER y la digestibilidad proteica), fuera superior al 80% de la caseína y esta fue mayor. Además, casi todas las normas para alimentos infantiles, especifican que el valor de éstos debe ser mínimo 80% del valor de la caseína (25).

CONCLUSIONES

- La fórmula pollo-frijol fue la de mayor aceptabilidad y tuvo una excelente calidad proteica, lo que nos permite utilizar el frijol como extensor de pollo.
- Dada la alta aceptabilidad en niños y las madres con la sustitución parcial del pollo por frijol, se estimula el consumo de esta leguminosa.
- Debido a la simplicidad de la fórmula y su fácil preparación es posible divulgarla entre los hogares de cuidado diario u otras instituciones donde se sirve almuerzo diariamente a los niños.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al personal y los niños del Hogar de Cuidado Diario Los Mimaditos. A los Licenciados Cecilia Monsalve y Xavier Díaz por su colaboración en la preparación de este trabajo y al Fonacit por el financiamiento para la realización de este trabajo a través del proyecto S1-200100085.

REFERENCIAS

1. Bressani R. Grain quality of common beans. *Food Rev Intern* 1993 9: 217-297.
2. Fernandes M.S, Wang S.H, Ascheri J.L.R, Oliveira M.F, Costa S.A.J. "Harina extruida de gríts de maíz-soya (80: 20) para formulación de crema de espinaca: *Rev Aliment* 2003. 346:89-96
3. Bhutta ZA, Molla Z, Issani S, Badruddin K, Hendrik J. Dietary management of persistent diarrhea: Comparison of a traditional rice lentil diet with soy formula. *Pediatrics* 1992. (Indian edition) 4: 44-51.
4. Carías D, Cioccia A, Hevia P, Romer H, Guerra M. y Brito O. Utilización de nutrientes en niños con diarrea aguda alimentados con fórmula a base de pollo y de soya. *Arch Latinoamer Nutr* 1999. 49: 130-137.
5. Herran OF, and Bautista LE. Quality of mature population's diet and their alimentary pattern in Bucaramanga - Colombia. *Colomb Med* 2005. 36(2):94-102.
6. Terrero O, Álvarez E.G, Alvarez G.J. La orientación nutricional como elemento fundamental en la prevención y tratamiento de enfermedades. *Rev Cub Med* 2002. 18 (5):362-365.
7. Klein C. Nutrient Requirements for Preterm Infant Formulas. *J Nutr* 2002. 132: 1395-1577.
8. Pacheco E. Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano verde. Digestibilidad in vitro del almidón. *Act Científ Venez* 2001. 52: 278-282.
9. Ministerio de Fomento. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 2005:94. Alimentos colados y picados, envasados para lactantes. Caracas, Venezuela. 1ra Rev. FONDONORMA. 1994.
10. NRC/FNB. National Research Council/ Food and Nutrition Board. Nutritional management of acute diarrhea in infancy and children. National Academy Press. Washington, D.C. 1985.
11. O.M.S: Necesidades de energía y proteínas. Informe de una reunión conjunta FAO/OMS/ONU de expertos. Ginebra. 1985.
12. Heimburger D, and Weninsier R. Guidelines for evaluating and categorizing enteral feeding formulas according to therapeutic equivalence. *J Parent Ent Nutr Balt* 1985. 9(1):61-67.
13. Bernard M, Jacobs D, and Rombeau J. Nutritional and metabolic support of hospitalized patients. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 1986. P 71-84.
14. Hernández B, y Guerra M. Evaluación de la aceptabilidad de una fórmula para niños con diarrea en una comunidad marginal. *Rev Soc Venez Gast* 1995. 49 (2):122-127.
15. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 15th. Ed. Pub. By A.O.A.C., Washington, D. C. 1990.
16. Allison A. M. Biological evaluation of protein. *Physiol. Rev.* 1965 35:644
17. Wittig E. Evaluación sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. Cap V. p.83. USACH. 1981
18. Jaffe W, y Entrena A. La auyama; instrumento para el combate de las deficiencias de vitamina A. *Anal Venez Nutr* 1989. 2: 89.
19. Montaldo A, 1977. Cultivos pantropicales de raíces y tubérculos. En: Cultivos de raíces y tubérculos tropicales. p.3, ICCA, San José, Costa Rica.
20. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de los Alimentos. Publicación No.52. Serie de Cuadernos azules. Caracas. 1999.
21. Hernández B. y Guerra M. Desarrollo y evaluación de una fórmula para niños con diarrea a base de auyama, pollo y aceites vegetales. *Arch Latinoamer Nut* 1997. 47 (1).
22. PAK D. N. Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile. *Arch Latinoamer Nutr* 2000 50 (1):97-101.

23. Cabrera Ll. J. L. y Cárdenas F. M. Importancia de la fibra dietética para la nutrición humana. Rev Cub Med Gen Integr 2006. 22 (4).
24. Granito M., Torres A., Frias J., Guerra M. y Vidal-Valverde C. Influence of fermentation on the nutritional value of two varieties of *Vigna sinensis*. Eur F Res Tech 2005. 220 (2): 176-181.
25. Ministerio de Fomento. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1452:93. Alimentos elaborados a base de cereales para niños de pecho y niños de corta edad. Caracas, Venezuela. FONDONORMA. 1993.

Recibido: 31-01-2008

Aceptado: 11-07-2008

Cambios en el perfil de ácidos grasos y microestructura de aguacate Hass tratado con microondas

Rosa I. Guzmán-Gerónimo, Lidia Dorantes

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. México, D.F. Instituto de Agroindustrias.
Universidad Tecnológica de la Mixteca. México

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los cambios en el perfil de ácidos grasos y microestructura en el puré de aguacate por efecto del tratamiento térmico con microondas. Los resultados obtenidos muestran que el componente mayoritario del perfil de ácidos grasos fue el ácido oleico, seguido del ácido palmítico, linoleico y palmitoleico. El perfil de ácidos grasos de los purés no presentó cambios al ser calentado con microondas ($p < 0.05$). Así mismo, no se detectaron ácidos grasos *trans*. Por otra parte, cambios significativos en la microestructura del puré de aguacate tratado con microondas fueron detectados. Se encontró que a tiempos menores de 40 s, se conserva en mayor grado la estructura de los idioblastos del aguacate, mientras que a tiempos mayores de 40 s, se observaron zonas de rompimiento de las paredes y membranas celulares, liberando el aceite y mostrando restos de idioblastos vacíos, lo cual se correlaciona con la evaluación sensorial en donde se encontró que a tiempos de calentamiento de 60 s, las muestras fueron calificadas como aceitosas o grasas.

Palabras clave: Aguacate, microondas, ácidos grasos, microestructura.

INTRODUCCION

El procesamiento térmico con microondas representa una alternativa en cuanto al escaldado de los alimentos, ya que permite un calentamiento rápido y uniforme, minimizando los cambios en el sabor, color, textura y valor nutrimental del producto (1, 2). Estudios previos han demostrado que el tratamiento térmico con microondas disminuye reacciones de oscurecimiento enzimático en el aguacate (3). Así mismo, el efecto combinado del tratamiento con microondas, disminución del pH y adición de sales de zinc permite conservar el color verde en puré de aguacate debido a la formación de complejos clorofila-zinc (4). Sin embargo, para el desarrollo de este procesamiento es importante conocer su influencia en los lípidos y microestructura. La característica

SUMMARY. Fatty acids profile and microstructure of avocado puree after microwave heating. Changes in the fatty acid profile and the microstructure of avocado puree after microwave treatment were evaluated. The main components of the fatty acid profile were oleic, palmitic, linoleic and palmitoleic acids. Fatty acids profile of microwaved avocado puree did not show significant changes ($p < 0.05$). *Trans* fatty acids were not detected. Microwaved avocado puree showed significant changes in its microstructure. Samples treated with microwaves for less than 40 s preserved the cells shape, causing only a minimal modification. On the other hand, microwave treated avocado puree using more than 40 s, showed a disruption of idioblast oil cells, releasing the oil contained on them. The results might be explained based on the sensory evaluation that was performed on the microwaved avocado puree, where samples at 60 s showed oily texture and grassy flavor.

Key words: Avocado, microwave treatment, fatty acids, microstructure.

más importante en el fruto del aguacate es su elevado contenido de lípidos, siendo la principal fracción lipídica los triacilglicéridos (5). Diversos reportes indican que durante el procesamiento térmico de los alimentos, a partir de los lípidos pueden generarse compuestos con efectos negativos en el metabolismo humano como son los ácidos grasos *trans*. Estos compuestos se comportan como ácidos grasos saturados y tienen algunos efectos adversos en el metabolismo humano, como la inhibición de la instauración y alargamiento de los ácidos linoleico y linolénico para formar otros ácidos grasos de importancia para el organismo como es el ácido araquidónico (20:4) precursor de los ácidos eicosanoides (7). Además, los ácidos grasos *trans* producen un efecto negativo en las lipoproteínas del plasma humano, incrementando las lipoproteínas de baja densidad y disminuyendo las de alta densidad, contribuyendo a una mayor incidencia de las enfermedades cardiovasculares (8). Debido a lo anterior, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) ha establecido la inclusión de los ácidos grasos *trans* en el recuadro de la Declaración Nutrimental para alimentos convencionales, expresando el porcentaje de grasa

Apoyo de la RED ALFA (Food Quality in Food Engineering) de la Comunidad Europea y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México.

saturada como la suma de ácidos grasos saturados y ácidos grasos *trans*, cuyos límites permisibles van de 0.5 a 4.0 g por ración, considerando como libres de ácidos grasos *trans* aquellos alimentos que contienen menos de 0.5 g (9).

Con base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento térmico con microondas en el perfil de ácidos grasos y microestructura del aguacate.

METODOLOGIA

Materia prima

El fruto de aguacate variedad Hass (*Persea americana*, Mill) procedente de Michoacán, México, se adquirió en estado maduro en un mercado local de la Ciudad de México, con un color en la cáscara negro uniforme y un contenido de extracto etéreo de $16.5\% \pm 1.2\%$.

Preparación del puré de aguacate

Los aguacates fueron lavados con detergente y agua corriente antes de su uso. La pulpa de aguacate se mezcló con una solución de cloruro de zinc (120 ppm) en una relación (3:1 p/p) durante 1 min utilizando un homogenizador marca Braun, con objeto de conservar mejor el color de las clorofilas como sugieren los resultados de un trabajo previo (4). El pH del puré de aguacate (6.5) se ajustó a un pH 5.5 con ácido ascórbico.

Tratamiento térmico del puré de aguacate con microondas

Se pesaron 20 g del puré en placas de petri de 5 cm de diámetro y se calentaron en un horno de microondas doméstico (Marca Panasonic, Modelo NN-6468, Secaucus NJ, USA.) operando a una frecuencia de 2450 MHz con una potencia de salida de 700 W durante 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 segundos, inmediatamente se enfriaron en un baño de hielo. Las muestras se elaboraron por duplicado. Cabe mencionar que para el análisis de lípidos neutros, el puré de aguacate tratado con microondas se liofilizó durante 24 h y se almacenó bajo atmósfera de nitrógeno, obteniéndose un producto en polvo. La potencia nominal del horno de microondas se determinó de acuerdo al método descrito previamente por Buffler (10). Con la finalidad de determinar la energía (E) expresada en KJ/g, que se aplicó con las microondas a los diferentes tiempos se utilizó la siguiente ecuación:

$$E = Pt/m$$

donde:

P = potencia de las microondas (633 W)

t = tiempo de exposición (s)

m = masa de las muestras (g)

Extracción de lípidos neutros

La extracción de lípidos de la muestra liofilizada se realizó utilizando hexano en una relación 1:5 (m:v) durante un minuto y se filtró a través de un filtro de Büchner. El residuo se extrajo dos veces más. Se combinaron los extractos y se traspasaron a un embudo de separación, se adicionó agua (una cuarta parte del volumen total) y se agitó lentamente, se dejó reposar formándose dos fases. La fase orgánica se filtró a través de sulfato de sodio anhidro y se concentró en un rotavapor a 35°C con presión reducida. La muestra se pesó y se almacenó bajo una atmósfera de nitrógeno y en congelación hasta su posterior análisis.

