

ALAN

Volumen 56. N° 3. Septiembre 2006

A R C H I V O S

Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

L A T I N O A M E R I C A N O S

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

D E N U T R I C I O N




Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en *Archivos*). Todos los manuscritos están sujetos a un proceso de arbitraje externo, orientado a preservar la calidad y excelencia de la revista.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition, principally throughout the American Hemisphere. Articles in Spanish, English, Portuguese and French are accepted, both from the Society members and from nonmembers, in the following categories: 1. General articles (critical scientific reviews); 2. Research articles (originals); 3. Papers in applied nutrition (analytical results from intervention programs and discussion of recommendations of practical application), and 4. Letters to the Editor (short comments of general interest or about scientific facts and concepts previously published in *Archivos*).

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION está registrado en ASEREME e indizado en las siguientes Bases de Datos: LILACS/CD ROM, Abstract on Hygiene and Communicable Diseases, Chemical Abstracts, Current Contents, Dairy Science Abstracts, Field Crops Abstracts, Food Science and Technology Abstracts, Horticultural Science Abstracts, Index Veterinarius, MEDLINE, Nutrition Abstracts and Reviews, Nutrition Research Newsletter, Ornamental Horticulture, Plant Breeding Abstracts, Rice Abstracts, Seed Abstracts, Veterinary Bulletin y Wheat, Barley and Triticale Abstracts, entre otros.

ENTIDADES PATROCINANTES

TARIFA DE SUBSCRIPCIÓN ANUAL (Subscription rates per year)

- | | |
|--|--|
| • FONACIT. Venezuela | Un Volumen, 4 Números (One Volume, 4 Numbers): |
| • Fundación para la Alimentación y Nutrición "José María Bengoa". Caracas, Venezuela | Hemisferio Occidental (Western Hemisphere):
U.S. \$ 160 Instituciones. (Institutions)
U.S. \$ 75 Personas. (Individuals) |
| • Instituto Nacional de Nutrición. Venezuela | Europa & Asia (Europe & Asia):
U.S. \$ 180 Instituciones. (Institutions)
U.S. \$ 90 Personas. (Individuals) |
| • <i>Kellogg's</i> América Latina | |
| • Fundación POLAR. Venezuela | Números sueltos (Single issues) U.S. \$ 15 c/u
Números anteriores (Back issues) U.S. \$ 25 each |
| • Centro de Atención Nutrición Infantil Antímano. CANIA. Venezuela | |
| • Coca-Cola Servicios de Venezuela C.A. | |
| •  Kraft Foods
Kraft Foods Venezuela, C.A. | |

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición
Partado: 62.778. Chacao. Caracas 1060. Venezuela, S.A.
Fax: (58.212) 286.00.61
Ubicación en formato digital: <http://www.scielo.org.ve>
Correo electrónico: alanven04@hotmail.com

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION se complace en destacar y agradecer el apoyo económico recibido del FONACIT para la edición sostenida de la revista. Bajo la responsabilidad del Capítulo Venezolano de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Artes Finales: Erika Ludewig. Teléfono (0212) 395.25.98

Portada: Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela. Teléfono (0212) 285.55.29

Impresión: Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela. Teléfono (0212) 632.97.17 - 632.74.86

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 56

SEPTIEMBRE 2006

Nº 3

Contenido

Páginas

ARTICULOS GENERALES

Evolución de los precios de los alimentos y nutrimentos en México entre 1973 Y 2004

Luis Ortiz-Hernández 201

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

Relación entre medidas antropométricas y valores de la presión arterial en estudiantes brasileños

Thelma Leite de Araujo, Marcos Venícios de Oliveira Lopes, Tahissa Frota Cavalcante, Nirla Gomes Guedes, Rafaella Pessoa Moreira, Emilia Soares Chaves, Viviane Martins da Silva 216

Validez del índice energía/proteína en la identificación de la malnutrición por exceso en preescolares venezolanos de bajo estrato socioeconómico

Armando Sánchez Jaeger, Sara Irene Del Real Vargas, Liseti Solano Rodríguez, Nayka Díaz y María Adela Barón 224

Prevalência e fatores associados à anemia e deficiência de ferro em crianças de 18 a 24 meses

Michele Pereira Netto, Silvia Eloiza Priore, Helena Maria Pinheiro Sant'Ana, Maria do Carmo Gouveia Peluzio, Céphora Maria Sabarense, Danielle Góes da Silva, Sylvia do Carmo Castro Franceschini 229

Bioquímica Nutricional

Ingesta de calcio y proteínas: relación con marcadores bioquímicos óseos en mujeres pre y posmenopáusicas de Comodoro Rivadavia (Argentina)

Graciela Mabel Ponce, María Angélica Fajardo, Susana Noemí Zeni y María Luz de Portela 237

Nutrición y Obesidad

Blood pressure and obesity of children and adolescents - association with body mass index and waist circumference <i>Ana Carolina Pio da Silva and Alberto A. Rosa</i>	244
Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el noroeste de México por tres referencias de índice de masa corporal: diferencias en la clasificación <i>Erik Ramírez, María Isabel Grijalva-Haro, José Antonio Ponce y Mauro E. Valencia</i>	251

Microbiología de Alimentos

Evaluación de la técnica de inmunoseparación magnética para recuperación de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en cremas de leche <i>Tomás Rojas, Ysvette Vásquez, Doris Reyes, Carlos Martínez, Luís Medina</i>	257
---	-----

Ciencia de Alimentos

Efecto sinérgico y cuantificación de los 5'-ribonucleótidos en una sopa de pollo <i>Carla Gutiérrez y Elba Sangronis</i>	265
Barra de cereales de elevado teor protéico e vitamínico: estabilidade enzimática e das vitaminas C e E durante armazenamento <i>Daniela Freitas G. C. y Roberto Moretti H.</i>	269
Migração de minerais de panelas brasileiras de aço inoxidável, ferro fundido e pedra-sabão (esteatito) para preparações culinárias <i>Késia Diego Quintaes, Jaime Amaya Farfan, Fernanda Mariana Tomazini, Marcelo Antônio Morgano</i>	275
Identificación de proteínas extrínsecas en jamones cocidos por SDS-PAGE: Nivel de detección en sistemas modelo <i>Laura Beatriz López, Carola Beatriz Greco, Patricia Ronayne de Ferrer y Mirta Eva Valencia</i>	282

Tecnología de Alimentos

Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz <i>Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Ahmed A. El-Dash</i>	288
--	-----

LatinFoods: Composición de Alimentos

Composição de alimentos: um pouco de história <i>Eliana Bistriche Giuntini, Franco M. Lajolo y Elizabete Wenzel de Menezes</i>	295
--	-----

CARTAS AL EDITOR	304
-------------------------------	-----

INFORMACION PARA LOS AUTORES	306
---	-----

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 56

SEPTEMBER 2006

Nº 3

Contents

	Pages
GENERAL ARTICLES	
Price evolution of foods and nutriments in Mexico from 1973 to 2004 <i>Luis Ortiz-Hernández</i>	201
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Relation among anthropometric measures and the blood pressure values in Brazilian students <i>Thelma Leite de Araujo, Marcos Venícios de Oliveira Lopes, Tahissa Frota Cavalcante, Nirla Gomes Guedes, Rafaella Pessoa Moreira, Emília Soares Chaves, Viviane Martins da Silva</i>	216
Validity of the energy/protein index in the detection of overweight in low income Venezuelan preschoolers <i>Armando Sánchez Jaeger, Sara Irene Del Real Vargas, Liseti Solano Rodríguez, Nayka Díaz y María Adela Barón</i>	224
Prevalence and factors associated to anemia and iron deficiency in 18-to 24-month old infants <i>Michele Pereira Netto, Silvia Eloiza Priore, Helena Maria Pinheiro Sant'Ana, Maria do Carmo Gouveia Peluzio, Céphora Maria Sabarense, Danielle Góes da Silva, Sylvia do Carmo Castro Franceschini</i>	229
Nutritional Biochemistry	
Calcium and protein intake and bone markers in premenopausal and postmenopausal women with normal bone mineral density from Comodoro Rivadavia (Argentina) <i>Graciela Mabel Ponce, María Angélica Fajardo, Susana Noemí Zeni y María Luz de Portela</i>	237

Nutrition and Obesity

Pressão arterial e obesidade em crianças e adolescentes - associação com índice de massa corporal e circunferência da cintura

Ana Carolina Pio da Silva and Alberto A. Rosa 244

Prevalence of overweight and obesity in northwest Mexico by three references of body mass index: differences in classification

Erik Ramírez, María Isabel Grijalva-Haro, José Antonio Ponce y Mauro E. Valencia 251

Food Microbiology

Evaluation of the technique of immunomagnetic separation for recovery of *Escherichia coli* O157:H7 in milk creams

Tomás Rojas, Ysvette Vásquez, Doris Reyes, Carlos Martínez, Luís Medina 257

Food Science

Synergistic effect and quantification of 5'-ribonucleotides in a chicken soup

Carla Gutiérrez y Elba Sangronis..... 265

High protein and vitamin cereal bars: enzymatic and vitamins C and E stability during storage

Daniela Freitas G. C. y Roberto Moretti H...... 269

Mineral migration from stainless steel, cast iron and soapstone (steatite) Brazilian pans to food preparations

Késia Diego Quintaes, Jaime Amaya Farfan, Fernanda Mariana Tomazini, Marcelo Antônio Morgano..... 275

Identification of extrinsic proteins in boneless cooked ham by SDS-PAGE: Detection level in model systems

Laura Beatriz López, Carola Beatriz Greco, Patricia Ronayne de Ferrer y Mirta Eva Valencia 282

Food Technology

Extruded rice flour as a gluten substitute in the production of rice bread

Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Ahmed A. El-Dash 288

LatinFoods: Food Composition

Food composition: a little bit of History

Eliana Bistriche Giuntini, Franco M. Lajolo y Elizabete Wenzel de Menezes 295

LETTERS TO THE EDITOR 304

INFORMATION FOR AUTHORS 306

Evolución de los precios de los alimentos y nutrimentos en México entre 1973 Y 2004

Luis Ortiz-Hernández

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México

RESUMEN. El objetivo del estudio fue conocer los cambios en los precios de los alimentos y ciertos nutrimentos en México durante las últimas tres décadas. Para ello, se analizaron los datos del Índice Nacional de Precios al Consumidor de 1973 a 2003, así como las cotizaciones de los alimentos que se utilizan para su cálculo en los años 1990, 1995, 2000 y 2004. Se estimó el costo de 100 kcal, 10 g de grasa saturada, 100 mg de colesterol, 10 g de fibra y 1 mg de hierro. Mediante modelos de regresión se analizó la asociación del costo de los nutrimentos y la energía con las densidades nutrimental y energética. Los resultados permiten inferir que, en México, la estructura de precios de los alimentos en la década de los ochentas fue diferente a la de los noventas, de modo tal que en la primera las verduras y los productos derivados de maíz y trigo fueron los alimentos que tuvieron menos incrementos en su precio; pero en la siguiente década fueron de los productos que experimentaron mayor aumento de su valor. Por otro lado, las carnes de res y puerco y los pescados y mariscos frescos durante la década de los ochentas tuvieron incrementos importantes de su costo, pero durante los noventas han sido cada vez más económicos. Dentro de los cárnicos existieron diferencias de precios que tienen relación con la densidad energética y nutrimental ya que los cortes magros fueron más caros que los que tienen mayor cantidad de grasa y, por tanto, de energía y colesterol. Los pescados (atún y sardina) en lata, el huevo y la carne de ave comenzaron a ser más económicos desde la década de los ochentas. La mayoría de los aceites y grasas han tenido incrementos de sus precios por debajo de la inflación del grupo de alimentos en general. Los alimentos industrializados o procesados han comenzado a ser más económicos que los que se expenden frescos. En un análisis de correlación se observó que la densidad energética de los alimentos se asociaba negativamente con su costo. Finalmente, se comentan las implicaciones de los resultados en términos de políticas públicas.

Palabras clave: Precio, costo, frutas, verduras, alimentos industrializados, carnes, densidad energética, accesibilidad.

INTRODUCCION

Los cambios en la alimentación que han ocurrido en las últimas décadas en México –como en otros países de América Latina– pueden ser caracterizados recurriendo al concepto de transición nutricional (1,2). En las zonas urbanas de México los cambios que se han verificado en la dieta, la actividad física y el estado de nutrición apuntan a una transición de la etapa de ‘recesión de las hambrunas’ hacia el periodo de ‘predominio de las enfermedades crónicas’ (3,4). En la fase

SUMMARY. Price evolution of foods and nutriments in Mexico from 1973 to 2004. The aim of this study was to know the price changes of foods and nutriments in México during the last three decades. To this end, two sets of data were analyzed: the National Consumer Prices Index for 1973 to 2003, and quotations of food prices for 1990, 1995, 2000 and 2004. Cost estimates were calculated for 100 kcal, 10 g of saturated fat, 100 mg of cholesterol, 10 g of fiber and 1 mg of iron. Regression models were used to analyze the association between nutrient and energy’s costs and energetic and nutrimental densities. Our results lead to infer that that in México, the structure of foods prices differed between the eighties and the nineties decades. In the former, vegetables and corn and wheat derived foods had the lowest price increment, whereas their price had the largest increment in the following decade. On the other hand, the prices of fresh meat of cattle and pig, and of fish and seafood rose during the eighties but became cheaper during the nineties. The differences in prices of the meat are inversely related to their energy density and nutrimental value: lean meat became more expensive than those with more fat (i.e. more energy and cholesterol). Canned fish (tuna and sardine), eggs and poultry became cheaper at the turn of the eighties. The prices of the majority of oils and fats have increased less than the inflation of the group of food. Processed and industrialized foods became cheaper than the fresh ones. The energy density of the foods is negatively correlated to their cost. The implications of our results are discussed in terms of public policies. **Keywords:** Price, costs, fruits, vegetables, industrialized foods, meats, energy density, accessibility.

de ‘recesión de hambrunas’ se incrementa el consumo de frutas, verduras y alimentos de origen animal y los almidones cobran menos importancia en la alimentación; mientras que en la etapa de ‘predominio de las enfermedades crónico-degenerativas’ la dieta se caracteriza por un contenido elevado de grasa, colesterol y azúcares, y menor consumo de ácidos grasos poli-insaturados y fibra; el estilo de vida se torna sedentario, lo que trae consigo el incremento de la prevalencia de obesidad y enfermedades no transmisibles (1,2).