Análisis de ácidos grasos metilados

La técnica empleada para la metilación de los ácidos fue la recomendada por la A.O.C.S. (11) utilizando boro trifluoruro 14% en metanol como agente metilante. Se utilizó metil éster del ácido heptadecanoico como estándar interno. Para separar los ácidos grasos metilados se utilizó un cromatógrafo Hewlett Packard 5890 Series II equipado con un detector de ionización de flama y una columna capilar BXP-70 60 m x 0.25 mm x 0.25 mm, siendo la fase móvil helio a una velocidad de flujo de 1 ml/min. Se empleó un programa de temperatura de 120 °C sostenido 0.5 minutos con un gradiente de 4 °C/minuto hasta 230 °C sostenido 5 min. (Split 50:1). La temperatura del inyector y detector fueron 230 °C y 250 °C, respectivamente. Los componentes se identificaron comparando sus tiempos de retención con una mezcla de estándares. Las muestras se analizaron por triplicado.

Microscopía de luz

Con la finalidad de evaluar los cambios en el mesocarpio del aguacate por efecto del tratamiento térmico con microondas, se analizó su microestructura mediante microscopía de luz (CDI, 1000X) (12). Para ello, muestras de aguacate sin tratar y calentado con microondas durante 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 segundos se colocaron en portaobjetos, se taparon con cubreobjetos y se observaron al microscopio.

Evaluación sensorial

Para evaluar el efecto del tratamiento con microondas en el sabor del puré de aguacate se utilizó una prueba sensorial de ordenamiento con 6 jueces entrenados (13). Las muestras a evaluar fueron puré de aguacate tratado con microondas a 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 segundos. Para su evaluación, las muestras se presentaron en una forma común de ser ingeridas por el consumidor como son tortillas fritas con puré de aguacate (tostadas de maíz sin sal).

Análisis estadístico

Los datos correspondientes al perfil de ácidos grasos se analizaron mediante análisis de varianza a un nivel de significancia de $p < 0.01$ empleando el programa Excel del paquete Office 2000.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran que los ácidos grasos insaturados constituyeron la principal fracción en el aguacate, siendo el componente mayoritario el ácido oleico (63.5 %), seguido por el ácido linoleico (8.67 %) y el ácido palmitoleico

(6.20 %); mientras que el ácido palmítico fue el único ácido graso saturado presente en cantidades significativas (18.7%) (Tabla 1). Así mismo, se observó que el perfil de ácidos grasos del aguacate sin calentamiento en comparación con las muestras tratadas con microondas no presentó diferencia significativa ($p < 0.05$). Al calcular la energía aplicada de las microondas en el puré de aguacate, se observó que a tiempos de calentamiento menor de 40 s se obtuvieron valores inferiores a 1 KJ/g, mientras que el valor obtenido a 60 s fue de 1.89 KJ/g. La temperatura en las muestras tratadas con microondas alcanzó valores de 70.2 a $92.5^{\circ}\text{C} + 0.5$.

TABLA 1
Perfil de ácidos grasos en el puré de aguacate calentado con microondas durante 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 segundos

Acido graso (%) ^a	Tiempo de tratamiento (segundos)						
	0	10	20	30	40	50	60
C16:0	18.7 ± 0.20	19.0 ± 0.22	19.1 ± 0.10	19.5 ± 0.09	19.3 ± 0.38	19.2 ± 0.27	19.3 ± 0.10
C16:1	6.2 ± 0.08	6.72 ± 0.05	6.70 ± 0.03	6.82 ± 0.05	6.77 ± 0.12	6.76 ± 0.12	6.73 ± 0.05
C18:0	1.15 ± 0.09	1.12 ± 0.06	0.79 ± 0.05	0.77 ± 0.04	0.62 ± 0.03	0.75 ± 0.04	0.64 ± 0.03
C18:1	63.5 ± 1.02	63.0 ± 0.12	63.3 ± 0.18	62.8 ± 0.32	62.9 ± 0.54	63.1 ± 0.92	62.7 ± 0.09
C18:2	8.67 ± 0.12	8.73 ± 0.08	8.77 ± 0.03	8.73 ± 0.24	8.81 ± 0.00	8.85 ± 0.05	8.86 ± 0.07
C18:3	1.82 ± 0.01	1.41 ± 0.01	1.35 ± 0.03	1.33 ± 0.00	1.59 ± 0.04	1.33 ± 0.03	1.81 ± 0.01

^a No hay diferencia significativa entre las muestras ($p < 0.05$).

Con respecto al efecto del tratamiento con microondas en la microestructura, se observó en el puré de aguacate sin tratar la presencia de idioblastos (Figura 1a), los cuales corresponden a células poliédricas a redondeadas, cuyas paredes están engrosadas y suberizadas, y contienen una sola gran gota de aceite (14). La micrografía (Figura 1a) mostró que los idioblastos tienen diferentes tamaños: 4, 10, 15 y 20 μm .

En las micrografías correspondientes al puré de aguacate tratado con microondas se observó la aparición de rugosidades a partir de un tiempo de calentamiento de 20 s (Figura 1b) esto posiblemente debido a cambios en las estructuras complejas de las células. A medida que se incrementó el tiempo de calentamiento (Figura 1c), el cambio en la estructura de las paredes celulares de estas células es mayor, ya que a 60 s (Figura 1d) se observaron zonas de rompimiento de las paredes y membranas celulares, liberando el aceite y mostrando restos de idioblastos vacíos.

Con respecto a los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, se encontró que las muestras calentadas por 60 s tuvieron menor preferencia en comparación con las muestras calentadas por 30 s (datos no mostrados).

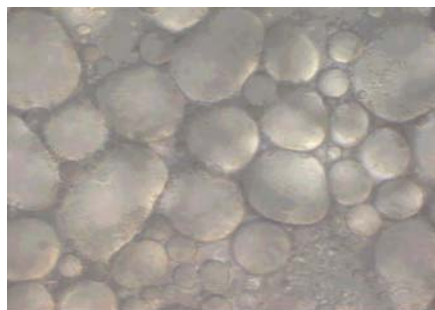
DISCUSION

Con respecto al perfil de ácidos grasos del puré de aguacate no tratado térmicamente se observó que este patrón fue similar al reportado por Carranza-Madrigal y Col. (15). Así mismo, los resultados obtenidos sugieren que los tiempos de calentamiento aplicados permiten obtener un producto en el cual la composición de ácidos grasos no se ve afectada. Estos datos coinciden con estudios realizados en arroz que reportan que el perfil de ácidos grasos de arroz calentado con microondas no presenta cambios significativos durante su almacenamiento (16), así mismo, investigaciones realizadas en aceite de cáñamo calentado con microondas durante 0, 3, 6 y 12 min señalan mínimas diferencias en el perfil de ácidos grasos del aceite calentado con microondas en comparación con el control (17).

Por otra parte, en el presente trabajo no se detectaron ácidos grasos *trans* en las muestras tratadas con microondas, lo que sugiere que el tratamiento con microondas no afecta el contenido nutricional del puré de aguacate. Esto coincide con estudios realizados en aceite de aguacate extraído con microondas en donde al aplicar energías menores a 1 KJ/g no se generan ácidos grasos *trans* (18), mientras que a energías superiores a 2 KJ/g se detectaron los mayores niveles de ácidos grasos *trans*, el cual corresponde a una temperatura mayor a 100°C , y que es superior a la temperatura alcanzada en el presente estudio.

FIGURA 1

Micrografías del puré de aguacate calentado durante 0 (a), 20 (b), 40 (c) y 60 (d) segundos (CDI, 1000X)



A)



B)



C)



D)

En relación al análisis de la microestructura del puré de aguacate tratado con microondas, los datos obtenidos sugieren que la ruptura de los idioblastos influye en la calidad sensorial del puré de aguacate al liberarse el aceite contenido en ellos, de ahí que los jueces evaluarán las muestras calentadas a tiempos mayores de 60 segundos como aceitosas y grasas. Estudios realizados en cuanto a la extracción de aceite de aguacate con microondas indican que cuando se aplica una energía de 1.89 KJ/g hay un rompimiento de los idioblastos (18). Así mismo estudios realizados en cuanto a la influencia del tratamiento térmico con microondas en la composición de volátiles, indican que en el puré de aguacate a 60 s de calentamiento se producen mayor cantidad de compuestos volátiles derivados de la oxidación de lípidos, lo cual podría influir en la calidad sensorial de este producto (19).

Los datos obtenidos en el presente trabajo sugieren que a tiempos menores 40 s, se puede obtener un producto con buen sabor y textura, sin alterar su contenido nutricional en cuanto a los lípidos. Estos datos apoyan los resultados obtenidos en estudios previos, en donde se señala que a tiempos de 30 s se minimizan reacciones de oscurecimiento en el puré de aguacate, lo cual permite mantener el color del producto (3).

CONCLUSIONES

El tratamiento con microondas del puré de aguacate tiene un efecto positivo en la calidad nutricional del producto, al no afectar el perfil de ácidos grasos y no producir ácidos grasos *trans*. A tiempos menores de 40 s, se conservó en mayor grado la microestructura del puré de aguacate, siendo preferidas por los jueces las muestras que fueron procesadas a un tiempo de 30 s. En suma, los resultados obtenidos indican que el tratamiento con microondas es una tecnología emergente con potencial para el procesamiento del aguacate.

AGRADECIMIENTOS

Dra. Margarita Naish de la Universidad de Reading, UK por las valiosas aportaciones realizadas para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

REFERENCIAS

1. Kidmose U, Martens, HJ. Changes in texture, microstructure and nutritional quality of carrot slices during blanching and freezing. *J. Sci. Food Agric.* 1999. 79: 1747-1753.
2. Ramesh M, Wolf W, Tevini D, Bognár A. Microwave blanching of vegetables. *J. Food Sci.* 2002. 67: 391-398.