En México la disponibilidad de energía alimentaria se

mantuvo sin cambios sustanciales (alrededor de 3,000 kilocalorías por habitante por día) en las décadas de los ochenta y noventa; sin embargo, la disponibilidad de grasa aumentó debido al incremento en la disponibilidad de carnes, huevo y leche; asimismo se incrementó la disponibilidad de azúcar (4). Lo anterior tiene correspondencia con el incremento en el consumo de grasa en mujeres en edad reproductiva ocurrido entre 1988 y 1999 (5).

A partir de los resultados de las dos versiones de la Encuesta Nacional de Nutrición (ENN) (6) se ha alertado sobre el incremento acelerado del sobrepeso en México ya que entre 1988 y 1999, las prevalencias de sobrepeso (índice de masa corporal - IMC- de 25.0 a 29.9) y obesidad ($IMC \geq 30.0$) en mujeres de 12 a 49 años pasaron de 16.4% y 18.7%, respectivamente, a 30.8% y 21.7%. El aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad de las dos últimas décadas ha sido paralelo al incremento en la proporción de población en situación de pobreza: entre 1984 y 1996 el porcentaje de población en pobreza aumentó de 58.5% a 77.3% (4). Estas tendencias pueden parecer contradictorias pues tradicionalmente se consideraba que la pobreza reducía el acceso a los alimentos lo que se expresa en menor peso corporal. Aunque es posible que el incremento de la obesidad no se haya dado entre los pobres, recientemente se ha observado que el aumento de la prevalencia de obesidad viene acompañado de una redistribución de este evento ya que de ser un problema de los estratos socioeconómicos altos comienza a ser más frecuente en los estratos bajos (7-9).

En un análisis (7) de las encuestas representativas de la población de mujeres en edad reproductiva (15-49 años) de sociedades en desarrollo realizadas entre 1987 y 1997 se observó que las mujeres con baja escolaridad tenían menor probabilidad de presentar obesidad en los países con menor producto interno bruto (PIB) y con prevalencia reducida de obesidad; mientras que la relación se invertía en los países con PIB más alto y con prevalencias de obesidad más elevadas. Por ejemplo, mientras que en Haití (un país pobre con prevalencia global de obesidad de 2.6%) las mujeres con alta escolaridad tenían 10.01 mayor probabilidad de presentar sobrepeso; en México (país de ingreso medio con tasa de obesidad de 10.4%) la razón fue de 0.59 menor riesgo. Análisis posteriores confirmaron que cuando la obesidad comienza a ser un problema de salud pública tiende a concentrarse en los grupos con peor situación socioeconómica (8,9).

Se requieren, entonces, de estudios para analizar los posibles mecanismos que expliquen la relación negativa entre posición socioeconómica y riesgo de obesidad. Se ha sugerido (10,11) que la industrialización y la urbanización traen consigo una disminución en el precio de los alimentos con alta densidad energética (e.g. cereales, azúcares, grasas y aceites), lo cual hace que los sujetos de estrato socioeconómico bajo tengan más acceso a ellos. De esta forma, el consumo de calorías de los sujetos con menos ingreso comienza a superar su re-

querimiento de energía, lo que resulta en la relación negativa entre obesidad y nivel socioeconómico.

El consumo de alimentos está determinado en gran medida por el precio de éstos y el ingreso de las personas: cuando los hogares cuentan con ingresos restringidos intentan maximizarlos eligiendo alimentos de menor costo, sin importar sus cualidades nutricionales (12). Desde el siglo XIX en los países industrializados se reportó que los alimentos con alta densidad energética (e.g. cereales refinados) tienden a ser más económicos respecto los de menor densidad (e.g. frutas y verduras) (10,11). Sin embargo, en países de ingresos bajos y medios no se ha estudiado suficientemente la evolución en los precios de los alimentos: sólo tenemos conocimiento de un estudio (13) realizado en América Latina en el que se haya explorado la relación entre costo y valor nutritivo de los alimentos. Por lo expuesto, el objetivo del estudio fue conocer los cambios en los precios de los alimentos y ciertos nutrimentos en México durante las últimas tres décadas.

MATERIAL Y METODOS

Para lograr el objetivo del estudio se analizaron dos fuentes: 1) el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) de 1973 a 2003 y 2) las cotizaciones de los precios de los alimentos que se utilizaron para el cálculo del INPC; con el primero es posible conocer las variaciones de los precios y con el segundo estimar el costo de los productos alimenticios.

El INPC es un indicador económico que mide la inflación o variación de los precios de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo de los hogares a través del tiempo (14). La elaboración del INPC se lleva a cabo mediante tres procesos: 1) La identificación de los genéricos (productos, bienes o servicios que adquieren los hogares) que conforman el INPC se realiza con base en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), realizada cada dos años por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Los genéricos ya definidos se incluyen en alguno de los subíndices que integran el INPC constituyendo la unidad de ponderación (participación de un bien o servicio en la canasta de consumo de las familias) mínima dentro del INPC y se calcula el peso relativo (que depende de la proporción que represente en el ingreso de las familias), de manera que cada peso relativo es una ponderación y el conjunto de los pesos relativos es una estructura de ponderaciones. 2) Para garantizar la representatividad de los precios que intervienen en el cálculo del INPC el sistema de muestreo considera localidades* de siete regiones, asegurándose que se elija por lo me-

* Una localidad es una ciudad en la que se cotizan precios para el INPC y que integra el gasto de todas las familias de otras poblaciones vecinas de igual tamaño y características similares. Con ello se le da a la localidad una representatividad más realista en los ponderadores del INPC. Las localidades se clasifican en tres grupos de acuerdo a la cantidad de habitantes (<20 000-120 000, >120 000 - 600 000 o >600 000 habitantes).

nos una ciudad por entidad federativa. Hasta 1994 los precios eran recopilados en 35 ciudades y a partir de 1995 se captan en 46. La información sobre los precios de los bienes y servicios en las localidades se obtiene de la siguiente forma: selección de fuentes (establecimientos comerciales o de servicios), selección de productos específicos (la máxima desagregación de los bienes y servicios de la canasta del INPC e incluye marca, presentaciones y otras características necesarias para la identificación precisa de un artículo), cotización de precios, revisión y verificación de precios. 3) Finalmente se calcula el INPC, el cual va de lo particular (genéricos) a lo general (INPC agregado).

Un problema para estimar el INPC es que los costos de algunos bienes y servicios tienen un comportamiento que es afectado por la volatilidad (variaciones significativas a menudo imprescindibles en un cierto periodo), las influencias estacionales y por las decisiones oficiales (el sector público determina el precio de algunos energéticos y servicios como la electricidad y la gasolina). Para solventar esta limitación los precios de los bienes y servicios se agruparon en tres subíndices: 1) bienes y servicios administrados y concertados, 2) productos agropecuarios (frutas, verduras, carnes y huevo) y 3) educación.

Con la finalidad de que el INPC sea más exacto y confiable, desde el comienzo del cálculo de este indicador en 1969, se han realizado cuatro cambios del año de comparación o referencia

(1978, 1980, 1994 y 2002) a partir del cual se efectúan las comparaciones de las modificaciones en los precios. Entre las modificaciones realizadas, en el cambio de base más reciente, a los ponderadores al nivel de los agregados del gasto de los hogares se encuentra la disminución de la importancia relativa del gasto destinado al consumo de alimentos y bebidas, ropa y calzado; por el contrario, se incrementó el peso relativo del gasto en vivienda, salud, cuidado personal y educación.

La información sobre el INPC de los alimentos de 1973 a 2003 se obtuvo de la página electrónica del Banco de México (15). Se analizó la inflación acumulada anual de los alimentos tomando como punto de referencia la segunda quincena de junio del 2002. Para poder identificar tendencias en los cambios de los costos de los productos se restó la inflación del grupo de la inflación de cada producto alimentario. Por ejemplo, en el periodo 1973-1976 las inflaciones de los alimentos en general (o del grupo), de las verduras frescas y de los pescados y mariscos fueron de 20.7, 0.0 y 23.4, respectivamente. Al estimar la diferencia entre los productos y el grupo específico se observa que el incremento en el precio de las verduras fue menor al del grupo ($0.0 - 20.7 = -20.7$ puntos porcentuales); por el contrario, el aumento del costo de los pescados y mariscos fue mayor al del grupo de referencia ($23.4 - 20.7 = 2.7$ puntos porcentuales, pp). En las Tablas 1, 2a y 2b se presentan las diferencias entre la inflación de los productos y el grupo.

TABLA 1
Evolución del INPC de los grupos de alimentos en México, 1973-2003

Alimentos por grupos	1973-76	1977-80	1981-84	1985-88	1989-92	1993-96	1997-00	2001-03
Alimentos, bebidas y tabaco ¹	20.7	21.7	65.8	93.5	17.2	25.6	12.8	4.5
Grupos de alimentos ²								
Tortillas y derivados del maíz			-2.0	12.0	8.5	-4.4	12.1	5.4
Pan	0.4	-2.9	6.4	8.4	3.1	14.8	-6.8	4.2
Galletas, pastas y harina de trigo			20.0	-13.0	4.4	10.6	-4.8	-0.7
Arroz y cereales preparados			7.3	-4.0	3.0	1.5	-6.6	-4.6
Frutas frescas	-0.8	3.3	-2.4	4.4	-4.9	6.5	-1.4	3.6
Verduras frescas	-20.7	-21.7	-1.8	6.2	22.7	-11.4	13.6	0.6
Legumbres secas	4.4	6.6	-18.0	20.5	17.9	10.1	-9.2	3.2
Frutas y legumbres procesadas			3.8	1.3	1.7	-1.7	-1.8	-3.5
Carne de ave	-4.9	2.0	-4.7	9.5	-9.4	-2.7	-5.4	-4.9
Carne y vísceras de cerdo	-3.2	2.3	1.6	9.0	-3.7	-2.3	-6.1	-4.1
Carne y vísceras de res	-3.3	7.0	6.5	6.5	-4.6	-6.0	-4.2	1.1
Carnes frías, secas y embutidos			3.9	5.9	-5.3	-2.9	-3.3	-3.5
Pescados y mariscos frescos	2.7	4.5	3.3	11.2	-3.2	-3.6	2.1	-1.7
Pescados y mariscos en conserva	2.4	5.5	-8.8	-6.2	-5.6	-4.6	0.4	-2.5
Leche pasteurizada y fresca	-0.7	0.8	-2.1	-1.0	1.7	-1.7	2.1	-0.8
Leche procesada			7.8	-10.4	7.2	3.8	-0.3	-1.0
Derivados de leche			0.5	-2.2	-2.6	-1.1	-2.1	-2.8
Huevo	-7.1	-8.7	-2.2	-2.0	-0.4	8.4	-10.0	0.8
Azúcar			-8.1	-9.2	21.4	1.4	-1.5	4.3
Aceites y grasas vegetales comestibles			6.6	-15.4	-6.1	11.9	-9.5	1.7

¹ Rubro de referencia. ² Se reporta la diferencia respecto al grupo de referencia. Por ejemplo, en 1973-76 el incremento en pan fue de 21.14%, mientras que el del grupo fue de 20.73%, la diferencia es 0.41 puntos porcentuales.