3. Dorantes L, Gutiérrez G, Barbosa-Cánovas G. Microwave and convencional heating inactivation of avocado polyphenoloxidase. En: *Innovations in Food Processing*; Barbosa-Cánovas G, Gould G, (Eds) Technomic, USA, 2000. pp. 149-161.
4. Guzmán R, Dorantes L, Hernández H, Hernández H, Ortiz A, Mora R. Effect of zinc and copper chloride on the color of avocado puree heated with microwaves. *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.* 2002, 3: 47-53.
5. Seymour G, Turker G. Avocado en: biochemistry of fruit ripening. Editado por Seymour G, Taylor J, Tucker G. Editorial Chapman & Hall. 1993. pp. 53-81.
6. Chan H. The mechanism of autoxidation en: autoxidation of unsaturated lipids. Editado por Chan H. Editorial Academic Press. London, UK. 1987. pp. 1-16.
7. Krumel D. Lípidos. en: *Nutrición y dietoterapia de Krause*. Editado por M.L Kathleen y M.S Escote-Stump. Editorial McGraw-Hill Interamericana. New York. 1998. pp. 49-61.
8. Pendersen J, Johansson L, Thelle DS. *Trans*-fatty acids and health. *Tidsskr. Laegeforen.* 1998. 118: 3474-3480.
9. Institute of Food Science and Technology. *Trans* fatty acids (TFA). 2007. <http://www.ifst.org/uploadedfiles/cms/store/ATTACHMENTS/tfas.pdf>
10. Buffler C. *Microwave Cooking and Processing*. Van Nostrand Reinhold: AVI. New York, USA. 1993. pp. 157-159.
11. A.O.C.S. 1994. Official Methods and recommended practiques of the American Oil Chemists' Society . Método Ce 2-66.
12. Aguilera J, Stanley D. *Microestructural Principles of Food Processing and Engineering*. Editorial Elsevier. 1995. pp. 35-40.
13. Pedrero F, Pangborn R. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Editorial Alhambra, México. 1989. pp. 110-115.
14. Barrientos A, García E, Avitia E. Anatomía del fruto del aguacate, ¿drupa o baya?. *Revista Chapingo Sene Horticultura* 1995. 2: 189-198.
15. Carranza-Madrigal J, Herrera-Abarca J, Alvizouriz MM, Alvarado-Jímenez M, Chávez-Carvajal F. Effects of a vegetarian diet vs. a vegetarian diet enriched with avocado in hypercholesterolemic patients. *Arch. Med. Res.* 1997. 28: 537-541.
16. Ramezanzade F, Rao R, Prinyawiwatkul W, Marshall W, Windhauser M. Effects of microwave heat, and storage temperature on fatty acid and proximate compositions in rice bran. *J. Agric. Food Chem.* 1999. 48: 467-464.
17. Oomah DB, Busson M, Godfrey VD, Drover JCG. Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chem.* 2002. 76: 33-43.
18. Ortiz MA. Influencia de los métodos de extracción del aceite de aguacate variedad Hass en la formación de enantiómeros de los ácidos grasos omega 3, 6 y 9. Tesis doctoral. ENCB-IPN. 2002. pp. 65-68.
19. López MG, Guzmán GR, Dorantes AL. Solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry of volatile compounds from avocado puree after microwave processing. *J. Chrom. A.* 2004. 1036: 87-90.

Recibido: 22-11-2007

Aceptado: 16-07-2008

Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces

F. C. Padilla, A. M. Rincón, L. Bou-Rached

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Farmacia, Unidad de Análisis de Alimentos. Caracas, Venezuela

RESUMEN. Los alimentos de origen vegetal en especial las frutas y los vegetales presentes en la dieta de acuerdo a estudios epidemiológicos realizados, pueden ejercer un efecto protector contra algunas enfermedades tales como el cáncer y trastornos cardiovasculares. Esta propiedad se debe a la presencia de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante como la vitamina C, E, β -caroteno, y una mezcla compleja de compuestos fenólicos. El objetivo de este trabajo fue estudiar en una serie de productos de origen vegetal, la relación entre el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante. Los polifenoles fueron determinados luego de su extracción en solución metanólica por el método de Folin-Ciocalteu. La actividad antioxidante fue evaluada usando los métodos del β -caroteno/linoleato, el poder reductor, y la actividad antirradical. Los productos estudiados fueron las semillas y/o pericarpios de: *Theobroma cacao* (cacao), *Campsiandra comosa* Benth (chiga), *Sorghum bicolor*, L. Moench (sorgo), *Melicoccus bijugatus* (mamón). El pericarpio del mamón presentó el más bajo contenido de polifenoles (1,40 EAGg/100g) y el cacao el más alto (6,66 EAGg/100g). El poder reductor del cacao resultó ser el más alto y equivalente al poder reductor de 5,80g de ácido ascórbico / 100g, seguido por la chiga. Asimismo, las semillas de chiga y de cacao presentaron una actividad antioxidante, comparable a la del butil hidroxianisol antioxidante sintético. El mayor poder antirradical lo presentó la semilla de chiga con un EC_{50} de 2,67 g/gDPPH. El contenido de polifenoles totales se correlaciona bien con la actividad antioxidante; asimismo, estas semillas o granos podrían tener los efectos beneficiosos para la salud atribuidos a otras frutas y vegetales.

Palabras clave: Polifenoles, actividad antioxidante, *Theobroma cacao*, *Melicoccus bijugatus*, *Campsiandra comosa*, *Sorghum bicolor*.

INTRODUCCION

Los alimentos de origen vegetal en especial las frutas, vegetales, nueces, vino tinto y jugos presentes en la dieta, de acuerdo a estudios epidemiológicos realizados pueden ejercer un efecto protector contra algunas enfermedades tales como el cáncer, trastornos cardiovasculares y cerebrovasculares (1). Esta propiedad se debe a la presencia de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante como la vitamina C, E, β -caroteno, y una mezcla compleja de compuestos fenólicos. Los polifenoles son compuestos provenientes del metabolismo

SUMMARY. Polyphenol content and antioxidant activity of several seeds and nuts. Foods from plant origin not only provide human diet with certain antioxidant vitamins (C, E and β -carotene), but also a complex mixture of polyphenols, with antioxidant activity. Numerous studies have been focused on the protective and preventing effect of this antioxidant activity on certain degenerative illnesses such as cardiovascular, cancer, and neurological diseases, cataracts and oxidative stress dysfunctions. The objective of this work was to evaluate total polyphenol content and antioxidant activity of several seeds, nuts, or grains such as *Theobroma cacao*, *Campsiandra comosa* Benth (chiga), *Sorghum bicolor*, L. Moench, *Melicoccus bijugatus* (genip). Total polyphenol content was assessed by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant activity by the β -carotene/linoleate, reducing power, and the anti-radical activity methods. Results showed genip pericarp with the lowest polyphenol content (1.40 gGAE/100g), and cacao beans with the highest (6.66 gGAE/100g). Reducing power of cacao beans was also the highest and similar to the reducing power of 5,80g ascorbic acid /100g, followed by *Campsiandra comosa*. Moreover, *Campsiandra comosa* and cacao seeds presented an antioxidant activity comparable to that of the butylhydroxianisol, a synthetic antioxidant. The highest anti-radical activity was shown by *Campsiandra comosa* with an EC_{50} of 2.67 g/gDPPH. Total polyphenol content shows a good correlation with the antioxidant activity. Moreover, these seeds might have the same health beneficial effects attributed to other fruits and vegetables.

Key words: Polyphenols, antioxidant activity, *Theobroma cacao*, *Melicoccus bijugatus*, *Campsiandra comosa*, *Sorghum bicolor*.

secundario de las plantas y se encuentran naturalmente en alimentos y bebidas de origen vegetal. Desde el punto de vista químico se caracterizan por la presencia de uno o más anillos tipo benceno. Ellos se relacionan directamente con algunas características de los alimentos como son el sabor, color, la palatabilidad y el valor nutricional. Entre estos compuestos se encuentran los ácidos fenólicos y flavonoides como el ácido cumárico y la quercetina y los taninos, entre los cuales el más activo biológicamente es la epicatequina. Estos fenoles con peso molecular relativamente alto tienen un poder antioxidante 20 veces más fuerte que la vitamina E (1).

La actividad antioxidante, consecuencia de la presencia y estructura química de los polifenoles, ha centrado interés en los posibles efectos beneficiosos para la salud de los alimentos y bebidas ricos en polifenoles (2). Los antioxidantes protegen el organismo de los radicales libres, moléculas altamente reactivas que pueden dañar el organismo a nivel celular. Este daño producido por los radicales libres puede aumentar el riesgo al desarrollo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades degenerativas. Los antioxidantes desactivan los radicales libres, minimizando el daño y protegiendo el organismo de este tipo de enfermedades. Esto ha traído interés en los antioxidantes presentes de forma natural en la dieta humana (3). Todas las semillas utilizadas en el estudio son comestibles, aun en el caso de las semillas de mamón las cuales son usadas por los indígenas de la región del Orinoco (Venezuela y Colombia) en casos de diarrea en niños y en la forma de harina en la preparación de pan para sustituir el casabe (4).

El objetivo de este trabajo fue estudiar en una serie de productos de origen vegetal *Theobroma cacao*, *Campsiandra comosa* Benth (chiga), *Sorghum bicolor*, L. Moench (sorgo), *Melicoccus bijugatus* (mamón), el contenido de polifenoles totales, su relación con la actividad antioxidante, además de aportar datos para la ampliación de la tabla de composición de alimentos.

MATERIALES Y METODOS

Obtención y preparación de las muestras: Las muestras secas de cacao fueron obtenidas en Caucagua, Edo Miranda, la chiga en la región del alto Apure, el sorgo variedad Himeca 400 donado por la empresa SEMINACA (Palo Negro, Aragua) y el mamón en el mercado en Caracas. Las semillas de mamón se liofilizaron. Tanto las semillas de cacao como de mamón se desgrasaron previamente, a temperatura ambiente con hexano. Todas las muestras fueron sometidas a molienda y tamizadas por un tamiz malla 60, y luego se les determinó el contenido de humedad a 100°C.

Extracción y cuantificación de los polifenoles: 1g de muestra se extrajo a temperatura ambiente con una mezcla acidificada de metanol-agua (50:50) durante 1h con agitación constante, se centrifuga a 3000 rpm y se filtra, el residuo se extrae luego con acetona-agua (70:30), se centrifuga y se filtra, los filtrados se combinan en el balón aforado de 100ml y se lleva a volumen con una mezcla 50:50 de las dos soluciones extractivas (5). En una alícuota de 0.5 ml del extracto se determinan los polifenoles totales con el método de Folin-Ciocalteu (6) usando una curva patrón de ácido gálico en un rango de concentración de 20 – 500 µg/ml. Los resultados se expresan como equivalentes de ácido gálico (EAG) g/100g de muestra seca.

Poder reductor. Se determinó por el método de Yen y Duh (7) tomando 1 ml del extracto metanólico, y comparando la absorbancia leída contra una curva patrón de ácido ascórbico, expresando los resultados en equivalentes de ácido ascórbico (EAAs) g/100g de muestra seca.

Método de decoloración del β -caroteno: La actividad antioxidante de los extractos fue evaluada por medio del sistema modelo del β -caroteno-linoleato (8) modificado en el sentido que se utiliza el mismo extracto metanólico y no se realiza una extracción de las muestras con etanol. 1ml de una solución de β -caroteno en cloroformo (0,2 mg/mL) se mezcla en un balón aforado de 50ml con 20 mg de ácido linoleico y 200mg Tween 40. Se evapora el cloroformo con corriente de nitrógeno, al residuo se añaden lentamente con agitación vigorosa, 10 ml de agua destilada y oxigenada por agitación, para formar la emulsión, se lleva a volumen con agua destilada. Se toman alícuotas de 4ml de la emulsión y se colocan en tubos de ensayo que contienen: a) 0,2 ml del extracto metanólico de la muestra, b) 0,2 ml de una solución de (100ppm) BHA en metanol que se usa como comparación, c) 0,2ml de metanol como control y d) un blanco con 4 ml de la emulsión sin adición de β -caroteno y 0,2 ml de metanol. Se leen las absorbancias a 470nm de todos los tubos al tiempo cero ($t=0$). Los tubos se cubren con papel de aluminio, se colocan en un baño de agua a 50°C y se leen las absorbancias cada 15min hasta desaparición del color del β -caroteno en el tubo control. La extracción se realiza por duplicado y las lecturas de las absorbancias se realizan por triplicado para todos los ensayos. Todos los reactivos usados fueron grado analítico.

La actividad antioxidante de los extractos se basó en tres parámetros diferentes: la actividad antioxidante (A_A), la relación de la velocidad de oxidación (R_{or}) y el coeficiente de la actividad antioxidante (C_{AA}).

El índice de actividad antioxidante (A_A) fue determinada como el porcentaje de inhibición relativa al control,

$$Aa = [(R_{control} - R_{muestra}) / (R_{control})] 100$$

en donde $R_{control}$ y $R_{muestra}$ representan la velocidad de decoloración del β -caroteno sin y con la adición de antioxidante respectivamente. La velocidad de degradación (R_d) fue calculada de acuerdo con cinética de primer grado:

donde \ln es el log natural, A_t es la absorbancia inicial a 470nm a ($t = 0$) y A_x es la absorbancia a 470nm a $t=15, 30, 45, \dots$ min.

La relación de la velocidad de oxidación se calcula según:

$$R_{OR} = R_{muestra} / R_{control}$$

Donde $R_{muestra}$ y $R_{control}$ representan la velocidad de decoloración del β -caroteno sin y con la adición de antioxidante respectivamente.

El coeficiente de la actividad antioxidante (C_{AA}) es calculado usando:

$$C_{AA} = [(A_{m(90)} - A_{c(90)} / A_{c(0)} - A_{c(90)})] 1000$$

donde $A_{M(90)}$ es la absorbancia de la muestra conteniendo antioxidante a un tiempo $t=90$ min., $A_{C(90)}$ es la absorbancia del control a un tiempo $t=90$ min., y $A_{C(0)}$ es la absorbancia del control a $t = 0$ min.

Actividad antirradical DPPH

La capacidad antioxidante se determinó mediante método del radical DPPH* (1,1-difenil-2-picril- hidracil) (5) el cual se basa en la utilización del radical libre del (DPPH*) en solución metanólica al 0,025g/L. La reacción se realizó usando 3,9 mL de esta solución de DPPH y 0,1mL de soluciones del extracto metanólico de la muestra a diferentes concentraciones. La absorbancia se leyó a 515nm a intervalos de tiempo diferentes hasta que la reacción alcanzó un equilibrio (time at the steady state). El porcentaje de DPPH* remanente fue calculado como sigue:

$$\%DPPHrem = [(Abs \text{ a } 515 \text{ nm}) muestra / (Abs:515 \text{ nm}) control] \times 100$$

A partir del grafico de este porcentaje versus la concentración de la muestra se obtiene el EC_{50} definido como la cantidad de la muestra (g de muestra) necesarios para disminuir en un 50% la absorbancia. A valores mas bajos de EC_{50} mayor la actividad antioxidante. El tiempo necesario para alcanzar el equilibrio a la concentración de EC_{50} (T_{EC50}) se calcula gráficamente. Como el EC_{50} y el T_{EC50} afectan la capacidad antirradical se calcula la eficiencia antirradical (EA) que combina estos dos factores:

$$EA = 1/EC_{50} T_{EC50}$$

Análisis estadístico

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y se expresaron los valores como los promedios \pm la desviación estándar (DE).

RESULTADOS

Los resultados (Tabla 1) muestran al pericarpio del mamón (*M. bijugatus*) con el valor más bajo de contenido de polifenoles (1,40 gEAG/100g) seguido por el sorgo, semilla de mamón, pericarpio y semilla de chiga (*C. comosa*), y las nueces de cacao presentaron el más alto contenido (6,66 gEAG/100g). El poder reductor de las semillas de cacao fue también el más alto y equivalente al poder reductor de una solución de 5,80g ácido ascórbico /100g, seguido por la chiga (*C. comosa*) con un poder reductor de 3,79g/100g.

TABLA 1

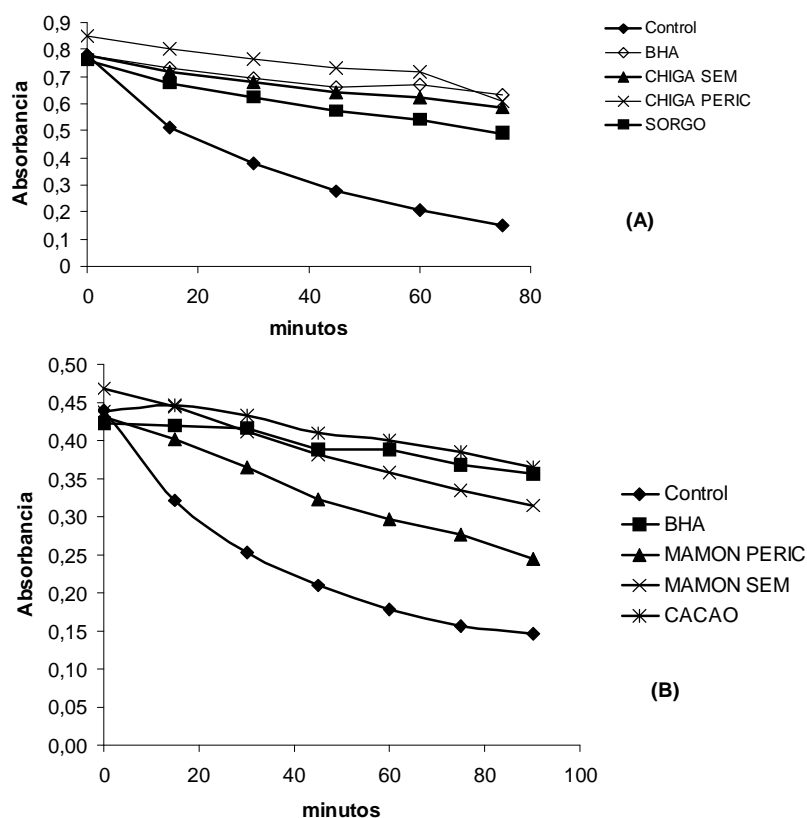
Contenido de polifenoles totales y poder reductor de diferentes semillas cultivadas en Venezuela expresados en base seca

Parámetro	<i>S. bicolor</i>	<i>M. bijugatus</i>		<i>C. comosa</i>		<i>T. cacao</i>
		(Semilla)	(Pericarpio)	(Semilla)	(Pericarpio)	
Polifenoles (EAGg/100g)	2,34 \pm 0,032	2,94 \pm 0,085	1.40 \pm 0.053	4,45 \pm 0,022	3.64 \pm 0.196	6,66 \pm 0,044
Poder Reductor (EAAsg/100g)	0,59 \pm 0,025	1,22 \pm 0,020	2,02 \pm 0,078	3,79 \pm 0,053	3,67 \pm 0,150	5,80g \pm 0,084

Existen una variedad de métodos para la determinación de la actividad antioxidante, entre ellos el método de decoloración del β -caroteno, en el cual se produce la oxidación del β -caroteno en presencia del ácido linoleico. La Figura 1 presenta el efecto de los extractos comparados con el BHA en los productos estudiados semillas y/o pericarpios de: *T. cacao* (cacao), *C. comosa* Benth (chiga), *S. bicolor*, L. Moench. (Sorgo), y *M. bijugatus* (mamón).

En la Figura 1(A) se puede observar que el pericarpio de chiga presenta una actividad antioxidante más alta que el BHA y la semilla de chiga similar a éste. En la Figura. 1 (B) se observa que la semilla de cacao es la que presenta una actividad antioxidante ligeramente mayor que el BHA. Las harinas del chiga y de cacao presentaron la mayor actividad antioxidante, comparable a la del butil hidroxianisol (BHA) antioxidante sintético.

FIGURA 1
Comparación de la actividad antioxidante según el método del β -caroteno/linoleato



Cuando la capacidad antioxidante Tabla 2 se expresa como el coeficiente de actividad antioxidante (C_{AA}), el índice de actividad antioxidante (A_A) o porcentaje de inhibición de la oxidación; se puede observar que a mayor porcentaje de inhibi-

ción de la oxidación (A_A) mayor coeficiente de actividad antioxidante (C_{AA}), presentando el cacao y el pericarpio de la chiga valores similares al BHA, antioxidante sintético utilizado en la industria de alimentos.

TABLA 2
Capacidad antioxidante de extractos de semillas según el método de decoloración del β -caroteno

Muestra	Coef.Activ.Antiox.(C_{AA})	Veloc. Oxid. (R_{OR})	Activ. Antiox. (A_a)
BHA	775,48	0,1125	88,75
Chiga (Semilla)	697,45	0,1700	83,00
Chiga (Pericarpio)	734,21	0,1276	87,24
Sorgo	539,01	0,2604	73,96
Mamón (Semilla)	575,96	0,2961	70,39
Mamón (Pericarpio)	339,00	0,4183	58,17
Cacao (Semilla)	747,17	0,1036	89,64

En la Tabla 3 la actividad antirradical de las semillas y granos muestra que de acuerdo con los datos del EC_{50} , que representa la cantidad de antioxidante necesaria para producir una reducción del 50% del radical libre presente (DPPH*), el pericarpio de la chiga presenta la mejor actividad antirradical, mientras que el sorgo tiene la menor actividad, ya que existe una relación inversamente proporcional, a mayor valor del EC_{50} menor actividad antirradical (5). Cuando la

actividad antioxidante se expresa como el TEC_{50} , que representa el tiempo necesario para alcanzar el equilibrio a la concentración de EC_{50} , las semillas de mamón son las que alcanzan este 50% de inhibición en el menor tiempo, mientras que el pericarpio de la chiga es el que obtiene el 50% inhibición en el mayor tiempo. En cuanto a la eficiencia antirradical (EA) dato que relaciona el EC_{50} y el TEC_{50} , las semillas de mamón presentan la más alta eficiencia antirradical.

TABLA 3

Actividad antirradical de diversas semillas y granos por el método del radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidracil (DPPH)*

Muestra Base seca	EC_{50} g/gDPPH*	TEC_{50} X \pm DE ¹	EA
Sorgo	12,44	48,55 \pm 4,47	1,65 x 10 ⁻³
Chiga (semilla)	2,67	44,97 \pm 3,85	8,32 x 10 ⁻³
Chiga (pericarpio)	2,71	55,47 \pm 1,15	6,65 x 10 ⁻³
Cacao (semilla)	4,05	37,57 \pm 5,27	6,57 x 10 ⁻³
Mamón (semilla)	5,69	13,40 \pm 0,52	13,11 x 10 ⁻³
Mamón (pericarpio)	5,88	23,24 \pm 1,90	7,32 x 10 ⁻³

¹ Promedio \pm desviación estándar

DISCUSION

La variación entre los resultados obtenidos para el contenido de polifenoles de las diferentes muestras se debe probablemente a diferencias en la reactividad de cada compuesto fenólico presente con el reactivo de Folin-Ciocalteu (9) debido a diferencias en la estructura química. El contenido de polifenoles de las semillas es comparable con los valores encontrados en almendras sometidas a diferentes tratamientos térmicos (10). Por otra parte, los pericarpios estudiados presentaron contenidos de polifenoles menores que las semillas, sin embargo, en un estudio realizado (11) en *Carya illinoensis* (pecan), los autores encontraron que el pericarpio contenía de 6 a 18 veces más cantidad de polifenoles que las semillas. Estos resultados no son comparables debido a que están expresados en equivalentes de ácido clorogénico, y como se dijo anteriormente, la estructura química de los compuestos fenólicos presente en este tipo de muestra afecta la reactividad con el reactivo de Folin-Ciocalteu.