TABLA 2a
Evolución ¹ del Índice Nacional de Precios al consumidor de los alimentos en México, 1973-2003

	1973-76	1977-80	1981-84	1985-88	1989-92	1993-96	1997-00	2001-03
Cereales								
Tortilla de maíz	5.8	-15.1	-5.3	21.2	10.3	-5.7	14.2	6.2
Maíz	4.6	5.3	4.6	2.5	9.3	3.4	-2.6	-4.3
Masa y harina de maíz			7.0	12.5	7.1	-1.1	5.4	2.6
Harina de trigo	4.8	-13.3	38.3	-18.0	2.6	31.9	-9.4	0.2
Pan blanco			12.8	25.2	4.0	32.8	-8.4	5.1
Pasta para sopa	-4.6	-10.8	28.1	-13.8	6.1	2.7	-5.4	-0.4
Galletas populares			-0.2	-9.5	7.3	3.9	2.7	-2.5
Pan de caja			8.2	1.7	3.7	7.4	-2.6	4.7
Pan dulce			2.4	0.5	2.1	5.9	-7.0	4.2
Cereales en hojuela	-1.9	10.8	-2.9	11.2	0.1	3.6	-1.6	-4.1
Otras galletas	-1.3	-6.8	0.4	-11.7	4.6	7.8	-0.4	-3.4
Pastelillos y pasteles			3.1	-1.5	3.9	2.3	-0.9	1.5
Arroz	10.8	-4.2	7.2	-15.7	6.5	1.8	-8.7	-3.4
Frutas								
Jugos o néctares envasados	10.3	1.0	1.8	9.9	-0.6	-3.8	-1.0	-5.7
Otras conservas de frutas			8.5	-3.2	-0.9	-2.9	-1.1	-2.4
Plátanos	8.3	2.6	-5.5	17.4	-0.9	1.3	-3.8	4.4
Naranja	-5.6	13.1	24.8	-9.4	-1.8	6.6	-4.8	4.8
Toronja			0.3	5.7	0.0	-6.1	-4.0	-0.7
Piña			4.7	7.1	-8.8	3.8	-3.4	18.6
Mango	-4.8	-2.1	-2.9	7.4	-3.1	-7.4	-1.6	11.2
Sandía	-0.3	12.4	12.9	-3.7	0.1	-4.3	-3.3	-0.7
Guayaba			-14.6	48.6	-12.7	-0.4	7.4	-8.8
Papaya	-5.9	15.9	-7.3	10.9	-1.9	8.3	12.1	6.1
Pera			-15.1	10.3	-6.4	8.8	-8.7	2.1
Durazno	-10.9	6.9	-12.4	2.0	-2.3	14.3	-0.3	-6.7
Uva			-21.7	11.7	-7.6	17.9	-7.9	-0.1
Melón	-10.0	5.9	2.9	-3.0	0.7	10.7	-2.1	3.1
Manzana	-3.7	18.1	-11.0	4.0	-2.0	13.5	0.7	-1.5
Verduras								
Papas fritas y similares			9.1	-10.4	4.6	-6.2	-4.2	-0.6
Verduras envasadas	2.0	-2.9	1.5	-8.0	2.7	-1.7	-2.0	-2.4
Puré de tomate y sopas enlatadas	1.1	-1.5	3.7	-5.1	7.0	-0.4	-4.3	-3.0
Frutas y legumbres preparadas para bebé	4.9	-2.4	0.4	13.9	4.6	-0.1	3.0	0.8
Papa	6.2	0.7	15.8	29.8	-2.2	-0.3	3.3	6.8
Zanahoria	-8.9	9.1	-12.3	28.3	11.2	-7.9	5.9	7.8
Aguacate	-7.6	-7.3	-5.4	3.5	-7.6	-6.3	12.8	0.6
Chícharo	-15.1	5.5	9.0	-10.0	18.2	-14.7	8.5	25.2
Lechuga y col			-9.0	11.7	-6.3	0.0	0.2	10.9
Chile poblano	54.6	1.8	1.6	21.5	-6.3	-3.0	23.6	-20.0
Chayote			15.3	5.6	0.9	-0.4	1.7	3.1
Ejotes						-2.1	-11.8	-13.2
Tomate verde	-40.3	32.6	3.2	54.4	4.2	-6.8	11.1	-2.8
Calabacita	9.7	18.2	17.3	-3.5	2.6	3.9	1.1	24.7
Pepino			-3.5	-7.2	2.4	10.0	1.4	2.4
Jitomate	3.9	26.8	5.1	0.5	27.2	-5.9	24.9	2.5
Leguminosas								
Frijol	5.6	11.9	-26.1	26.4	18.7	13.0	-10.3	4.6

¹ Se reporta la diferencia respecto al grupo de referencia (ver Tabla 1). Por ejemplo, en 1973-76 el incremento en tortilla de maíz fue de 26.52%, mientras que el del grupo fue de 20.73%, la diferencia es 5.79 puntos porcentuales.

TABLA 2b
Evolución ¹ del Índice Nacional de Precios al Consumidor de los alimentos en México, 1973-2003

	1973-76	1977-80	1981-84	1985-88	1989-92	1993-96	1997-00	2001-03
Carnes								
Pollo rostizado			-6.4	7.6	-4.0	-9.4	-0.8	0.4
Salchichas			6.7	-0.6	-8.5	0.4	-6.6	-1.5
Chorizo			6.0	-0.5	-4.4	-3.2	-1.3	-3.8
Tocino	3.4	-1.2	10.8	17.4	-4.7	-0.3	-0.5	-3.5
Jamón	-4.1	-2.9	-0.3	10.1	-5.1	-2.9	-3.9	-4.5
Otros embutidos			1.8	5.5	-5.9	-4.3	-3.2	-2.6
Carnes secas	-4.6	5.6	-0.4	9.0	-2.2	-7.3	-1.7	-1.2
Pollo entero			-5.6	8.7	-10.2	0.4	-6.8	-5.2
Pollo en piezas			-5.6	10.5	-8.4	-4.1	-5.1	-4.9
Bistec de res			4.4	6.7	-4.2	-6.3	-4.7	1.9
Cortes especiales de res			8.8	9.3	-6.7	-7.8	0.5	0.3
Hígado de res	-12.9	1.1	6.7	-2.4	-10.6	-2.1	-8.1	1.6
Otras vísceras de res			7.2	4.3	-8.0	-5.0	-2.4	3.0
Retazo de res			9.1	7.2	-4.0	-3.2	-1.3	1.8
Lomo de cerdo			4.6	8.3	-2.2	-4.3	-5.3	-4.6
Pierna de cerdo			4.5	7.2	-4.3	-1.2	-9.2	-5.5
Carne molida de cerdo			8.8	7.4	-4.3	-6.9	-5.1	-0.3
Pulpa de cerdo			4.4	10.0	-5.2	0.0	-6.1	-3.5
Chuletas y manteca de cerdo			7.2	2.2	-6.5	2.1	-7.8	-3.5
Carnitas			4.4	16.0	-1.8	-10.4	-0.6	0.4
Barbacoa o birria			-2.9	13.6	1.2	-10.7	2.4	3.0
Pescados y mariscos								
Atún y sardina en lata			-10.3	-5.7	-5.6	-6.0	-0.4	-3.2
Otros pescados y mariscos en conserva			7.6	-4.2	-7.2	-2.0	1.8	-2.7
Mojarra			-0.3	11.7	-2.5	-1.0	4.0	-0.2
Guachinango			1.3	12.8	-4.0	-3.1	1.1	-1.9
Róbalo y mero			1.7	19.1	-3.5	-4.4	3.2	-0.2
Otros pescados			1.9	6.9	-2.5	-3.8	1.0	-1.7
Camarón			4.8	6.9	-6.5	-5.8	8.9	-12.7
Otros mariscos			22.3	13.5	1.4	-2.5	-5.3	9.0
Lácteos								
Leche pasteurizada y fresca	-0.2	1.1	-3.2	-1.6	2.1	-1.9	2.1	-0.8
Queso amarillo	5.4	0.0	9.3	-9.4	-0.4	0.4	-4.0	-4.6
Queso Chihuahua o manchego	5.4	0.0	5.2	3.8	-7.6	0.3	-3.9	-3.3
Queso fresco	5.4	0.0	3.7	0.1	-4.0	0.6	-1.8	-1.5
Otros quesos	5.4	0.0	0.4	-3.8	-1.9	0.8	-3.7	-2.8
Yogurt			1.2	1.8	-8.2	-3.2	-0.6	-4.1
Azúcares								
Azúcar	-11.7	60.5	-7.6	-1.9	14.5	1.4	-1.5	4.3
Chocolate y golosinas	1.7	10.1	6.3	2.0	-3.4	-1.0	-0.9	-0.4
Dulces, cajetas y miel			6.0	-0.9	1.5	1.1	0.7	1.9
Helados	-9.1	2.3	6.9	10.7	8.0	-10.0	0.5	-0.2
Aceites y grasas								
Aceites y grasas vegetales comestibles	-6.2	-10.1	6.8	-15.4	-6.3	12.2	-9.5	1.7
Mayonesa y mostaza			16.8	-2.6	-3.2	-1.4	-1.2	-4.5
Mantequilla	-4.9	-1.2	-6.6	-14.2	-2.1	7.9	-0.8	-4.0
Crema de leche	-5.2	-2.7	3.2	-9.3	-3.9	0.7	-2.2	-5.6
Bebidas								
Refrescos envasados	12.1	-3.2	8.1	-7.2	7.6	2.2	4.0	-0.2
Alimentos cocinados fuera de casa			-1.4	12.3	-1.7	-10.6	0.3	1.0

¹ Se reporta la diferencia respecto al grupo de referencia (ver tabla 1). Por ejemplo, en 1973-76 el incremento en hígado de res fue de 7.82%, mientras que el del grupo fue de 20.73%, la diferencia es -12.91 puntos porcentuales.

Para estimar el costo de ciertos nutrimentos y energía se capturaron las cotizaciones de cada alimento utilizadas por el Banco de México para el cálculo del INPC. Se incluyó la información de las 35 ciudades contempladas en 1990 (16) y de las 46 ciudades en 1995 (17), 2000 (18) y 2004 (19). Al inicio del estudio se tenía planeado estimar el costo de nutrimentos por quinquenios desde 1975; sin embargo, el Banco de México publica mensualmente las cotizaciones desde el año de 1989, por lo que no se cuenta con información previa a esa fecha (20). Cabe señalar que en 1990 el 38% de la población de México vivía en las ciudades en las que se realizaron las cotizaciones (21). Para el análisis se utilizaron las cotizacio-

nes recabadas en el mes de julio de cada año (1990, 1995, 2000 y 2004), con el fin de que los datos fueran comparables con los de la ENIGH, en la cual los datos fueron recolectados durante el tercer trimestre de cada año ya que se considera que hay menos variabilidad en los gastos de las familias. Con los datos capturados se estimó el promedio del precio de cada alimento en cada una de las ciudades y después el precio promedio para el país. Los precios de los cuatro años fueron deflactados tomando como año base el 2002 (15). Aunque las cotizaciones del Banco de México se reportan como precio por kilogramo o litro, en las Tablas 3a y 3b se reporta el costo por 100 gramos o mililitros.

TABLA 3a
Precio¹ de alimentos y nutrimentos en México, 1990-2004

Alimento	Costo por 100 g de alimento				Costo de nutrimentos en 2004			
	1990	1995	2000	2004	E	GS	F	H
Cereales								
Tortilla de maíz	0.47	0.34	0.57	0.58	0.27		2.78	0.22
Maíz	0.78	0.89	0.87	1.07	0.33		0.95	0.51
Masa y harina de maíz	0.58	0.44	0.49	1.61	0.61		2.50	0.25
Harina de trigo	0.76	0.77	1.20	1.23	0.33	10.25	41.00	
Pan blanco	0.98	1.18	1.06	1.44	0.49		7.58	0.41
Pasta para sopa	1.71	1.40	1.44	1.68	0.49		8.84	0.80
Galletas populares	1.67	1.53	2.73	2.46	0.61		6.00	1.23
Pan de caja	1.43	1.54	1.92	2.36	0.83		12.42	0.08
Pan dulce	3.92	3.39	2.51	3.67	0.96	12.66	61.17	2.82
Cereales en hojuelas	5.75	6.16	4.97	4.71	1.21		23.55	0.75
Arroz	1.47	1.26	0.92	0.96	0.26		5.05	0.87
Frutas								
Jugos o néctares envasados	2.07	1.85	1.76	1.48	1.12		29.60	0.17
Plátanos	1.05	0.85	0.84	0.85	1.45		5.95	1.79
Naranja	1.28	0.79	0.47	0.59	1.99		4.68	
Toronja	1.51	0.99	0.71	0.61	2.01		7.11	
Piña	0.96	0.81	0.62	0.66	2.54		5.66	0.66
Mango	1.53	1.21	0.88	0.95	2.66		15.70	
Sandía	0.68	0.75	0.41	0.42	2.85		30.43	
Guayaba	2.80	1.94	1.65	1.45	3.47		3.16	
Papaya	1.00	0.77	0.92	0.92	3.47		11.27	
Pera	3.10	2.55	1.55	2.11	4.27		11.33	
Durazno	3.46	3.26	2.68	2.25	5.01		11.12	2.32
Uva	3.07	3.75	2.43	2.59	5.36		29.30	
Melón	1.05	1.04	0.67	0.75	5.91		15.96	
Manzana	3.98	2.32	1.89	2.41	9.22		29.98	
Verduras								
Papas fritas y similares	11.74	9.89	8.18	8.18	1.57	9.26	68.17	4.54
Verduras envasadas	1.95	2.37	2.05	2.20	3.83		15.07	2.00
Puré de tomate y sopas enlatadas	1.90	3.19	2.77	3.27	4.81		81.75	2.34
Frutas y legumbres preparadas para bebés	4.17	4.33	4.59	5.31	8.28		147.50	
Papa	1.03	1.07	0.97	1.06	1.70		25.85	0.48
Zanahoria	0.77	0.69	0.71	0.66	1.83		1.28	0.54
Aguacate	2.58	1.28	1.03	1.82	2.38	14.07	13.74	6.87
Chícharo	2.25	1.70	1.77	2.07	3.29		10.70	1.64
Lechuga y col	0.78	0.66	0.59	0.57	3.31		4.91	0.23
Chile poblano	2.80	2.70	1.64	1.48	3.85		46.25	0.56
Chayote	1.41	1.21	0.92	0.89	3.95		5.51	0.78
Tomate verde	1.89	1.44	1.56	1.12	5.43		5.43	2.60
Calabacita	1.48	0.97	0.89	0.98	7.39		9.92	0.76
Pepino	0.96	0.72	0.64	0.85	8.53		11.38	
Jitomate	1.51	1.51	1.24	1.60	9.57		12.12	3.64
Leguminosas								
Frijol	2.28	1.06	1.15	1.25	0.38		6.94	0.23

¹Precios deflactados para 2002. Abreviaturas: E: 100 calorías; GS, 10 g de grasa saturada; F, 10 g de fibra; H, 1 mg de hierro.

TABLA 3b
 Precio¹ de alimentos y nutrimentos en México, 1990-2004

	Costo por 100 g de alimento				Costo por nutrimento en 2004			
	1990	1995	2000	2004	E	GS	C ²	H
Carnes								
Pollos rostizados	18.69	5.52	5.22	5.86	3.61	14.95	13.95	5.51
Salchichas	5.45	4.01	3.19	3.31	0.88	1.61	3.31	2.76
Chorizo	6.94	5.58	5.12	5.44	1.28	3.86	5.05	1.63
Tocino	8.00	7.28	7.25	8.26	1.46	3.89	12.33	0.92
Jamón	8.90	7.86	6.52	6.06	2.01	8.54	6.81	2.63
Carnes secas	21.81	16.95	16.26	21.45	7.86	32.01	24.94	12.62
Pollo entero	3.72	2.66	2.44	2.39	1.74	8.66	4.98	4.15
Pollo en piezas	5.21	3.47	3.10	3.18	2.31	11.53	6.63	5.52
Huevo	1.52	1.64	1.15	1.66	1.19	5.63	0.34	0.90
Retazo de res	4.35	3.07	3.59	3.93	2.87	8.07	10.06	3.51
Hígado de res	3.85	3.02	2.24	2.20	1.57	14.97	0.63	0.33
Carne molida de res	7.64	5.25	4.45	5.35	2.00	5.35	7.23	1.98
Bistec de res	7.72	5.68	5.23	6.61	2.60	6.96	9.40	2.58
Lomo de cerdo	8.25	5.80	5.59	6.50	2.99	10.07	8.40	9.14
Pierna de cerdo	8.12	4.94	4.42	4.51	3.22	21.07	6.94	3.76
Chuletas y manteca de cerdo	4.53	3.46	3.13	4.08	1.14	2.97	6.96	
Carnitas	13.06	10.82	11.05	13.06	5.09	16.83	14.03	15.27
Barbacoa o birria	15.04	10.82	11.31	13.84	5.90	12.14	20.52	5.83
Pescados y mariscos								
Atún y sardina en lata	7.10	3.72	3.17	3.59	1.69	9.21	4.10	1.35
Guachinango	11.49	7.87	8.27	8.66	18.66		67.92	28.30
Róbalo y mero	11.65	7.61	8.16	9.91	22.59	129.54	121.45	35.33
Camarón	20.77	15.86	16.62	14.02	38.52		27.38	21.91
Lácteos								
Leche pasteurizada y fresca	0.79	0.79	0.78	0.88	1.44	4.19	6.29	
Queso amarillo	8.61	8.08	7.34	6.80	1.81	3.45	7.23	
Queso manchego o Chihuahua	9.81	7.98	8.04	7.83	1.88	10.51	16.48	2.37
Yogurt	4.03	3.02	3.04	2.68	5.15	12.76	20.62	
Azúcares								
Azúcar	0.82	0.76	0.83	1.05	0.28			0.50
Chocolate	6.54	5.17	5.71	5.69	1.24	6.54		2.03
Helados	5.74	4.82	3.98	7.21	5.42	36.05		
Aceites y grasas								
Aceites y grasas vegetales	1.81	2.20	1.39	2.33	0.26	0.98		
Mayonesa y mostaza	4.26	3.96	4.09	3.84	0.53	3.07	1.48	7.68
Mantequilla	6.04	5.07	5.28	5.28	0.74	1.05	2.41	
Crema de leche	3.84	3.43	3.22	2.99	1.53	2.49	18.69	
Bebidas								
Refrescos envasados	0.68	0.92	1.04	1.00	2.27			

¹ Precios deflactados para 2002. Abreviaturas: E: 100 calorías; GS, 10 g de grasa saturada; C, 100 mg de colesterol; H, 1 mg de hierro.

² El único cereal que cubrió el criterio para colesterol fue el pan dulce: 39.58 pesos por 100 mg de colesterol.

Uno de los problemas que existió para analizar el costo de los alimentos es que en cada año se modificó la lista de alimentos que se cotizaron para calcular el INPC. Por ello, en algunos casos se hicieron comparaciones entre alimentos similares: en 1990 se cotizaron galletas "Marías" o de animalitos, las cuales fueron consideradas como galletas populares en las cotizaciones de 1995, 2000 y 2004; el bistec o pulpa de res con el bistec de res; el róbalo, sierra y mero con el róbalo y mero; el queso Chihuahua con el queso manchego o Chihuahua; el aceite vegetal con aceites y grasas vegetales comestibles; el mango manila con el mango criollo; el chí-

charo envasado con verduras envasadas; las verduras envasadas para niño con frutas y verduras envasadas para bebé; el azúcar blanca con el azúcar; y el chocolate en tableta con el chocolate en polvo. Para los datos de 1995 y 2000 se consideró al aceite vegetal como aceites y grasas vegetales; y al chocolate en polvo y chocolate con azúcar como chocolate.

Otra limitación de los datos que publica el Banco de México es que hay alimentos que en los primeros reportes (1990, 1995 y 2000) fueron cotizados por separado, pero en el año 2004 fueron agrupados. Por ejemplo, en 1990 se reportaron por separado el precio de las chuletas de cerdo y el de la man-

teca, pero a partir de 1995 no se distinguió el precio de éstos dos productos. Desafortunadamente al hacer estas agrupaciones no se consideró el valor nutritivo de los alimentos. Aún así, para poder comparar la información de los diferentes años se promedió el contenido nutrimental y el valor nutritivo de los alimentos que se incluían en un rubro. De las cotizaciones de 1990 se agruparon los siguientes alimentos: costillas y chuletas de res; chuletas y manteca de cerdo; atún y sardina en lata; manzana fina y común; plátano Tabasco y macho; aguacate hass y regional; lechuga y col; puré de tomate y sopas enlatadas; mayonesa y mostaza; chocolate en tableta y en polvo; y masa y harina de maíz. En los años 1995 y 2000 se realizaron las siguientes agrupaciones: masa y harina de maíz; chuletas y manteca de cerdo; atún y sardina en lata; plátano Tabasco y otros plátanos; lechuga y col; puré de tomate y sopas enlatadas; y mayonesa y mostaza.

Los precios de ciertos alimentos fueron reportados en algunos años pero no en otros, por lo que al no contar con la serie completa no fue posible mostrarlos en los resultados. Los datos de los siguientes alimentos sólo están disponibles para 1990: harina preparada, galletas dulces, galletas saladas, pan dulce empaquetado, pan negro, hojuelas de avena, filete vacuno, menudo de res, costillas de cerdo, chuletas ahumadas, pastel de pollo, queso de puerco, pulpo, almeja y ostión frescos, camarón en lata, queso añejo, duraznos en lata, cóctel de frutas envasado, garbanzo, cacahuete envasado y vodka. Para los siguientes alimentos existe información para 1990, 1995 y 2000: fécula de maíz, margarina, elote fresco, mermeladas, carnes ahumadas o enchiladas, pastel de carne y leche sin pasteurizar. Alimentos para los que existen datos de 1995, 2000 y 2004 fueron: pastelillos y pasteles, cortes especiales de res, pulpa de cerdo, mojarra, queso fresco, queso Oaxaca o asadero, ejotes y nopales. Los alimentos con información del 2004 fueron: tortillas de harina de trigo, chuletas y costilla de res, agua embotellada y pizzas.

El último inconveniente de las cotizaciones del Banco de México es que se incrementó el número de alimentos clasificados en el rubro de "otros", los cuales no pudieron ser analizados ya que no se indica qué productos están incluidos. Para 1990 se reportaron los siguientes rubros de 'otros': pescados regionales, pescados y mariscos en conserva y quesos. Para 1995 y 2000 existió la categoría de "otros" para los siguientes productos: galletas, vísceras de res, embutidos, pescados, mariscos, conservas de fruta, leguminosas secas, chiles frescos, leguminosas, condimentos y alimentos cocinados. En el 2004 el rubro "otros" existió para: cortes de carne, pescados y mariscos en conserva, quesos, frutas y licores.

A partir de los precios promedio de cada alimento se estimó el costo de 100 kcal, 10 g de grasa saturada, 100 mg de colesterol, 10 g de fibra y 1 mg de hierro. Primero, se obtuvieron las cantidades contenidas de calorías (kcal), grasa saturada (g), colesterol (mg), fibra (g) y hierro (mg) por cada 100

gramos o mililitros de alimento en peso neto. La principal fuente de la que se obtuvo esta información fue la primera edición de "Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México" (22). El contenido nutrimental de los siguientes productos fue tomado de la siguiente edición de las mismas tablas (23): maicena, harina para *hot cakes*, harina de trigo para repostería, carne magra de res, carne de res grasosa con hueso, carne de res grasosa sin hueso, carne semigrasosa de cerdo, carne magra de cerdo, carne de cerdo semigrasosa, carne seca de res, y cecina de res oreada. La información nutrimental de los dulces fue consultada en la base de datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (24). En el caso del rubro "dulces, cajetas y miel" se tomaron los valores nutrimentales de dulces y miel. No se analizaron los siguientes productos pues no se encontró su contenido nutrimental: pan negro, cajeta, chuletas ahumadas, pastel de pollo, pastel de carne y manteca vegetal.

Posteriormente, se calculó el contenido nutrimental por cada 100 g de peso bruto de los alimentos ya que éstos se compran en peso bruto, no en peso neto. Para esto, se obtuvo el contenido nutrimental del peso neto (utilizando las constantes de porción comestible reportadas en las tablas) correspondiente a 100 g de peso bruto. Por ejemplo, 100 g de plátano en peso bruto corresponden a 68 g de peso neto (porción comestible = 0.68) y 100 g de peso neto de ese alimento aporta 86 kilocalorías, por tanto, 100 g de peso bruto aportan 58.48 de calorías ($[(68 \times 86)/100]$). Después, se estimó la cantidad de alimento que se necesitaba para consumir la cantidad de nutrimento que interesaba (e.g. 100 kcal o 10 g de fibra o grasa saturada). En el ejemplo, se necesitan 171 g en peso bruto de plátano para poder consumir 100 Kcal ($[(100 \times 100)/58.48]$). Finalmente, se calculó el costo de la cantidad de alimento requerida para consumir la cantidad de nutrimento definida. Siguiendo el ejemplo, en 2004 el costo de 100 g de plátano fue de \$ 0.85 (pesos mexicanos) y se necesitan 171 g para consumir 100 Kcal, por tanto el precio de éstas últimas es de \$ 1.45 ($[(171 \times 0.85)/100]$).

Los condimentos (limón, cebolla, sal, pimienta y café) y las bebidas alcohólicas se descartaron del análisis ya que los primeros no son fuente importante de algún nutrimento pues las cantidades consumidas son insignificantes y las últimas por no formar parte de la dieta habitual de la mayoría de la población. Debido a que existen alimentos cuyo contenido de ciertos nutrimentos es muy reducido o bien no lo contienen, el costo de 10 g de fibra sólo se estimó en alimentos de origen vegetal, el precio de 100 mg de colesterol únicamente se calculó para alimentos de origen animal; en el caso del hierro y la grasa saturada sólo se consideraron aquellos alimentos que por 100 g de peso neto por lo menos contuvieran 0.5 mg o 1 g, respectivamente.

Como se indicó, en países industrializados se ha docu-

mentado que la densidad energética (la cantidad de calorías por cada 100 gramos de alimento) se relaciona negativamente con el costo de los alimentos (10,11). Para evaluar si esa relación también existe en México se estimaron modelos de regresión en los que la cantidad de nutrimento o energía por 100 g o ml eran las variables independientes y el costo de energía o nutrimento las variables dependientes. Este análisis se realizó en el programa SPSS versión 12.0.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presenta el INCP de los grupos de alimentos entre 1973 y 2003. Los incrementos más importantes del costo del grupo de alimentos, bebidas y tabaco se dieron en los periodos 1985-8 (93.53%), 1981-4 (65.76%) y 1993-6 (25.63%). El incremento de los precios de tortillas y derivados de maíz fue menor al del grupo general de alimentos en dos momentos (1981-4 y 1993-96), pero fue mayor en otros cuatro periodos (1985-88, 1989-92, 1997-2000 y 2001-3). Los precios de los grupos 'galletas, pastas y harina de trigo' y 'arroz y cereales preparados' tuvieron incrementos menores al grupo general en tres ocasiones (1985-8, 1997-2000 y 2001-3), pero en otros tres momentos (1981-4, 1989-92 y 1993-6) el aumento de su valor estuvo por debajo del grupo de alimentos. El incremento del costo de las frutas fue muy fluctuante pues se intercalan momentos en los que es mayor al grupo de referencia con periodos en los que es menor. Entre 1973 y 1984 el incremento del valor de las verduras frescas fue menor al del grupo, tendencia contraria a la observada entre 1985 y 2003 (exceptuando el periodo 1993-6). De los ocho periodos estudiados, sólo en dos momentos las leguminosas tuvieron incrementos menores a los del grupo (1981-4 y 1997-2000), mientras que en los seis restantes los aumentos de su valor fueron superiores. Los incrementos del valor de la carne de ave fueron menores al del grupo en seis momentos y sólo en dos periodos se observó lo contrario (1977-80 y 1985-8). Los precios de la carne y vísceras de cerdo; la carne y vísceras de res; las carnes frías, secas y embutidos, y los pescados y mariscos frescos tuvieron incrementos por arriba del promedio en los periodos de la década de los ochentas (1981-4 y 1985-9), pero en los periodos de la década de los noventa (1989-92, 1993-6, 1997-2000) el patrón es contrario, es decir, su valor se incrementó por debajo del grupo de alimentos en general. Con excepción del periodo 1997-2000, a partir de 1981 el precio de los pescados y mariscos en conserva aumentó por debajo del grupo de referencia. En seis momentos los incrementos del valor del huevo fueron inferiores a los del grupo.