La actividad antioxidante se ha reportado que es concomitante con el poder reductor. Las propiedades reductoras están asociadas a la presencia de compuestos fenólicos que ejercen su acción a través del rompimiento de la reacción en cadena de los radicales libres por donación de un átomo de hidrógeno (12). De esto se deduce la dependencia del poder

reductor del contenido de polifenoles en todas las muestras estudiadas, con la excepción del pericarpio del mamón que presenta el más bajo contenido de polifenoles (1,40 EAGg/100g), y un poder reductor más alto que el sorgo (2,02 EAGg/100g). Es de hacer notar que la diferencia en la estructura química de cada uno de los polifenoles presentes en las diferentes muestras los puede hacer reaccionar como donadores de electrones o no, característica que va a influir en el poder reductor.

Por otra parte, las propiedades reductoras están asociadas generalmente con la presencia de reductonas. Los compuestos flavonol/procianidinas presentes en las semillas de cacao y chiga podrían actuar de manera similar a las reductonas por donación de electrones (13) lo cual resulta en mayor poder reductor y actuar de forma similar a los compuestos fenólicos presentes en *Sechium edule* (chayota) (14).

Los resultados de la aplicación del método de β -caroteno para los extractos de semilla y pericarpio de chiga, semilla de cacao presentan un porcentaje de inhibición promedio (A_A) de 83,00 y 87,24% comparable con el promedio de 88,75% presentado por el BHA (antioxidante sintético).

Los radicales hidropéroxidos del ácido linoleico atacan y oxidan el β -caroteno, el cual se decolora rápidamente, registrándose una disminución de las lecturas de la absorbancia. La presencia de extractos antioxidantes puede retardar el pro-

ceso de decoloración por acción sobre los radicales libres que se forman en el sistema (13). El coeficiente de actividad antioxidante (C_{AA}) aumenta directamente con el aumento del valor del índice de actividad antioxidante (A_A) o porcentaje de inhibición de la oxidación. Como se puede observar en la Tabla 2 a mayor porcentaje de inhibición de la oxidación mayor coeficiente de actividad antioxidante (A_A).

En estudio realizado en avellanas (15) se encontró que el C_{AA} depende del solvente de extracción obteniendo mejores resultados con butanol y metanol. Estos extractos presentaron un C_{AA} comparable al de antioxidantes sintéticos BHA y BHT. El solvente de extracción utilizado en este estudio fue una solución metanólica y los resultados obtenidos también fueron comparables a los del BHA utilizado. Los valores de la relación de la velocidad de reacción R_{OR} y de los coeficientes de actividad antioxidante (C_{AA}) respaldan el índice de actividad antioxidante (A_A). Cuando el R_{OR} , que es la medida de la fuerza antioxidante es mayor de 1, la oxidación se produce más rápidamente en presencia de un inhibidor que en su ausencia (16). Por lo tanto mientras más bajo el R_{OR} mayor el poder antioxidante como se puede observar en la Tabla 2.

Cuando la actividad antioxidante se determina como la actividad antirradical utilizando el radical DPPH* (Tabla 3), si se toma en cuenta el TEC_{50} , tiempo que el antioxidante requiere para causar una inhibición de 50% del DPPH*, los valores encontrados permiten clasificar los antioxidantes presentes en la mayoría de las muestras como "lentos" con excepción del mamón que se clasificaría como intermedio tomando en consideración la clasificación propuesta para algunos compuestos polifenólicos (5). Esta clasificación considera al BHA, resveratrol y quercetina como antioxidantes lentos pues presentaron TEC_{50} de 103,85; 60,46 y 63,28 respectivamente. Si se consideran los valores de EA, que relaciona el EC_{50} y el TEC_{50} , el poder antioxidante en los extractos de cacao, chiga y pericarpio de semillas de mamón se clasificaría como alto porque presentan valores de EA entre 5×10^{-3} y 10×10^{-3} .

De acuerdo a los resultados se puede decir que el contenido de polifenoles totales se correlaciona bien con la actividad antioxidante expresada como poder reductor (EAAs g/100g) (Tabla 1) y como actividad antioxidante (A_A) (Tabla 2) presentando coeficientes de correlación r^2 de 0,768 y 0,734 respectivamente; lo que significa que a mayor presencia de polifenoles mayor actividad antioxidante, sin embargo la calificación del poder antioxidante depende del tipo de método usado y el parámetro con el cual se mide. Estos resultados sugieren que el consumo de estos productos podría tener los mismos efectos beneficiosos para la salud que han presentado ciertas frutas y vegetales además de su posible uso como materia prima para la obtención de antioxidantes naturales de utilidad en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

REFERENCIAS

- Weisburger JH. Mechanism of action of antioxidants as exemplified in vegetables, tomatoes, and tea. *Food Chem. Toxicol.* 1999; 37, 943-948.
- Scalbert A & Williamson G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J Nutr.* 2000; 130:2109S-2114S.
- Vinson JA, Hao Y, Su X & Zubik L. Phenolic antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *J Agric Food Chem.* 1998; 46, 3630-3634.
- Bystrom LA, Lewis BA, Brown DL, Rodríguez E, Obendorf RL. Characterisation of phenolics by LC-UV/Vis, LC-MS/MS and sugars by GC in *Melicoccus bijugatus* Jacq. 'Montgomery' fruits. *Food Chem.* 2008; 111:1017-1024.
- Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. *J Sci Food Agric.* 1998; 78:270-276.
- Singleton VL, Orthofer R & Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin-Ciocalteu reagent. *Meth Enzymol.* 1999; 299, 152-178.
- Yen GC & Duh PD. Antioxidant properties of methanolic extracts from peanut hulls. *JAOCs.* 1993; 70:383-386.
- Suja KP, Jayalekshmy A, Arumugan C. Antioxidant activity of sesame cake extract. *Food Chem.* 2005; 91:213-219.
- Yu L, Perret J, Davy B, Wilson J and Melby CI. Antioxidant properties of cereal products. 2002. *J Food Sci.* 67: 2600-2603.
- Garrido I, Monagas M, Gómez-Cordovés C and Bartolomé B. Polyphenols and antioxidant properties of almond skins: Influence of industrial processing. 2008. *J Food Sci.* 73:C106-C115.
- Villareal-Lozoya JF, Lombardini L, Cisneros-Zeballos L. Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars 2007. *Food Chem.* 102:1241-1249.
- Duh PD, Du PC & Yen GC. Action of methanolic extract of mung hulls as inhibitors of lipid peroxidation and non lipid oxidative damage. *Food Chem. Toxicol.* 1999; 37:1055-1061.
- Jayaprakasha GK, Singh RP & Sacariah KK. Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation models in vitro. *Food Chem.* 2001; 73,285-290.
- Ordoñez AAL, Gómez JD, Vattuone MA, Isla MI. Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq) Swartz extracts. *Food Chem.* 2006; 97:452-458.
- Moure A, Franco D, Sineiro J, Dominguez H, Nuñez MJ, Lema JM. Antioxidant activity of extracts from *Gevuina avellana* and *Rosa rubiginosa* defatted seeds. *Food Res Intern.* 2001; 34:103-109.
- Marinova EM, Yanishlieva N, Kostova IN. Antioxidative action of the methanolic extract and some hydroxycoumarins of *Fraxinus ornus* bark. *Food Chem* 1994; 51:125-132.

Recibido: 02-07-2008

Aceptado: 19-09-2008

Caracterización química de la harina del fruto de *Prosopis spp.* procedente de Bolivia y Brasil

Abel González Galán, Angelita Duarte Corrêa, Celeste maria Patto de Abreu, Maria de Fatima Piccolo Barcelos

Universidad Federal de Lavras, Lavras- MG, Brasil, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

RESUMEN. Los frutos maduros de tres especies de algarroba procedentes de Bolivia (*Prosopis chilensis* (Molina) Stunz, *P. alba* Grisebach y *P. nigra* (Grisebach) Hieronymus) y una de Brasil (*P. juliflora* (SW) DC) fueron estudiadas para determinar algunos factores nutricionales y antinutricionales. *P. nigra* presentó los niveles mas elevados de proteína bruta (11,33 g/100g materia seca-MS), cenizas (4,12 g /100g MS) y *P. juliflora* los menores niveles de lípidos (0,79 g /100g MS), proteína bruta (8,84g / 100g MS), fibra alimentaria (40,15 g/100g MS), el nivel más elevado de azúcares no reductores (52,51 g/100g MS) y la mayor digestibilidad* proteica *in vitro* (66,45%). La cantidad de inhibidor de tripsina (0,29 a 9,32 UTI / mg MS) fue inferior al de la soya cruda, en la cual la *P. juliflora* se destacó. Con relación a la saponina, hemaglutinina y polifenoles, los niveles encontrados son considerados bajos. Los niveles encontrados de nitrato son más elevados que los reportados en arvejas y frijoles, siendo la *P. chilensis* la que presentó el mayor valor (2,92g NO₃ /kg MS). Los niveles de fitatos en las muestras variaron de 1,31 a 1,53 g/100 g MS.

Palabras clave: *Prosopis* sp., fruto de algarroba, harina, nutriente, antinutriente.

INTRODUCCION

En Bolivia existe un árbol llamado cupesí, el cual recibe también los nombres de algarroba, mesquite, huarango, tacco y ong, perteneciente a la familia Fabaceae, la cual agrupa varias especies entre ellas *Prosopis chilensis*, *P. alba* y *P. nigra* y otras que crecen en la zona del Chaco, región que es compartida con Argentina y Paraguay. En la región nordestina de Brasil existe otra especie llamada *algarrobeira* (*P. juliflora*). Tanto en Brasil como en Bolivia, estas especies son encontradas de forma silvestre en regiones con poca precipitación.

Los frutos de las *Prosopis spp.* son considerados como importantes recursos alimenticios para humanos y animales en regiones áridas y semiáridas del mundo, con un contenido de proteínas entre 11 y 17 g/100g MS teniendo como aminoácidos limitantes tirosina y metionina/cistina y de 13 a 34 g/100g MS de carbohidratos, siendo el principal azúcar la sacarosa (1). Bravo et al. (2) indican en la pulpa de la vaina del *P. pallida*, niveles en g / 100 g MS, de proteína: 4,01, extracto etéreo: 0,71, cenizas: 3,67. Los frutos de la algarroba

SUMMARY. Chemical characterization of integral flour from the *Prosopis spp.* of Bolivia and Brazil. The mature fruits of three species of algarroba found in Bolivia (*Prosopis chilensis* (Molina) Stunz, *P. alba* Grisebach y *P. nigra* (Grisebach) Hieronymus) and of one of Brazil (*P. juliflora* (SW) DC) were analysed for some nutritional and antinutritional factors. *P. nigra* showed the highest levels of crude protein (11.33 g/100g dry matter-DM) and ashes (4.12 g/100g DM). *P. juliflora* presented the lowest levels of lipids (0.79 g/100 g DM), crude protein (8.84 g/100 g DM) and dietary fiber (40.15 g/100g DM), and the highest levels of non reducing sugar (52.51 g/100 g DM) and *in vitro* protein digestibility (66.45%). Trypsin inhibitors concentration (0.29 to 9.32 UTI / mg DM) was inferior to that of raw soy; *P. juliflora* presented the higher values. Regarding saponin, hemagglutinin and poliphenol values, the levels found are considered low. As for nitrates, the levels found were higher than those reported for peas and beans, with *P. chilensis* presenting the highest value (2.92 g NO₃ /kg DM). The levels of phytate varied from 1.31 a 1.53 g/100 g.