En las Tablas 2a y 2b se muestra la evolución del INPC de alimentos específicos. En el periodo 1981-4, diez de los trece productos elaborados con cereales (Tabla 2a) tuvieron incrementos superiores al promedio; el mismo comportamiento se

observó en siete productos en 1985-8, en los trece alimentos en 1989-92 y en once en el periodo 1993-6; en 1997-2000 esta tendencia se revierte ya que diez productos tienen aumentos menores al del promedio. En tres periodos la tortilla de maíz es el producto de cereal que tuvo el incremento más alto de su precio respecto al promedio (en 1989-92 con 10.3 pp, en 1997-2000 con 14.2 pp y en 2001-3 con 6.2 pp por arriba del incremento del grupo); además de que en 1985-8 sólo fue superada por el pan blanco (21.2 pp y 25.2 pp, respectivamente).

A partir de 1989, los jugos o néctares han tenido incrementos inferiores al promedio, el mismo comportamiento lo tienen las otras conservas de frutas pero desde 1985. De las trece frutas frescas, en los años 1981-4 cinco presentaron incrementos en su precio mayores al promedio del grupo; en 1985-8 y en 1993-6 la mayoría de las frutas tuvieron el mismo patrón (diez y nueve, respectivamente); pero en el periodo 1989-1992 sólo dos tuvieron ese comportamiento. En cuatro periodos (1985-8, 1993-6, 1997-2000 y 2001-3) el aumento de los precios de papas fritas, verduras envasadas y puré de tomate y sopas enlatadas fue menor al del promedio. Respecto a las verduras frescas, en 1981-4 siete tuvieron aumentos de precio superiores a las del grupo, este comportamiento lo tuvieron ocho verduras en 1985-8, siete en 1989-92, dos en 1993-6, once en 1997-2000 y nueve en 2001-3. El frijol en seis de ocho periodos tuvo aumentos de precio superiores al grupo.

En general las carnes (Tabla 2b) tuvieron incrementos superiores al grupo en los periodos 1981-4 y 1985-8, mientras que sus incrementos fueron inferiores al promedio en 1989-92, 1993-6 y 1997-2000. Hay, sin embargo, productos cuyo incremento de precio comenzó a ser menor al del promedio desde momentos anteriores: es el caso del jamón (-4.1 pp), carnes secas (-4.6 pp) e hígado de res (-12.9 pp) en 1973-6; tocino (-1.2 pp) y jamón (-2.9 pp) en 1977-80; pollo rostizado (-6.4 pp), jamón (-0.3 pp), carnes secas (-0.4 pp), pollo entero (-5.6 pp) y en piezas (-5.6 pp) y barbacoa y birria (-2.9 pp) en 1981-4; y salchichas (-0.6 pp), chorizo (-0.5 pp) e hígado de res (-2.4 pp) en 1985-8.

El atún y la sardina en lata en todos los momentos en los que se tuvo información (de 1981 al 2003) tuvieron incrementos inferiores al promedio del grupo; en el caso de los otros pescados y mariscos en conserva tuvieron el mismo patrón con excepción de dos periodos (1981-4 y 1997-2000). Los pescados frescos, los otros pescados y el camarón tuvieron incrementos de precio por arriba del promedio en 1981-4 (exceptuando la mojarra), 1985-8 y 1997-2000; mientras que presentaron la tendencia contraria en 1989-92, 1993-6 y 2001-3. El rubro de otros mariscos en cuatro momentos tuvo incrementos superiores al promedio.

Los aumentos de precio de la leche pasteurizada y fresca fueron menores al promedio en cinco ocasiones y en tres

momentos superiores al promedio. Los quesos presentaron incrementos superiores al grupo en tres periodos (1973-6, 1981-4 y 1993-6), lo contrario se observó en otros tres momentos (1989-92, 1997-2000 y 2001-3). El aumento del precio de yogurt fue menor al grupo a partir de 1989.

En general, en la mayoría de los momentos las grasas y aceites han incrementado su costo por debajo del promedio: fue el caso de aceites y grasas vegetales (en cinco de ocho periodos), mayonesa y mostaza (cinco de seis momentos), mantequilla (siete de ocho periodos) y crema de leche (seis de ocho lapsos). En más periodos (cinco de ocho) los refrescos envasados tuvieron aumentos de precio por arriba del grupo.

En las Tablas 3a y 3b se presenta el precio de los alimentos y nutrimentos de 1990 a 2004. En este periodo los productos de cereal (Tabla 3a) que más han reducido su precio fueron el arroz (de \$1.47 en 1990 a \$0.96 en 2004, que corresponde a -35%) y los cereales en hojuelas (-18%); por el contrario, los alimentos que más incrementaron su costo fueron la masa y harina de maíz (178%), el pan de caja (65%), la harina de trigo (62%), las galletas populares (47%) y el pan blanco (47%); de los once productos de cereal siete tuvieron incremento, mientras que cuatro tuvieron el patrón contrario; además, la magnitud de los incrementos fue mayor (oscilaron entre 23% [torrilla de maíz] y 178% [masa y harina de maíz]) que los decrementos (entre -2% [pasta para sopa] y -35% [arroz]). El precio de todas las frutas se redujo, siendo las depreciaciones más importantes las de la toronja (-60%), la naranja (-54%) y la guayaba (-48%). Diez de las quince verduras analizadas tuvieron una reducción de su valor; siendo el chile poblano (-47%), el tomate verde (-41%) y el chayote (-37%) los productos con mayor disminución; en el otro extremo, las frutas y verduras preparadas para bebés (27%) y el puré de tomate y sopas enlatadas (72%) fueron los productos con mayor incremento en su precio. El costo del frijol disminuyó (-45%).

De los diez y ocho productos cárnicos (Tabla 3b), quince tuvieron disminución de su precio; los alimentos con la reducción más importante fueron pollos rostizados (-69%), pierna de cerdo (-44%), hígado de res (-43%), salchichas (-39%) y pollo en piezas (-39%). Los cuatro productos de pescado y marisco tuvieron disminución de su precio, los productos con el descenso de mayor magnitud fueron atún y sardina en lata (-49%) y camarón (-32%). Mientras que el precio de la leche pasteurizada y fresca se incrementó (11%); el costo de los otros tres productos tuvo un comportamiento opuesto (yogurt: -33%, queso amarillo: -21% y queso manchego o chihuahua: -20%).

El costo del chocolate disminuyó (-13%), al tiempo que el valor del azúcar (28%) y los helados (26%) se incrementó. Las aceites y grasas vegetales aumentaron su precio (29%), mientras se redujo el valor de la crema de leche (-22%), la mantequilla (-13%) y la mayonesa y mostaza (-10%). El precio de los refrescos envasados aumentó en 47%.

En el año 2004, las calorías de los cereales y las grasas eran las más económicas pues para adquirir 100 Kcal calorías se necesitaba, en la mayoría de los casos, menos de \$1.00. En los productos de cereal, la excepción fueron los cereales en hojuelas (\$1.21 por 100 Kcal), pero para el resto de los productos de cereales el costo de 100 kcal oscila entre \$0.26 y \$0.96. Con tres productos del grupo de los aceites y grasas el valor de 100 Kcal oscila entre \$0.26 y \$0.74; el alimento con el valor más alto de esta categoría es la crema de leche ya que se requiere pagar \$1.53 para comprar 100 Kcal. Otros productos con los que se pueden comprar 100 Kcal con menos de \$1.00 fueron el azúcar (\$0.28) y el frijol (\$0.38). El grupo que sigue en precios fueron los cárnicos pues se pueden adquirir 100 Kcal con \$0.88 y hasta \$7.86. Los grupos que ocupan un lugar intermedio en el costo de 100 Kcal fueron las frutas (de \$1.12 a \$9.22), los lácteos (de \$1.44 a \$5.15) y las verduras (de \$1.57 a \$9.57). Las calorías que fueron más costosas fueron las de pescados y mariscos frescos pues oscilan entre \$21.91 y \$35.33.

Al interior de los cereales, las calorías más baratas provienen de arroz (\$0.26), tortilla de maíz (\$0.27), maíz (\$0.33) y harina de trigo (\$0.33); mientras que las más caras fueron las de pan de caja (\$0.83), pan dulce (\$0.96) y cereal en hojuelas (\$1.21). En las frutas, las más económicas fueron las de jugos o néctares envasados (\$1.12), plátanos (\$1.45) y naranja (\$1.99); por el contrario, las calorías más costosas fueron las de durazno (\$5.01), uva (\$5.36), melón (\$5.91) y manzana (\$9.22). Las calorías de verduras con menor precio fueron las de papas fritas y similares (\$1.57), papa (\$1.70) y zanahoria (\$1.83); en el otro extremo se encuentran las de calabacita (\$7.39), frutas y legumbres preparados para bebés (\$8.28), pepino (\$8.53) y el jitomate (\$9.57). Dentro de los cárnicos, la energía más económica proviene de salchichas (\$0.88), chuletas y manteca de cerdo (\$1.14), huevo (\$1.19) y chorizo (\$1.28), al tiempo que las más caras fueron las de carnitas (\$5.09), barbacoa (\$5.09) y carnes secas (\$7.86). El precio de las calorías de atún y sardina en lata (\$1.69) es inferior a los de róbalo y mero (\$22.59) y camarón (\$38.52). La leche es el lácteo que aporta las calorías más baratas (\$1.44); por el contrario, el yogurt (\$5.15) es el que contiene las más caras.

Las fuentes más económicas de grasa saturada fueron: aceites y grasas vegetales (\$0.98 por 10 g), mantequilla (\$1.05), salchichas (\$1.61), crema de leche (\$2.49) y chuletas y manteca de cerdo (\$2.97); mientras que los alimentos que contienen ese nutrimento con los costos más altos fueron: pierna de cerdo (\$21.07), carnes secas (\$32.01), helados (\$36.05), róbalo y mero (\$129.54). Los alimentos que contienen el hierro más económico fueron: pan de caja (\$0.08), jugos o néctares envasados (\$0.17), tortilla de maíz (\$0.22), lechuga y col (\$0.23), frijol (\$0.23), masa y harina de maíz (\$0.25); en el otro extremo se encuentran: carnes secas

(\$12.62), carnis (\$15.27), camarón (\$21.91), guachinango (\$28.30) y mantequilla (\$35.33). La fibra de menor costo proviene de maíz (\$0.95), zanahoria (\$1.28), masa y harina de maíz (\$2.50) y tortilla de maíz (\$2.78); por el otro lado, la más cara la contienen: pan dulce (\$61.17), papas fritas y similares (\$68.17), puré de tomate y sopas enlatadas (\$81.75) y frutas y legumbres preparadas para bebés (\$147.5). Las fuentes más económicas de colesterol fueron: huevo (\$0.34), hígado de res (\$0.63), mayonesa y mostaza (\$1.48); mientras que las más caras fueron: camarón (\$27.38), guachinango (\$67.92), róbalo y mero (\$121.45).

En la Tabla 4 se presentan los modelos de regresión en los que las variables dependientes fueron el costo de nutrimentos y energía, y las variables independientes fueron la densidad energética o nutrimental. Al graficar las variables (resultados no mostrados en figuras) se observó que la relación no se ajustaba adecuadamente a una función lineal, por ello se probaron distintas transformaciones (cúbica, logarítmica, cuadrática

y exponencial) para identificar la que mejor describiera los datos. Gráficamente, la mejor transformación que describía los datos fue la logarítmica. Lo anterior se confirmó al estimar los modelos. En la Tabla 4 se presentan tanto los modelos lineales (Lin) como los que tenían transformación logarítmica (Log). Respecto a los modelos lineales, en los que se incluyó la transformación logarítmica fueron más altas la proporción de la varianza que se explicaba (r^2) y la significancia estadística (p). Todas las relaciones de la densidad energética o nutrimental con el costo fueron negativas (betas negativas). Es decir, conforme aumenta la densidad energética de los alimentos disminuye su costo; la misma tendencia se observó con grasa saturada, colesterol, fibra y hierro. Con el transcurso del tiempo las betas han tendido a disminuir, lo cual implica que las relaciones negativas se atenuaron. Por ejemplo, la relación entre densidad energética y el costo de calorías fue ligeramente más fuerte en 1990 ($\beta_1 = -2.69$) que en el año 2004 ($\beta_1 = -1.90$).

TABLA 4

Modelos de regresión * teniendo como variable independiente el contenido nutrimental y como variable dependiente el costo por cantidad constante de nutrimento

		1990				1995				2000				2004			
		β_0	β_1	p	r^2	β_0	β_1	p	r^2	β_0	β_1	p	r^2	β_0	β_1	p	r^2
Energía ^a	Lin	7.94	-0.01	0.001	0.14	6.18	-0.01	0.001	0.15	5.61	-0.01	0.003	0.11	5.87	-0.01	0.001	0.14
	Log	7.68	-2.69	0.000	0.17	14.02	-2.15	0.000	0.20	14.42	-1.88	0.001	0.14	12.74	-1.90	0.000	0.17
Grasa saturada ^b	Lin	25.76	-0.94	0.045	0.12	17.36	-0.061	0.043	0.12	16.68	-0.59	0.065	0.10	19.93	-0.72	0.068	0.10
	Log	41.88	-14.09	0.001	0.29	27.74	-9.08	0.001	0.29	27.27	-9.11	0.002	0.26	33.09	-11.25	0.002	0.26
Colesterol ^c	Lin	31.23	-0.11	0.033	0.15	21.82	-0.07	0.026	0.17	21.70	-0.08	0.035	0.15	24.08	-0.08	0.045	0.14
	Log	98.05	-18.87	0.000	0.41	67.83	-12.99	0.000	0.45	68.82	-13.27	0.000	0.42	77.93	-15.12	0.000	0.40
Fibra ^d	Lin	33.56	-5.47	0.007	0.17	32.09	-5.44	0.009	0.16	26.99	-4.49	0.017	0.14	29.66	-4.95	0.020	0.13
	Log	27.22	-18.06	0.000	0.36	26.02	-19.15	0.000	0.39	21.94	-15.63	0.000	0.33	24.08	-17.15	0.000	0.31
Hierro ^e	Lin	6.88	-0.55	0.063	0.07	4.90	-0.39	0.059	0.07	4.83	-0.38	0.074	0.06	5.24	-0.42	0.073	0.06
	Log	7.91	-5.18	0.000	0.31	5.58	-3.52	0.000	0.30	5.55	-3.61	0.000	0.28	6.04	-3.94	0.000	0.29

* Se reportan ecuaciones lineales (Lin, $Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X$) y modelos con transformación logarítmica (Log, $Y = \beta_0 + (\beta_1 \cdot (\ln X))$).^a La variable independiente fue el contenido de calorías en 100 g de alimento y la variable dependiente el costo (en pesos) de 100 kilocalorías. ^b La variable independiente fue el contenido de grasa saturada en 100 g de alimento y la variable dependiente el costo (en pesos) de 10 g de grasa saturada. ^c La variable independiente fue el contenido de colesterol en 100 g de alimento y la variable dependiente el costo (en pesos) de 100 mg de colesterol. ^d La variable independiente fue el contenido de fibra en 100 g de alimento y la variable dependiente el costo (en pesos) de 10 g de fibra. ^e La variable independiente fue el contenido de hierro en 100 g de alimento y la variable dependiente el costo (en pesos) de 1 mg de hierro.

DISCUSION

Varias tendencias observadas permiten inferir que, en México, la estructura de precios de los alimentos en la década de los ochentas fue diferente a la de los noventa, de modo tal que en la primera las verduras y los productos derivados de maíz y trigo fueron los alimentos que tuvieron menos incrementos en su precio; pero en la siguiente década fueron de los productos que experimentaron mayor aumento de su valor. Por otro lado, las carnes de res y puerco y los pescados y mariscos frescos durante la década de los ochentas tuvieron

incrementos importantes de su costo, pero durante los noventa han sido cada vez más económicos. Los pescados (atún y sardina) en lata, el huevo y la carne de ave comenzaron a ser más económicos desde la década de los ochentas. La mayoría de los aceites y grasas han tenido incrementos de sus precios por debajo de la inflación del grupo.

Información sobre disponibilidad y gasto en alimentos apoya el hallazgo de que las verduras y los productos de trigo y maíz tuvieron precios más bajos en la década de los ochenta, al tiempo que las carnes fueron de alimentos que más se encarecieron; mientras que en la década de los noventa ese patrón se invirtió. La disponibilidad de cereales en México se

incrementó de 175 kg por habitante por año en el periodo 1979-81 a 181.1 en 1984-86, para después disminuir a 177.1 en 1994-6; de igual modo la disponibilidad de verduras aumentó de 42.0 en 1979-81 a 52.9 en 1989-91, para luego reducirse a 44.6 en 1994-96; por otra parte, la disponibilidad de carne disminuyó de 44.9 en 1984-6 a 42.0 en 1989-91, tendencia que se revirtió pues para 1999-2001 la cantidad disponible fue de 60.5 (4). En un estudio (25) realizado a finales de la década de los ochentas en la ciudad de México se observó que las familias de bajos ingresos, debido a las crisis económicas (de 1982 y 1987), disminuyeron el gasto destinado a la adquisición de alimentos pero mantuvieron relativamente constante el consumo de calorías y proteínas, lo cual se debió a que incrementaron el consumo de alimentos de origen vegetal y redujeron la adquisición de alimentos de origen animal de mayor costo. Respecto al gasto en alimentos (26), entre los años 1984 y 2000, los hogares de mayor ingreso cada vez destinaron más recursos a la compra de cereales; mientras que los hogares de menor ingreso mantuvieron constante su gasto dedicado a esos productos; éstos últimos incrementaron el presupuesto destinado a jamón, gallina, vísceras y otras aves, y retazo de res. Después de la crisis de 1994, en los hogares con menos ingreso disminuyeron el gasto en verduras (27) y las calorías disponibles derivadas de cereales (28); por el contrario se incrementaron las calorías disponibles de carnes industrializadas (28).

El aumento en el precio de los productos de maíz ocurrido a partir de la década de los noventa puede atribuirse al cambio en las políticas económicas y agropecuarias del gobierno mexicano (29): aunque formalmente los precios de garantía de maíz se mantuvieron, desde 1987 perdieron progresivamente su valor real; la agencia estatal (Compañía Nacional de Subsistencias Populares, Conasupo) encargada de concentrar la producción del grano y de otorgar subsidios disminuyó progresivamente sus actividades hasta desaparecer en 1999; la población de las ciudades gozaba de un subsidio universal a la tortilla pues la Conasupo vendía grano subsidiado a los establecimientos que la elaboraban, pero en 1986 dicho subsidio se focalizó a través de cupones ("tortibonos") que sólo recibían las familias de menores ingresos; con la devaluación de la moneda mexicana en 1994 el precio del maíz importado se duplicó y, finalmente, el precio de la tortilla se dejó de regular en 1998. Por otra parte, el abaratamiento de las carnes iniciado en la década de los noventa es resultado tanto del incremento en la producción nacional, como de la importación³⁰. Respecto a la producción nacional, la cría de ave es la que ha tenido mayor crecimiento debido a los ciclos cortos de engorda y a la conformación de grandes grupos avícolas. Hasta 1988 la importación de carnes requería la autorización del gobierno mexicano, además, éste último eliminó los impuestos a la importación de la mayoría de los productos cárnicos; aunque en años posteriores se volvieron a implantar aranceles, éstos fueron

bajos (10%-20%) debido a los compromisos adquiridos con el ingreso a la Organización Mundial del Comercio (OMC). Con el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica, se establecieron esquemas progresivos de desgravación de importaciones y se ha regulado la importación de carnes a través de cantidades máximas que pueden ser importadas sin gravamen. La importación de la carne de cerdo es la que ha tenido el alza más importante.

La mayoría de los aceites y grasa tuvieron, desde la década de los ochentas, incrementos de su precio menores a la inflación del grupo de alimentos en general. Los aceites y grasas, junto con los cereales y azúcares, fueron los alimentos que contenían las calorías más económicas debido a su alta densidad energética. Al respecto, Drewnowski y Popkin (2) han señalado que el incremento del consumo de grasa en países en desarrollo se ha dado sobretodo a expensas del aumento en la disponibilidad de aceites vegetales de bajo costo. Hay que agregar que el sabor de la grasa es preferido por la mayoría de la población (31).

Varios autores (3,26-28) han documentado que el gasto de los hogares en refresco se incrementó en las dos últimas décadas, lo que ha redundado en una mayor cantidad de calorías disponibles de esta fuente (28). Lo anterior contrasta con el hecho de que el incremento del precio de este producto en varias ocasiones ha sido mayor a la inflación de los alimentos en general, lo que ha generado que su precio cada vez sea más alto. Es posible que el incremento en el precio del refresco se deba a la creciente producción de presentaciones hechas con edulcorantes no-nutritivos (e.g. aspartame, sacarina, etc.). El aumento en el consumo del refresco probablemente sea resultado de las campañas publicitarias, a su disponibilidad en los establecimientos comerciales y a que la población prefiere el sabor dulce (31). Sin embargo, es preocupante este incremento ya que el consumo de azúcar, derivado del consumo de refrescos, puede asociarse con mayor consumo de calorías y menor consumo de fibra y carbohidratos complejos (32).

Los alimentos industrializados o procesados han comenzado a ser más económicos que los que se expenden frescos. Ejemplo de lo anterior es que los precios de los jugos y conservas de frutas se incrementaron menos que los del grupo de alimentos en general, además de que el precio de las calorías de los jugos y néctares es inferior al de las frutas frescas. Asimismo, a partir de la década de los noventa las papas fritas, las verduras envasadas y el puré de tomate y las sopas enlatadas tuvieron incrementos de precio menores al del grupo; y las papas fritas y similares, en el año 2004, fueron la fuente de energía más barata dentro del grupo de verduras. Desde la década de los ochentas los precios del jamón, el tocino y las salchichas comenzaron a aumentar en menor medida que otras carnes; y para el año 2004, éstos tres productos tenían menor costo que los cortes de cerdo que son

frescos y magros (e.g. lomo y pierna de cerdo). Los pescados en lata (atún y sardina) comenzaron a tener incrementos de precio menores al promedio desde la década de los ochentas, mientras que los pescados y mariscos frescos comenzaron a reducir su precio hasta la década de los noventa; más aún, al término del periodo de estudio el precio de las calorías de los pescados frescos llegó a ser hasta trece veces más alto que el de los pescados en lata (atún y sardina en lata: \$1.69 versus róbalo y mero: \$22.59). Desde 1989 el costo del yogurt se incrementó en menor magnitud que el promedio del grupo de alimentos, de modo tal que entre 1990 y 2004 disminuyó su precio; por el contrario, el precio de la leche pasteurizada y fresca se incrementó en el mismo lapso de tiempo; aunque la última sigue siendo más barata que el primero. El menor precio de los alimentos industrializados puede deberse a que su conservación es más económica pues no requieren refrigeración y a que su tiempo de vida útil se extiende; lo que permite el manejo de volúmenes más altos y por tanto de economías de escala.

Es preocupante que los alimentos procesados tengan precios más bajos que los frescos ya que con frecuencia tienen mayor densidad energética o menor calidad en términos nutricionales. Así, los jugos envasados de frutas tienen azúcares añadidos lo que provoca que tengan mayor densidad energética que las frutas frescas (33). Los productos enlatados (e.g. verduras y pescados) o procesados (e.g. embutidos) por lo regular tienen mayor cantidad de sodio que sus contrapartes que se comercializan frescos. Los embutidos como el jamón llegan a tener mayor densidad energética que los cortes frescos de cerdo debido a que se utilizan materias primas de baja calidad. Cabe agregar que es desafortunado que los pescados frescos sean los alimentos más caros debido a que su consumo tiene beneficios en la salud cardiovascular (33).

Dentro de los cárnicos existieron diferencias de precios que tienen relación con la densidad energética y nutrimental ya que los cortes magros fueron más caros que los que tienen mayor cantidad de grasa y, por tanto, de energía y colesterol. Por ejemplo, de los productos de res, los cortes más económicos fueron el retazo y el hígado, mientras que el bistec fue más caro. En el caso de los derivados de cerdo, los más baratos fueron las salchichas, al tiempo que la pierna y el lomo fueron los de mayor precio. Estas diferencias han sido observadas en otros estudios (13,25). Con relación al huevo, aunque entre 1990 y 2004 se incrementó ligeramente su precio, en el último año se encontró entre los tres cárnicos que aportaban 100 Kcal al menor costo. Es explicable, entonces, por qué después de la crisis económica de 1994 los hogares aumentaron la proporción de recursos destinados a este alimento (26,27). El incremento del costo del huevo puede ser producto de: a partir de la década de los noventa el gobierno dejó de regular su precio, el incremento de los costos de los insumos necesarios para su producción y la mayor

comercialización de presentaciones de "lujo" (e.g. huevo rojo o empaques con doce piezas) (34). Desde el punto de vista nutricional, el huevo contiene una cantidad significativa de proteínas de alto valor biológico; sin embargo, también es elevado su contenido de colesterol.

En Estados Unidos de Norteamérica la densidad energética de los alimentos se relaciona de forma negativa con el costo de los mismos (10,11). Este patrón también fue observado en México, aunque la relación no es lineal, sino que se ajusta mejor a un modelo con transformación logarítmica, lo cual significa que conforme aumenta el precio de los alimentos disminuyen las diferencias en la densidad energética. La relación negativa entre densidad energética y costo de los alimentos en México se debe a que los productos más económicos son las azúcares, aceites y cereales; seguidos por carnes y pescados en lata, lácteos, verduras y frutas; finalmente los productos más costosos son los pescados y mariscos frescos. La relación entre densidad energética y costo de los alimentos se atenuó entre los años 1990 y 2004 (el valor de las betas se redujo), lo cual puede atribuirse al incremento en el costo de ciertos cereales y el refresco y a la disminución del precio de las frutas. El menor costo de los alimentos con mayor densidad energética, junto con otros factores, puede explicar el incremento de las tasas de sobrepeso observado en las últimas décadas. Hay que añadir que, respecto a los alimentos de baja densidad energética (e.g. frutas y verduras), los de alta densidad (e.g. cereales, azúcares y grasas) son más preferidos por la mayoría de las personas por su sabor agradable; además, al tener menos volumen, peso y/o contenido de agua generan menos saciedad, lo que resulta en mayor ingestión (31,35).