Key words: *Prosopis* sp., algarroba pod, flour, nutrient, antinutrient.

P. chilensis presentan contenido de proteína de 11,48 g / 100 g MS y carbohidratos de 59 g/100 g MS (3).

Las leguminosas en general presentan factores antinutricionales y otras sustancias nocivas a la salud que imposibilitan la utilización de todo su potencial nutritivo por el organismo (4). De esta forma, granos no convencionales con uso potencial en la alimentación, deben ser analizados en dietas animales antes de su utilización en dietas humanas.

A pesar de que la harina de la vaina del *Prosopis* sea ampliamente utilizada en la elaboración de bebidas, dulces y substitutos del café (1,2,5), los trabajos relacionados al estudio de los antinutrientes en la harina son muy escasos. Las semillas de *P. chilensis* presentan niveles de fenoles libres totales mayores que muchas variedades de arvejas y niveles elevados de ácido fítico (6). Por otro lado, la mayoría de las ovejas alimentadas exclusivamente con los frutos de algarroba mueren (7).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los nutrientes y antinutrientes de la harina integral del fruto de tres especies de algarroba procedentes da Bolivia y una del Brasil.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Se utilizaron los frutos (vainas y semillas) de tres especies de algarroba procedente de Bolivia, *Prosopis chilensis* (Molina) Stunz, *P. alba* Grisebach y *P. nigra* (Grisebach) Hieronymus y una especie procedente del Brasil: *P. juliflora* (SW) DC.

Los frutos maduros de las algarobas (*P. chilensis*, *P. alba* e *P. nigra*) fueron recogidos a mano entre los meses de octubre 2006 y febrero 2007 en Santa Cruz de la Sierra, Cordillera y Vallegrande en la región suroeste de Bolivia, y las de *P. juliflora* en Campina Grande, Paraiba, Brasil. Los frutos separados en 5 repeticiones fueron sometidos a secado en estufa de circulación de aire a 50°C por 72 h ± 24 h en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Salud Humana de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (Santa Cruz de la Sierra, Bolivia) y de Bioquímica del Departamento de Química de la Universidad Federal de Lavras (Lavras, Minas Gerais, Brasil).

Los frutos secos fueron procesados en molino de cuchillo del Laboratorio de Bioquímica del Departamento de Química de la Universidad Federal de Lavras (UFLA) y del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT-Santa Cruz de la Sierra, Bolivia), obteniéndose harina integral del fruto de la algarroba (HIFA).

Análisis químico

Composición centesimal

La determinación del contenido de humedad, proteínas, extracto etéreo, cenizas, fibra alimentaria total (FA), fibra soluble (FS) y fibra insoluble (FI) se realizó de acuerdo con la metodología especificada por la AOAC (8).

Azúcares

El contenido de azúcares fue determinado utilizando el método de Somogy-Nelson (9, 10).

Digestibilidad proteica *in vitro*

La digestibilidad proteica *in vitro* fue realizada mediante una combinación de dos métodos (11,12) utilizándose una cantidad de muestra proporcional a 8 mg de nitrógeno y una digestión con pepsina en medio ácido por una hora seguida de una digestión con pancreatina en medio neutro por tres horas. La digestibilidad encontrada de la caseína fue considerada como patrón.

Antinutrientes

Saponina

La saponina fue extraída con etanol por agitación continua, a temperatura ambiente. La cantidad de saponina fue

determinada por la reacción de la saponina con el anisaldehído, en medio ácido, produciendo un compuesto de color rojo, cuyo pico de absorbancia ocurre en 430 nm (13). La digitonina fue utilizada como patrón.

Hemaglutinina

La actividad hemaglutinante fue determinada, mediante extracción de las hemaglutininas de las harinas empleándose solución salina, en agitación a temperatura ambiente (14). El análisis fue realizado en placa de micro titulación, haciéndose una serie de diluciones en la base 2 y, adicionando una suspensión de eritrocitos 2% (sangre humana A, Rh+), siendo los resultados expresados en número de unidades hemaglutinantes (UH), que es calculado a partir del inverso del título de la mayor dilución, en la base 2, que aun presentó aglutinación visible. Por ejemplo: considerando una dilución 2⁴, el título es igual a 1/16, y el volumen de la muestra utilizado en el ensayo de 100µL, la UH es de 16 UH / 100 µL.

Inhibidor de tripsina

La extracción fue realizada con solución de NaOH a 0,1 mol L⁻¹ en agitación continua. Después del centrifugado, una alícuota del sobrenadante fue usada en el ensayo enzimático empleando BApNA (bensoil-DL-arginina-p-nitroanilida) como sustrato y la enzima tripsina. Si existe inhibidor en la muestra, este inhibe la acción de la tripsina sobre el BApNA. La lectura fue realizada a 410 nm. La actividad del inhibidor de tripsina se expresa en términos de unidad de tripsina inhibida (UTI) (15).

Polifenoles

La extracción de los polifenoles fue realizada con metanol 50 mL / 100 mL en reflujo por tres veces consecutivas. Los extractos de cada extracción fueron reunidos, evaporados hasta volumen de 25 mL y sometidos a determinación de polifenoles según Folin-Denis, usando ácido tánico como patrón (16).

Nitrato

El método utilizado en la determinación del nitrato se basa en la formación de un complejo por la nitración del ácido salicílico sobre condiciones altamente ácidas, el cual puede ser leído en espectrofotómetro a 410 nm en soluciones básicas (pH > 12), y la absorbancia del material es directamente proporcional a la cantidad de nitrato presente sin la ocurrencia de la interferencia de iones amonio, nitrito o cloro (17).

Oxalato

El ácido oxálico fue extraído en caliente con ácido clorhídrico, precipitado y cuantificado por la titulación del oxalato de calcio con permanganato de potasio (18).

Fitato

El fitato fue extraído con HCl por una hora a temperatura ambiente, siendo el pH ajustado a 6,0 y la muestra centrifugada. El extracto fue eluido a través de una resina de intercambio aniónica para remover los fósforos inorgánicos y otros compuestos interferentes. El contenido de fitato fue medido usando el reactivo de Wade. Se utilizó el fitato de sodio (SIGMA) como patrón, realizando la lectura a 500 nm (19,20).

Estadística

Se realizó un diseño completamente aleatorizado, con 4 tratamientos y 5 repeticiones. El análisis estadístico de los resultados fue realizado con el programa computacional SISVAR versión 4.6 (build 62). Cuando el análisis de varianza mostró diferencia significativa, se hizo la comparación entre medias por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad (21).

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la composición centesimal de la harina del fruto de diferentes especies de algarroba.

TABLA 1
Composición centesimal, en g / 100g materia seca, de las harinas del fruto de algarroba de diferentes especies

Especies ¹	Extracto etéreo	Proteína bruta	Cenizas	FS ²	FI ²	FA ²
<i>P. juliflora</i>	0,79±0,1 c	8,84±0,9 b	3,92±0,5 ab	5,63±0,5 a	34,53±0,9 c	40,15±1,4 c
<i>P. nigra</i>	1,18±0,1 ab	11,33±0,5 a	4,12±0,2 a	3,35±0,3 c	42,58±0,4 b	45,93±0,3 b
<i>P. chilensis</i>	1,34±0,1 a	9,02±0,6 b	3,54±0,3 bc	3,55±0,1 bc	42,73±0,5 b	46,28±0,5 b
<i>P. alba</i>	1,00±0,1 b	11,01±0,4 a	3,17±0,2 c	3,97±0,3 b	44,18±0,4 a	48,15±0,2 a
CV (%)	9,99	6,49	7,97	7,27	1,59	1,71

Las letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencia significativa (Tukey, p = 0,05).

¹Niveles de humedad en g / 100g, *P. juliflora* = 4,22; *P. nigra* = 1,74; *P. chilensis* = 1,07 y *P. alba* = 2,14.

²FS = Fibra soluble; FI = Fibra insoluble; FA = Fibra alimentaria.

Con relación al extracto etéreo, los valores indican diferencia significativa entre las diferentes harinas, siendo que la harina de *P. juliflora* presentó la menor proporción 0,79g / 100g materia seca-MS y la *P. chilensis* la mayor 1,34 g/100g MS. El contenido de proteína bruta indicó niveles variables, la *P. juliflora* y la *P. chilensis* presentaron los menores valores y estadísticamente iguales entre ellos 8,84 y 9,02 g / 100g MS respectivamente, y para *P. alba* (11,01 g/100g MS) y *P. nigra* (11,33 g/100 g MS) reportaron valores mayores e iguales estadísticamente. Los resultados de las cenizas mostraron diferencia significativa para la *P. nigra* y la *P. alba* con valores de 4,12 y 3,17 g/100g MS, respectivamente. Las fibra alimentaria, FA, que comprende la la fibra insoluble y soluble, presentó niveles mas elevados en las algarrobas bolivianas que en la brasilera (*P. juliflora*), destacándose la harina de *P. alba* con un valor de 48,15 g/100 g MS. La harina de *P. juliflora* mostró el nivel mas elevado de FS y menor de FI. Entre la *P. nigra* y *P. chilensis* no existe diferencia significativa en la FS,

FI y FA, y en FI la *P. alba* alcanzó el mayor nivel con 44,18 g / 100 g MS.

En relación con los azúcares, la *P. juliflora* se destacó con cantidades mucho más elevadas que las de Bolivia, confirmado por el mayor valor de azúcares no reductores (52,51 g / 100 g MS) (Tabla 2). Las HIFA de Bolivia presentaron un nivel menor de estos azúcares, pero, fueron estadísticamente iguales entre si.

En la Tabla 3 son presentados los resultados de los factores antinutricionales y de la digestibilidad proteica *in vitro* de la HIFA de diferentes especies de algarroba. Los niveles encontrados de saponina y hemaglutinina son considerados bajos, aunque la *P. nigra* presentó el mayor nivel de saponina (0,16 g saponina / 100 g MS) y la *P. juliflora* la mayor actividad hemaglutinante (1,0 UH / 100 µL). El contenido de inhibidor de tripsina de la harina de las algarrobas fue estadísticamente diferente entre las especies y varió de 0,29 (*P. chilensis*) a 9,32 (*P. juliflora*) UTI / mg MS.

TABLA 2
Azúcares (g / 100 g materia seca) en las harinas del fruto de algarroba de diferentes especies

Especies	Azúcares totales	Azúcares no reductores	Azúcares reductores
<i>P. juliflora</i>	57,37±2,8 a	52,51±2,6 a	2,12±0,1 c
<i>P. nigra</i>	45,07±0,6 b	39,71±0,6 b	3,27±0,1 a
<i>P. chilensis</i>	43,83±2,4 bc	39,01±2,4 b	2,77±0,2 b
<i>P. alba</i>	40,28±2,2 c	36,46±2,3 b	1,90±0,2 c
CV (%)	4,86	5,33	7,36

Las letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencia significativa (Tukey, $p = 0,05$).