La relación entre costo y densidad nutrimental para hierro, fibra, colesterol y grasa saturada es, al igual que para la densidad energética, negativa y puede ser modelada con una ecuación que implique transformación logarítmica. Este patrón puede deberse a que la densidad nutrimental se relaciona con la densidad energética, es decir, los alimentos con más calorías también tienen más cantidad de nutrimentos. Esto es cierto para el caso de la grasa saturada y el colesterol ya que la densidad de estos nutrimentos se correlacionó significativamente con la densidad energética (con grasa saturada: $r = 0.70$, $p < 0.000$; con colesterol: $r = 0.28$, $p = 0.017$); pero no fue así con los otros dos nutrimentos (con fibra: $r = -0.04$, $p = 0.705$; con hierro: $r = 0.19$, $p = 0.100$). La relación negativa entre precio y densidad nutrimental para hierro y fibra es una oportunidad ya que los productos que contienen mayores cantidades de estos nutrimentos son más económicos. Sin embargo, el hierro con menor precio proviene de alimentos de origen vegetal (e.g. pan de caja, tortilla de maíz, lechuga y col, frijol y masa y harina de maíz), los cuales tienen el inconveniente de que el hierro que contienen es de menor biodisponibilidad.

Los resultados del estudio tienen implicaciones en términos de política pública para promover estilos de vida saludables. Por un lado, en México los cambios en los precios de los alimentos ocurridos en las últimas décadas tienen correspondencia con modificaciones en las políticas gubernamentales dirigidas a la producción y comercialización de los alimentos. Por otro lado, es bien reconocido (12) que el precio de los alimentos es uno de los factores que más influyen en consumo de las familias. Por ello, las políticas para fomentar hábitos saludables deben contemplar estrategias para promover el acceso a las personas a alimentos de alta densidad nutrimental y baja densidad energética; al tiempo que se debe restringir el acceso a alimentos de alta densidad energética. El abaratamiento de las carnes puede ser detenido aplicando impuestos a la importación de productos cárnicos en función de su contenido de grasa, de modo tal que los cortes magros reciban trato preferencial sobre las vísceras. Actualmente el pollo y el huevo son alimentos convenientes por su precio, el cual ha disminuido en gran medida por el aumento de la producción nacional. Por su aporte de proteínas es importante que se mantengan los precios bajos de estos alimentos, pero sólo en el caso de los cortes magros. Puede contemplarse la instrumentación de impuestos, a través de los canales de comercialización, a los cortes de pollo que son ricos en grasa (e.g. retazo y vísceras). Se puede percibir que las medidas impositivas son difíciles de implementar pues son contrarias a las disposiciones que implican los acuerdos comerciales; sin embargo, en éstos últimos se incluyen cláusulas en las que se especifica que los países tienen el derecho de restringir el comercio para salvaguardar objetivos legítimos como la seguridad y salud humana (36). Conviene, además, señalar que la implementación de impuestos ha sido una medida efectiva para reducir el consumo de tabaco y alcohol, y esta medida por lo regular ha contado con el apoyo de la mayoría de la población (37).

Una forma de promover que la mayoría de la población tenga acceso a frutas, verduras y ciertos cereales (sobre todo las presentaciones de maíz y trigo con la mayor cantidad de fibra) es a través de subsidios o estímulos fiscales a los productores y comercializadores de estos productos. También se puede contemplar la posibilidad de establecer subsidios focalizados para garantizar que las familias de bajos ingresos tengan un consumo adecuado de frutas y verduras.

La reducción del costo de los productos procesados plantea retos y oportunidades. En primer término, se debe diseñar e implementar la reglamentación necesaria encaminada a promover que los productos procesados mejoren sus cualidades nutricionales (e.g. reducir el contenido de sodio, evitar añadir grasa o azúcar). Los gobiernos deben encargarse de que los fabricantes cumplan con las normas de etiquetado; en este sentido, podría recurrirse a logotipos en los empaques que permitan diferenciar fácilmente las presentaciones en función de la

densidad energética o el contenido de grasa o sodio. En el caso de que los productos procesados no puedan mejorar su calidad nutricional, pueden implementarse impuestos a los productores y consumidores. Por otra parte, la población requerirá cada vez más orientación nutricional para poder tomar decisiones en cuanto a la compra de alimentos procesados ya que será necesario que conozcan la relación que existe entre costo y valor nutrimental y cómo leer e interpretar la información de los empaques. Finalmente, el refresco es un producto que tiene un comportamiento particular pues su consumo se ha incrementado a pesar de su alto costo respecto a otros productos. Aunque se necesita evidencia para conocer cuáles son las explicaciones de este patrón, puede especularse que el incremento de su consumo puede revertirse a través de impuestos y restringiendo la publicidad que promueve su compra.

REFERENCIAS

1. Popkin BM. The nutrition transition in low-income countries: an emerging crisis. *Nutrition Reviews* 1994;52:285-98.
2. Drewnowski A, Popkin BM. The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutr Rev* 1997;55:31-43.
3. Rivera JA, Barquera S, Campirano F, Campos I, Safdie M, Tovar V. Epidemiological and nutritional transition in Mexico: rapid increase of non-communicable chronic diseases and obesity. *Public Health Nutr* 2002; 5: 113-122.
4. Ortiz-Hernández L, Delgado-Sánchez G, Hernández-Briones A. Cambios en factores relacionados con la transición alimentaria y nutricional en México. *Gac Med Mex* 2006;142(3).
5. Barquera S, Rivera JA, Espinosa-Montero J, Safdie M, Campirano F, Monterrubio EA. Energy and nutrient consumption in Mexican women 12-49 years of age: analysis of the National Nutrition Survey 1999. *Salud Pública Méx* 2003;45(suppl 4):S530-9.
6. Rivera Dommarco J, Shamah Levy T, Villalpando Hernández S, González de Cossío T, Hernández Prado B, Sepúlveda J. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2001.
7. Martorell R, Kettel L, Hughes ML, Grummer-Strawn LM. Obesity in women from developing countries. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54:247-52.
8. Monteiro C. Obesity and inequities in health in the developing world. *Int J Obes* 2004; 28: 1181-6.
9. Monteiro CA, Moura EC, Conde WL, Popkin B. Socioeconomic status and obesity in adults populations of developing countries: review. *Bull WHO* 2004; 82: 940-6.
10. Drewnowski A, Darmon N. Food choices and diet Costs: an economic Analysis. *J Nutr* 2005; 135: 900-4.
11. Drewnowski A, Specter SE. Poverty and obesity: the role of energy density and energy costs. *Am J Clin Nutr* 2004;79:6-16.
12. Popkin BM. Factors affecting food selection: the role of economics. *J Am Diet Assoc* 1981;79:419-25.

13. Aguirre P. Socioanthropological aspects of obesity in poverty. En: Peña M, Bacallo J. Obesity and poverty: a new public health challenge. Washington D.C.: Pan American Health Organization, 2000: 11-22.
14. Banco de México. Metodología para el cambio de base del INPC. URL: <http://www.banxico.org.mx/eInfoFinanciera/Infecon/cuadros/CambioBaseINPC.pdf>. Junio del 2002.
15. Banco de México. Información económica y financiera. URL: <http://www.banxico.org.mx/eInfoFinanciera/FSinfoFinanciera.html>. Consultado en junio del 2004.
16. Banco de México. Índice Nacional de Precios al Consumidor. Diario Oficial de la Federación, 28 de agosto, 1990: 64-114.
17. Banco de México. Índice Nacional de Precios al Consumidor. Diario Oficial de la Federación, 28 de agosto, 1995: 37-105.
18. Banco de México. Índice Nacional de Precios al Consumidor. Diario Oficial de la Federación, 25 de agosto, 2000: 53-128.
19. Banco de México. Índice Nacional de Precios al Consumidor. Diario Oficial de la Federación, 30 de agosto, 2004: 189-279.
20. Banco de México. Índice Nacional de Precios al Consumidor. Diario Oficial de la Federación, 21 de enero, 1989: 2-31.
21. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía. División de Población. Boletín Demográfico, Organización y evolución de la población urbana de América Latina, 1950-1990. 2001; Año 33: 97-108.
22. Muñoz de Chávez M, Chávez A, Roldán JA, Ledesma JA, Mendoza E, Pérez-Gil F, Hernández SL, Chaparro AG. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. México: Editorial Pax; 1ª edición, 1996.
23. Muñoz de Chávez M, Ledesma JA, Chávez A, Pérez-Gil F, Mendoza E, Castañeda J, Calvo C, Castro I, Sánchez C, Ávila A. Tablas de valor nutritivo de alimentos. Edición internacional. México: Mc Graw Hill; 2002.
24. United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference. URL: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>. Consultado el 6 de junio del 2005.
25. Instituto Nacional del Consumidor. El gasto alimentario de la población de escasos recursos de la ciudad de México. Comercio Exterior 1989;39(1):52-8.
26. Ortiz-Hernández L, Delgado-Sánchez G, Hernández-Briones A. Desigualdad social, alimentación y obesidad en México. En: "Diálogos entre Antropología y Nutrición". México: FUNSALUD-Fondo Nestlé para la Nutrición, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, en prensa.
27. Tolentino ML, Barquera S, Rivera JA, Taryn D, Flores Me. Alimentación y pobreza. Efecto de la crisis de 1994 en el consumo de alimentos en México. En: Aspectos de nutrición y alimentación en México. Reporte de investigación. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública, 2003.
28. Arroyo P, Loria A, Méndez O. Changes in the household calorie supply during the 1994 economic crisis in Mexico and its implications on the obesity epidemic. Nutr Rev 2004; 62 (7): S163-8.
29. Appendini K. De la milpa a los tortibonos. La reestructuración de la política alimentaria en México. Segunda edición. México: 2001.
30. Centro de Estadística Agropecuaria, Dirección General de Ganadería (Sagar). Situación actual y perspectiva de la producción de carnes en México 1990 – 2000. México, Sagar, sin fecha.
31. Drewnowski A. The role of energy. Lipids 2003;38(2):109-15.
32. Popkin MB, Joy S. The sweetening of the world's diet. Obes Res 2003; 11: 1325-32.
33. U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture. Dietary Guidelines for Americans, 2005. 6th Edition, Washington, DC: U.S. Government Printing Office, January 2005.
34. Centro de Estadística Agropecuaria, Dirección General de Ganadería (Sagar). Situación actual y perspectiva de la producción de huevo para plato en México. 1990 - 2000. México, Sagar, sin fecha.,
35. Drewnowski A, Almiron-Roig E, Marmonier C, Lluch A. Dietary energy density and body weight: Is there a relationship?. Nutr Rev 2004; 62: 403-13.
36. World Health Organization, Regional Office for the Western Pacific. Using domestic law in the fight against obesity. An introductory guide for the pacific.
37. Nestle M. Changing the diet of a nation. Population/regulatory strategies for a developed economy. Asia Pacific J Clin Nutr (2000) 9(Suppl.): S33–S40.

Recibido: 15-11-2005

Aceptado: 28-06-2006

Relación entre medidas antropométricas y valores de la presión arterial en estudiantes brasileños

Thelma Leite de Araujo, Marcos Venícios de Oliveira Lopes, Tahissa Frota Cavalcante, Nirla Gomes Guedes, Rafaella Pessoa Moreira, Emília Soares Chaves, Viviane Martins da Silva

Facultad de Farmacia, Odontología y Enfermería. Universidad Federal de Ceará. Fortaleza – CE / Brasil

RESUMEN. La verificación de la presión arterial y de las medidas antropométricas son importantes en la evaluación de la salud de niños y adolescentes, puesto que cada vez son más frecuentes las alteraciones cardiovasculares en esta población. El objetivo fue analizar la correlación entre las medidas antropométricas y los valores de la presión arterial considerando el sexo, la edad y la práctica de ejercicios físicos. Estudio transversal desarrollado en una escuela de la ciudad de Fortaleza-Ceará / Brasil, con 122 estudiantes de 6 a 18 años. Los datos fueron recolectados en formulario específico que incluyó datos socio-demográficos, evaluación antropométrica, verificación de la presión arterial y la práctica de actividad física. Fueron realizadas tres medidas para cada variable antropométrica y para la presión arterial y calculadas sus respectivas medias. Los datos fueron procesados y analizados con auxilio del Software SPSS versión 13.0. El nivel de significancia adoptado fue del 5% ($p < 0,05$). Se identificó correlación entre la presión arterial y el pliegue tricéptico. No se encontraron diferencias de media de las medidas antropométricas en la presencia de presión arterial alta. El Índice de Masa Corporal presentó correlación con los pliegues abdominal y subescapular, con circunferencia de la cintura y de la cadera. La actividad física no tuvo influencia sobre las medidas antropométricas. El sexo femenino presentó media de pliegues tricéptico e abdominal más altas que el masculino. El estudio confirma la influencia de las variables sexo y edad sobre las medidas antropométricas obtenidas. El pliegue tricéptico estuvo especialmente correlacionado a la presión arterial sistólica.