TABLA 3
Factores antinutricionales y digestibilidad proteica *in vitro* de la harina del fruto de algarroba de diferentes especies

Especies	Saponina g / 100 g MS	Actividad hemaglutinante UH* / 100 µL	Inhibidor de tripsina UTI** / mg MS	Polifenoles mg ácido tánico / 100 g MS	Nitrato g / kg MS	Oxalato mg / 100 g MS	Fitatos g / 100 g MS	Digestibilidad proteica %
<i>P. juliflora</i>	0,08±0,01 b	1,0	9,32±0,02 a	0,49±0,005 b	2,69±0,2 ab	56,97±2,2 a	1,42±0,03 b	66,45±1,83 a
<i>P. nigra</i>	0,16±0,01 a	0,5	0,49±0,03 b	0,54±0,01 a	2,55±0,05 b	44,47±3,2 b	1,53±0,04 a	60,97±3,52 b
<i>P. chilensis</i>	0,08±0,01 b	ND‡	0,29±0,04 c	0,40±0,01 d	2,92±0,3 a	54,11±3,6 a	1,31±0,03 c	45,57±2,13 d
<i>P. alba</i>	0,08±0,004 b	0,5	0,44±0,02 b	0,43±0,01 c	2,83±0,2 ab	44,65±3,2 b	1,34±0,05 c	55,37±1,89 c
CV (%)	9,54	-	1,44	2,04	6,56	6,22	2,79	4,55

Las letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencia significativa (Tukey, $p = 0,05$).

*UH = Unidad hemaglutinante, calculada a partir del inverso del título de la mayor dilución, en la base 2, que aún presentó aglutinación visible utilizando sangre tipo A RH⁺.

‡ND = No detectado, ** UTI = Unidades de tripsina inhibida.

Los resultados encontrados de polifenoles variaron de 0,40 a 0,54 mg de ácido tánico / 100g MS, siendo estos valores estadísticamente diferentes entre las harinas estudiadas. En el caso del nitrato los valores mostraron diferencia significativa solamente entre las especies *P. chilensis* (2,92 g NO₃⁻ /kg MS) y *P. nigra* (2,55 g NO₃⁻ /kg MS). Los resultados encontrados de fitato en la HIFA mostraron niveles de 1,31 a 1,53 g/100 g MS, correspondiéndole a la harina de *P. nigra* el valor mas elevado. Con relación a la digestibilidad proteica *in vitro*, los valores variaron de 66,45% a 45,57%, el primero de ellos alcanzado por la *P. juliflora*.

DISCUSION

Los resultados de la composición centesimal de las HIFA mostraron variabilidad entre las especies. Se observó un bajo contenido de extracto etéreo. En un estudio con la pulpa de la *P. alba* y *P. pallida* (22) se encontraron niveles de extracto

etéreo de 2,2 y 0,8 g/100g MS, respectivamente. Los resultados del presente trabajo están entre los valores citados.

Según estudios anteriores (1), los frutos de *Prosopis velutina* presentaron contenido de proteína bruta de 12g / 100g MS; en otro estudio (5) se relatan niveles de $9,7 \pm 0,43$ g/100g MS para *P. alba*. Analizando *P. juliflora* (23), reportaron 9,88 g/100g MS para la harina de los frutos. Por tanto, los valores encontrados de proteína en las especies estudiadas se asemejan a los reportados en la literatura.

Prokopiuk et al. (22), indican un contenido de cenizas en la pulpa de *P. Alba* de 4,21 g/100g MS, siendo éste valor mayor al obtenido en la harina integral del fruto de *P. Alba*. Silva et al. (23) informan para la *P. juliflora* (23) de 3,82 g/100 g MS, resultado éste muy semejante al encontrado en el presente trabajo (3,92 g/100 g MS).

Trabajos realizados con estas especies (2,23) solo reportan resultados de fibra bruta, la cual subestima el verdadero aporte de las harinas en fibra alimentaria. Otros trabajos (5,22)

indican tenores de fibra alimentaria para la harina de pulpa de *P. alba* que revelan contenidos bastante menores (21,00 a 35,66 g/ 100g MS) comparados con la harina aquí estudiada.

El aporte de fibra alimentaria de la HIFA es muy superior a la reportada para el acai (24) (20,00 a 30,90 g/100g), fresas, higos, guayabas y dátiles (25), así como harina de trigo integral y afrecho de arroz (26), son señalados como fuentes de fibra, lo cual indica que la harina integral del fruto de algarroba es una rica fuente de fibra alimentaria.

En relación con los azúcares, la *P. juliflora* presenta cantidades mucho más elevadas de azúcares no reductores que las de Bolivia (52,51 g/100g MS) (Tabla 2); este valor fue menor al reportado en la caracterización de harina de la pulpa de algarroba (59,98 g/100g MS) (23). Cuando se comparan los azúcares totales de este trabajo con los presentados para la harina de sorgo (27) con tenores de 56,84 a 68,85 g/100g MS, se observa que son próximos a *P. juliflora* y menores en las harinas provenientes de Bolivia. Estos valores de azúcares encontrados nos permiten afirmar que este fruto presenta una gran perspectiva para su industrialización, ya sea como materia prima para la producción de alimentos destinados a humanos o en la producción de combustible biológico a partir de la fermentación de los frutos y obtención de alcohol.

Con relación a los antinutrientes, comparando los valores encontrados de saponina en la harina del fruto de la algarroba con los reportados en la quinua (28), en las formas silvestres y las variedades amargas, estas presentaron contenido máximo de 2,8 g/100 g MS, que, comparado con las exigencias actuales del mercado que fijan como valor límite 0,05 g/100 g, es extremadamente alto. En otro trabajo (29) fueron reportados valores de 2.16 y 1.32 g/100 g MS en los granos de arroz y de frijoles, respectivamente, siendo estos valores mucho mayores a los encontrados en las harinas de este trabajo. Altas dosis de saponinas en el torrente sanguíneo pueden ser peligrosas, ya que pueden provocar hemólisis (30).

Se detectaron valores bajos de actividad hemaglutinante en las especies *P. juliflora*, *P. nigra* y *P. alba*, mientras que *P. chilensis* no mostró actividad. El simple hecho de presentar actividad hemaglutinante baja no nos permite descartar la posibilidad de estar frente a una lectina tóxica. Las lectinas disminuyen la absorción de nutrientes, provocan pérdida de proteína, rápida pérdida de peso e inhibición de crecimiento (31); además, muestran capacidad de inhibir varias enzimas intestinales (32).

El contenido de inhibidor de tripsina de las HIFA fue inferior al encontrado en frijoles silvestres, 28 UTI / mg de muestra (33), siendo que la *P. juliflora* mostró valores parecidos al del fríjol cultivado, 9 a 15 UTI / mg de muestra (34), y las demás especies presentaron valores menores. La presencia de este antinutriente muestra la especificidad de inhibir las enzimas proteolíticas y, consecuentemente, reduce la digestión proteica de los alimentos, disminuyendo la

ganancia de peso y crecimiento de los animales (35).

La concentración de polifenoles fue estudiada en 20 familias de frijoles comunes (36), encontrando tenores de 257,91 a 1.446,80 mg ácido tánico /100g MS, siendo estos extremadamente altos comparados con los resultados alcanzados para las HIFA. Los polifenoles, son mencionados con frecuencia como los mayores limitantes del valor nutritivo de leguminosas, ya que en estudios con animales alimentados con dietas ricas en polifenoles presentaron reducción de la ingesta de alimentos y bajo cociente de eficiencia proteica (37).

En el caso de nitrato, un estudio con espinacas (38) mostró un contenido medio de nitrato en espinaca producida en invierno de 3,79 g NO₃⁻/kg materia fresca (MF) y en las otras estaciones entre 4,12 y 4,33 g/kg MF, niveles éstos mucho más elevados que los encontrados para las algarrobas.

El nivel de ácido oxálico en las HIFA fue inferior al encontrado en la espinaca (820 mg/100g MF), y superior a los de coliflor (6 mg/100 g MF), col (7,3 mg/100 g MF), manzana con cáscara (3 mg/100g MF), té negro (0,69 mg/100 g MF) y escarola (10 mg/100 g MF) (39). La presencia de oxalato en alimentos ha sido asociada a la reducción de minerales esenciales como el calcio, además de afectar la absorción de hierro, magnesio y zinc (40).

En un estudio con mezclas de trigo, maíz, cáscara de huevo y hojas de yuca (41), se encontraron contenidos de fitato de 1,61 a 2,25 g/100 g MS; y otro estudio con harina estabilizada de cáscara de arroz (42) alcanzó valores de 7,53 g/100 g MS, mayores a los encontrados en este estudio. Saharan et al. (29) reportaron en granos de frijoles, 1.01 g/100 g MS, valores menores a los de la harina de algarroba. La capacidad que presenta el ácido fítico de formar complejos insolubles con minerales puede interferir en la biodisponibilidad de algunos de ellos como zinc, calcio y hierro, contribuyendo de esta forma a una disminución del valor biológico de los alimentos (43).

Un trabajo anterior (7) indica una digestibilidad mayor para *P. juliflora* (74%) y para *P. nigra* (62,16%) y *P. alba* (62%), valores semejantes a los encontrados en este trabajo. La *P. chilensis* mostró la menor digestibilidad proteica *in vitro* (45,57%), la cual es menor a la reportada en un estudio realizado al momento de la cosecha (3) (71,18%) y que disminuye con el tiempo de almacenamiento sin protección, alcanzando una digestibilidad de 30%.

CONCLUSION

Entre las HIFA estudiadas, la *P. nigra* y *P. alba* se destacaron por su contenido en proteína, fibra e bajos niveles de los antinutrientes estudiados, mientras que la *P. juliflora* se destacó en su composición de azúcares totales.

En el caso de las sustancias antinutricionales, las estudiadas

en el presente trabajo no representan un riesgo para la población, ya que los valores encontrados no interfieren en la utilización nutricional de las mismas, una vez que estos tienden a disminuir durante el procesamiento de los alimentos. Otros parámetros deben ser estudiados para determinar el potencial nutraceutico y tecnológico del fruto de la algarroba como nuevo sustituto de alimentos tradicionales destinados a poblaciones específicas, aprovechando su potencial en fibra y dulzura natural.

AGRADECIMIENTOS

A Capes-Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior por la beca de Doctorado PEC-PG al primer autor.

A la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (Santa Cruz de la Sierra, Bolivia) por permitir la realización del Curso de Doctorado al primer autor.

REFERENCIAS

- Meyer D, Becker R, Gumbmann, MR, Vohra P, Neukom H, Saunders M. Processing, composition, nutritional evaluation, and utilization of Mesquite (*Prosopis spp.*) pods as a raw material for the food industry. *J Agric Food Chem.* 1986; 34: 914-9.
- Bravo L, Grados N, Saura-Calixto F. Characterization of syrups and dietary fiber obtained from mesquite pods (*Prosopis pallida* L). *J Agric Food Chem.* 1998; 46: 1727-33.
- Silva MP, Martinez MJ, Coirini R, Brunetti MA, Balzarini M, Karlin, U. Valoración nutritiva del fruto del algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*) bajo distintos tipos de almacenamiento. *Multequina.* 2000; 9: 65-74.
- Proll J, Petzke J, Ezeagu EI, Metges CC. Low nutritional quality of unconventional tropical crop seeds in rats. *J Nutr* 1998; 128: 2014-22.
- Bernardi C, Drago S, Sabbag N, Sanchez H, Freyre M. Formulation and sensory evaluation of *Prosopis alba* (algarroba) pulp cookies with increased iron and calcium dialyzabilities. *Plant Foods for Human Nutrition.* 2006; 61: 39-44.
- Vijayakumari K, Siddhuraju P, Janardhanan K. Effect of domestic processing on the level of certain antinutrients in *Prosopis chilensis* (Molina) Stunz. *Seeds. Food Chem* 1997; 59: 367-71.
- Galera FM. Los algarrobos, Córdoba. 1era ed. Córdoba: Graziani Gráfica; 2000.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists International. 17th Ed. Editor Horwitz, W. Maryland, USA.
- Somogyi M. Notes on sugar determination. *J Biol Chem.* 1952; 195: 19-23
- Southgate DAT. Determination of foods carbohydrates. London: Elsevier Applied Science; 1991.
- Akeson WR, Stahmann MA. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. *J Nut.* 1964; 83: 257-61.
- Mauron, J. The analysis of food proteins: amino acid composition and nutritive value. In: Porter JWG, Rolls BA, editors. *Proteins in human nutrition.* London: Academic Press, 1973; p.139-154.
- Baccou JC, Lambert F, Sauvaire, Y. Spectrometric method for the determination of total steroidal sapogenin. *Analyst.* 1977; 102: 458-65.
- Calderón de La Barca AM, Ochoa JL, Valencia, ME. Effect of extraction of a hemagglutinin on the nutritive value of *Amaranthus leucocarpus* seeds. *J Food Sc.* 1985; 50:1700-72.
- Kakade, ML, Rackis JJ, Meghee JE, Puski G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy product: a collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem* 1974; 51: 376-382.
- Goldstein JL, Swain T. Changes in tannins in ripening fruits. *Phytochemistry.* 1963; 2: 371-83.
- Cataldo DA, Haroon M, Schrader LE, Young VL. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 1975; 6: 71-80.
- Loures A, Jokl L. Microtécnica para determinação de ácido oxálico em folhas e derivados. In: Encontro Nacional de Analistas de Alimentos. Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná; 1990. p. 59.
- Frühbeck G, Alonso R, Marzo F, Santidrián S. A Modified method for the indirect quantitative analysis of phytate in foodstuffs. *Anal Biochem* 1995; 225: 206-12.
- Latta M, Eskin M, A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J Agric Food Chem.* 1980;28:1313-15.
- Ferreira DF. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. São Carlos: UFSCar. 2000. p. 255-58.
- Prokopiuk D, Cruz D, Grados N, Garro O, Chirat A. Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. *Multequina.* 2000; 9: 35-45.
- Silva CGM, Melo-Filho AB, Pires EF, Stamford TLM. Caracterização físico-química e microbiológica da farinha de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC). *Ciênc Tecnol Aliment.* 2007; 27: 733-36.
- Sanabria, N, Sangronis E. Caracterización del açai o manacá (*Euterpe olerácea Mart.*): Um fruto del Amazonas. *Arch Latinoamer Nutr* 2007; 57:94-99.
- Ramulu P and Udayasekhara Rao P. Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *J Food Comp Anal* 2003; 16:677-685.
- Sangronis E, Rebolledo MA. Fibra dietética soluble, insoluble y total en cereales, productos derivados de su procesamiento y en productos comerciales a base de cereales. *Arch Latinoamer Nutr* 1993; 43:258-263.
- Souza CC, Dantas JP, Silva SM, Souza VC, Almeida FA, Silva LE. Produtividade do sorgo granífero e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2005; 25: 512-17.
- Forturbel RF. Problemática de la producción y comercialización de *Chenopodium quinoa* W. (Chenopodiaceae), debido a la presencia de saponinas. *Ciencia Abierta* 2003; 21:1-10.

29. Saharan K, Khetarpaul N, Bishnoi S. Antinutrients and protein digestibility of fababean and ricebean as affected by soaking, dehulling and germination. *J Food Sci Tech* 2002; 39: 418-422.
30. Martins ER, Castro DM, Castellani DC, Dias JE. *Plantas Medicinais*. Viçosa: UFV; 1995.
31. Sgarbieri V C. *Alimentação e Nutrição: fator de saúde e desenvolvimento*. São Paulo: Almed; 1987.
32. Vasconcelos J M, Oliveira J T A. Antinutritional properties of plant lectins. *Toxicon* 2004; 44: 385-403.
33. Sotelo A, Sousa H, Sanchez M. Comparative study of the chemical composition of wild and cultivated beans (*Phaseolus vulgaris*). *Plant Foods Human Nutr.* 1995; 47: 93-100.
34. Fernandez R, Elias LG, Braham E, Bressani R. Trypsin inhibitors and hemagglutinins in beans (*Phaseolus vulgaris*) and their relationship with the content of tannins and associated polyphenols. *J Agric Food Chem.* 1982; 30: 734-39.
35. Miura EMY, Binotti MAR, Camargo DS, Mizubuti IY, Ida EI. Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina e ausência do inibidor Kunitz. *Arch Latinoamer Nutr* 2001; 51:195-198.
36. Mendça CVCE, Abreu CMP, Corrêa AD, Santos CDD, Morais, ARD. Quantificação de polifenóis e digestibilidade protéica de famílias de feijoeiro comum. *Ciênc Agrotec* 2003; 27: 858-864.
37. Deshpande SS, Salunkhe DK. Interactions of tannic acid and catechin with legume starches. *J Food Sci* 1982; 47:2080-2083.
38. Kaminishi A, Kita N. Seasonal change of nitrate and oxalate concentration in relation to the growth rate of spinach cultivars. *HortScience.* 2006; 41: 1589-95.
39. Franco G.V.E. *Tabela de composição química dos alimentos*. São Paulo: Atheneu; 1992.
40. Lindner E. *Toxicología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia; 1995.
41. Nappi GU, Ribeiro-Cunha MR, Coelho JV, et al. Validação de métodos para determinação dos ácidos fítico e oxálico em multimistura. *Ciênc Tecnol. Aliment.* 2006; 26: 811-20.
42. Cuneo F, Amaya-Farfan J, Carraro F. Distribuição dos fitatos em farelo de arroz estabilizado e tratado com fitase exógena. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2000; 20: 94-8.
43. Serrano J, Goni I. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. *Arch Latinoamer Nutr* 2004; 54:36-44.

Recibido: 15-04-2008

Aceptado: 11-09-2008

NOTAS NECROLOGICAS



Guillermo Arroyave Borges. 1922 - 2008

Conocí a Guillermo Arroyave durante mi entrenamiento y pasantía en el INCAP en Marzo de 1964. Era mi primera visita a Guatemala y debía entrevistarme con un funcionario de ese instituto, quien iba a ser mi Profesor guía. Me lo imaginaba una persona de vetusto aspecto, de poco hablar y de trato breve. El día siguiente cuando pasó por mi, ¡ grata sorpresa ! el Dr. Arroyave resultó ser un hombre encantador, de palabra fácil, mas joven de lo pensado, siempre dispuesto a enseñar y dado a relatar y comentar con fino humor, historias de su ciudad y anécdotas sobre su vida de estudiante. Guillermo Arroyave (Willy como todos le conocían) tenía un don innato para enseñar, daba gusto escuchar sus explicaciones en su laboratorio, rodeado de sus técnicos y de quienes tuvimos la suerte de recoger su saber y experiencia. En esos meses de mi primera estadía en Guatemala, no todo fue actividad académica y trabajo de laboratorio, recuerdo con simpatía, la iniciativa de Willy Arroyave quien nos llevó a escalar el Volcán de Pacaya a todo el grupo de estudiantes y otros pasantes que en esos días, hacíamos causa común en el INCAP.

Desde ese entonces, 1964, tuve la suerte de encontrarme con Guillermo Arroyave en numerosos Congresos, Seminarios y cursos que tuvieron lugar en el Hemisferio Americano. Fue mi Profesor y amigo, cordial, con una anécdota graciosa a flor de labios y siempre con tiempo para platicar y escuchar nuestros planteamientos y sugerencias. El Dr. Arroyave fue

un entusiasta y activo colaborador de nuestra revista y estuvo vinculado a su trayectoria y excelencia prácticamente desde sus inicios. En el Número 1, Volumen XI, Enero de 1961, de Archivos Venezolanos de Nutrición, aparece su nombre como miembro del Comité de Redacción (Sección Internacional) y en el primer Número de Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Volumen XVI, Septiembre de 1966, figura como Editor Asistente. Miembro fundador de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, se desempeñó como Secretario de la Junta Provisional, presidida por el Dr. Conrado Federico Asenjo de Puerto Rico, elegida en Diciembre de 1965 a los efectos de establecer las bases de funcionamiento de la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN. Guillermo Arroyave fue Presidente de la SLAN en 1975-1976. Su muerte acaecida el pasado Agosto, nos llena de tristeza y el Hemisferio Americano ha perdido un científico eminente, un ejemplo como persona infatigable en su trabajo y todo un caballero.

El Dr. Guillermo Arroyave Borges, de nacionalidad guatemalteca, cursó estudios en la Universidad de San Carlos de Guatemala obteniendo su Licenciatura en 1947. En 1948 su Maestría en Ciencias del Instituto Tecnológico de Massachussets y en 1953 se le confiere el Doctorado en Bioquímica por la Universidad de Rochester en Nueva York. Perteneció al personal científico del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP, entre 1953 y 1982. Fue Profesor Consultor Edgard Laroque Tinker, Instituto de Investigación en Alimentos de la Universidad de Stanford y

Profesor Visitante en Nutrición de la Universidad Estatal de San Diego. Se desempeñó como Consultor científico del Grupo Consultivo Internacional Sobre Vitamina A, el Instituto Internacional de Ciencia y Tecnología, el Comité de Alimentación y Nutrición de la Academia Americana de Ciencias y varios programas internacionales de la Agencia Para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América.

Recibió los siguientes Honores y Reconocimientos:

Becario de la Fundación W.K. Kellogg 1947-1949. Becario de la Fundación John Simon Guggenheim Memorial 1952. Académico de Número, Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1954 y Miembro de su Consejo Directivo 1960-1963. Presidente de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN 1975-1976. “Orden del Quetzal”, Distinción Honorífica otorgada por el gobierno de Guatemala 1981. Premio Conrad J. Elvehjem del Instituto Americano de Nutrición en reconocimiento por servicios distinguidos en nutrición, 1983. Miembro Honorario del Instituto Americano de Nutrición,

1988. “Orden Rodolfo Robles”, Distinción Honorífica en la Rama de Salud Pública otorgada por el gobierno de Guatemala, 1994. Distinción Honorífica otorgada por UNICEF en reconocimiento a su sobresaliente trabajo en beneficio de la niñez de Guatemala y del mundo entero 1996. Reconocimiento del Grupo Consultivo Internacional Sobre Vitamina A por el desarrollo de la tecnología para la fortificación del azúcar con vitamina A, contribuyendo así a la prevención y control de la deficiencia de vitamina A, 1996. Premio Honorífico de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición por importantes contribuciones a la nutrición de la población de Latinoamérica, 1997. Premio Internacional en Salud Pública “Prince Mahidol” otorgado por su majestad El Rey de Tailandia, 1997. Distinción Honorífica otorgada conjuntamente por la Universidad de San Carlos de Guatemala, la Organización Panamericana de la Salud, el INCAP, UNICEF y por el Comité Pro Ciegos y Sordos de Guatemala, por el desarrollo del programa nacional de fortificación de azúcar con vitamina A, 1998. Miembro Emeritus de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, 2003. Publicaciones científicas: más de 200 artículos científicos y Capítulos de libros en el campo de las ciencias de la nutrición y alimentación.

José Félix Chávez Pérez
Editor General. ALAN