Palabras clave: Presión arterial, obesidad, factores de riesgo, estilo de vida, niños, adolescentes.

SUMMARY. Relation among anthropometric measures and the blood pressure values in Brazilian students. The evaluation of blood pressure and anthropometric measurements is important for evaluating the health of children and teenagers, since cardiovascular abnormalities are becoming more and more common in this population. The objective of this study was to analyze the correlation between anthropometric measurements and arterial pressure taking gender, age and the practice of physical activities into consideration. A cross sectional study was carried out in a school in the city of Fortaleza, Ceará, Brazil, in a sample of 122 students of 6-18 years of age. Data was collected on a specific form and included sociodemographic data, anthropometric evaluation, measurement of arterial pressure and the practice of physical activity. Three measurements were taken of each anthropometric variable and arterial pressure, and the respective means were calculated. Data were processed and analyzed using the SPSS software program, version 13.0. Significance was established at 5% ($p < 0.05$). A correlation was identified between arterial pressure and tricipital skinfold thickness. No statistically significant differences were found between the mean anthropometric measurements and the presence of high blood pressure. A correlation was found between body mass index and abdominal and subscapular skinfold thickness and between body mass index and waist and hip circumference. Physical activity had no effect on anthropometric measurements. Females had a higher mean tricipital and abdominal skinfold thickness than males. This study confirms the influence of the variables of gender and age on the anthropometric measurements evaluated. In particular, tricipital skinfold thickness was correlated with systolic arterial pressure.

Key words: Arterial pressure, obesity; risk factors, life-style, children, adolescents.

INTRODUCCION

La hipertensión arterial es más frecuente en adultos y ancianos, sin embargo, su incidencia ha aumentado considerablemente en la infancia y adolescencia (1). Estudios longitudinales han buscado identificar las causas de la ocurrencia de hipertensión arterial en jóvenes y su relación

con eventos cardiovasculares en el futuro, enfatizando que la obesidad es un factor de riesgo importante para la elevación de los niveles de presión arterial (2,3). El aumento del peso corporal está asociado a la elevación del volumen plasmático y del gasto cardíaco así como, la obesidad abdominal o centrípeta está relacionada a la resistencia insulínica y a la actividad simpática aumentada, lo que justifica la importancia de la reducción del peso desde edades precoces para la prevención de enfermedades cardiovasculares (4).

En muchos países, el número de casos de obesidad en la población más joven es cada vez más grande. Este hecho se

relaciona a múltiples alteraciones de salud, presentándose como un factor determinante para muchas complicaciones cardiovasculares en la infancia y en la vida adulta. Además, la obesidad incrementa el riesgo de morbimortalidad por enfermedades articulares, cutáneas, endocrino-metabólicas, gastrointestinales, respiratorias y neoplásicas (5-9).

En Brasil, aproximadamente un 23% de los niños entre seis y doce años y 21% entre doce y diecisiete años, son obesos. Los estudios comprueban que la obesidad adquirida en la infancia tiende a persistir en la vida adulta, y cerca de un tercio de los adultos obesos eran niños obesos. En el caso de la obesidad mórbida en la infancia, ese índice se acerca de 75% (5,8, 10-12).

El aumento de los casos de obesidad en niños y adolescentes está relacionado a las alteraciones en el consumo alimenticio consecuente de la sustitución de alimentos ricos en fibras, vitaminas y minerales por productos industrializados ricos en grasas y carbohidratos que aumentan la densidad energética. Además, factores como el estilo de vida sedentario, avances tecnológicos en el trabajo y factores socioculturales son importantes causas de la obesidad y de la hipertensión en la infancia y adolescencia (13-15).

El Índice de Masa Corporal (IMC) y la Razón Cintura-Cadera (RCC) son medidas antropométricas comúnmente utilizadas para la determinación del exceso de peso y se asocian a factores de riesgo cardiovasculares como a la hipercolesterolemia, a los niveles bajos de lipoproteína de alta densidad y a la resistencia insulínica (16). La literatura científica define que la circunferencia de la cintura (CCi) también es un método seguro para determinar la adiposidad central en niños y adolescentes e importante predictor del riesgo de enfermedad coronaria (6,11,17). Algunos estudios han demostrado la importancia de las medidas del grosor de los pliegues cutáneos tricípital y subescapular en la caracterización de la distribución central de grasa, así como también la asociación de ésta con la presión arterial y la diabetes no insulina-dependiente (18). Actualmente no existe consenso en la literatura sobre el mejor método antropométrico a utilizar. El IMC ha sido preconizado como un buen método para la evaluación de la obesidad tanto en niños como en adolescentes y adultos (7,20).

El patrón de distribución central de grasa, especialmente la grasa abdominal, está fuertemente relacionado con enfermedades cardiovasculares y puede influenciar directamente los niveles de presión arterial (21). Además, el patrón de distribución de grasa corporal presenta diferencias de acuerdo con el sexo. En mujeres y en niños de ambos sexos, es más común la obesidad ginoide, la cual no se asocia a la aparición de enfermedades metabólicas. En hombres, es más frecuente la obesidad androide con tendencia a la hipertensión, accidentes vasculares y a la diabetes. De ahí que en obesos, el riesgo de arteriosclerosis e hipertensión arterial es más

influenciado por la obesidad androide que propiamente por el exceso de peso (19).

La actividad física es otro factor que influye en la distribución de la grasa corporal y se relaciona con la prevención de la hipertensión arterial, actuando en la regulación del equilibrio energético, manteniendo la masa magra, además de actuar de modo más efectivo en la reducción ponderal que cualquier otro cambio de estilo de vida (18,22,23).

De ahí que los estudios citados anteriormente, apuntan hacia la importancia de las medidas antropométricas como parámetros a ser considerados en la evaluación de niños y adolescentes como indicadores actuales y futuros del estado de salud. En este artículo el objetivo es analizar la correlación de las medidas antropométricas con los valores de la presión arterial considerando el sexo y la práctica de ejercicios físicos en estudiantes brasileños de 6 a 18 años.

METODOS

Diseño

Estudio transversal, desarrollado en una escuela de enseñanza fundamental y media de la ciudad de Fortaleza-Ceará / Brasil, en el período de octubre de 2004 a marzo de 2005, en visitas semanales en los turnos de la mañana y de la tarde. El estudio fue autorizado por la dirección de la escuela y la propuesta fue encaminada y aprobada por el Comité de Ética en Investigación y cumplió las recomendaciones referentes a las investigaciones con seres humanos.

Población y muestra

La población diana se constituyó por estudiantes con edad entre 6 y 18 años regularmente matriculados componiendo un total de 630. Para la determinación del tamaño de la muestra se utilizó una fórmula que incluye como parámetros el coeficiente de correlación y los errores Alfa y Beta (24). El coeficiente de la correlación utilizado para el cálculo fue extraído de un estudio anterior (17). Para aumentar el tamaño de la muestra se utilizó el menor coeficiente de correlación estadísticamente significativo, identificado en el referido estudio ($R=0,25$) (17). Se estableció el error Alfa bidireccional en 0,05 y el error Beta en 0,2. La fórmula utilizada fue $n = ([Z_a + Z_b] / C)^2 + 3$, donde $C = 0,5 \times \ln [(1+r)/(1-r)]$. Se calculó la muestra en 122 individuos, elegidos por muestreo aleatorio simple, buscando mantener las características de la población.

Instrumentos de investigación

Los datos fueron recolectados en formulario específico que incluyó datos socio-demográficos, práctica de actividad física y evaluación física específica. Esta evaluación incluyó la obtención de datos antropométricos (mensuración de peso, altura, circunferencia de la cintura y de la cadera, pliegues

cutáneos tricípital, subescapular y abdominal) y la determinación de la presión arterial. Se tomaron tres medidas para cada variable antropométrica y para la presión arterial y luego se calcularon sus respectivas medias.

Para la toma de los datos fueron utilizados equipos a continuación: balanza antropométrica debidamente calibrada, cinta métrica no extensible con intervalos de 0,1 centímetros, adipómetro (calibrador de pliegues), esfigmomanómetros con manómetros aneroides, debidamente calibrados, estetoscopios duplos y juegos de manguitos de tallas variadas.

Se midió el peso con el participante en la posición ortostática, posicionado en el centro de la balanza con los pies juntos y los brazos extendidos a lo largo del cuerpo. La estatura se verificó por medio de una báscula con tallímetro, con extensión de 2 metros y precisión de 0,5 centímetros. El participante se ponía en la posición ortostática, pies descalzos y unidos, brazos extendidos, con las manos paralelas a los muslos y barbilla recta.

Se realizó la verificación de la circunferencia de la cintura con el escolar en la posición supina con abdomen relajado, los brazos extendidos al lado del cuerpo, la cinta métrica puesta horizontalmente en el punto medio entre el borde inferior de la última costilla y la cresta ilíaca. La lectura se hizo entre una espiración y una inspiración. Para la medida de la circunferencia de la cadera, se puso la cinta métrica horizontalmente en torno a la cadera en la parte más protuberante de los glúteos (18). Las circunferencias de la cintura y cadera permitieron la construcción de la razón cintura-cadera (RCC) obtenida por el cociente entre la circunferencia de la cintura y la circunferencia de la cadera. Los pliegues cutáneos (tricípital, subescapular, abdominal) fueron mensurados con la utilización de adipómetro y con los estudiantes en posición recta y los brazos extendidos naturalmente.

Para la realización de las medidas de la presión arterial, fueron adoptadas las recomendaciones de la American Heart Association (25). Se utilizó el método indirecto auscultatorio para la medida de la presión arterial. Los manguitos fueron empleados buscando mantener la relación recomendada de anchura correspondiente a 40% de la circunferencia del brazo del individuo y en su longitud, envolver por lo menos 80% del mismo (1).

Anteriormente a la determinación de la presión arterial se investigó la práctica anterior de actividades físicas, plenitud de la vejiga y el tiempo transcurrido desde la última alimentación. Se consideraron como sedentarios los escolares que practicaban actividades físicas menos de tres veces por semana y tiempo de actividad menor o igual a veinte minutos.

Los evaluados permanecieron sentados en ambiente tranquilo y silencioso por al menos cinco minutos. Se realizaron tres medidas de la presión arterial con intervalo de un minuto entre ellas. Cuando se identificó una diferencia igual o superior a 6 mmHg entre las medidas, se realizó una cuarta verificación. En esta situación, la media fue calculada tomando

en cuenta los tres valores de la presión arterial menos discrepantes.

Tras el cálculo del valor medio de la presión arterial, la interpretación de los valores en los niños y adolescentes se realizó tomando como referencia la tabla de percentiles de presión arterial del Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents (26) que, clasifica los niveles de presión arterial en: *normal* (menor que el percentil 90); *pre-hipertensión* (igual al percentil 90 y menor que el percentil 95); *hipertensión estadio 1* (entre el percentil 95 y el percentil 99 más 5 mmHg); *hipertensión estadio 2* (arriba de 5 mmHg del percentil 99). En este estudio se consideró como portadores de valores alterados de presión arterial los individuos que presentaron valores iguales o por encima del percentil 90.

Análisis de los datos

Los datos fueron analizados para verificación de la normalidad por la prueba de Kolmogorov-Smirnov y para verificación de homocedasticidad por la Prueba de Levene. Se analizó la correlación entre las medidas antropométricas y los valores de la presión arterial. Se realizaron análisis estratificados por sexo y práctica de actividad física. Para el análisis de correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson cuando las variables presentaban linealidad, homocedasticidad y normalidad. En la ausencia de una de estas características, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman.

Para mejor caracterización de las relaciones entre las medidas antropométricas y la presencia de alteración de la presión arterial, se realizó el análisis de diferencias de media con el total de las evaluaciones y estratificados por sexo y práctica de actividad física. Se utilizó la prueba t, suponiendo varianzas iguales cuando los principios de normalidad y homocedasticidad fueron confirmados. En la identificación de heterocedasticidad, se utilizó la prueba t suponiendo varianzas desiguales. Los datos fueron procesados y analizados utilizando el Software SPSS versión 13.0. Se adoptó el nivel de significancia del 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Fueron evaluados 63 (51,64%) individuos del sexo masculino y 59 (48,36%) del femenino. Los niños presentaron medias de edad de 8,37 años ($\pm 1,77$), escolaridad de 3,44 años ($\pm 2,28$), peso de 29,03 kg ($\pm 7,95$) y altura de 129 cm ($\pm 12,11$). Los valores medios en los adolescentes fueron: edad de 14,38 años ($\pm 1,79$), escolaridad de 9,47 años ($\pm 8,99$), peso de 50,89 kg ($\pm 12,42$) y altura de 158 cm ($\pm 9,6$). Las variables edad, escolaridad, pliegue subescapular, circunferencia de cadera y razón cintura-cadera presentaron distribución asimétrica ($p < 0,05$) en por lo menos uno de los grupos (Tabla 1).

TABLA 1

Distribución de las variables edad, sexo, pliegues cutáneos, peso, altura, IMC, presión arterial sistólica y diastólica, circunferencia de la cintura y de la cadera de los niños (= 11 años) y adolescentes (> 11 años) evaluados

Variables	= 11 años (n = 41)			> 11 años (n = 81)		
	Media (\pm DE*)	Valor p†	EE	Media (\pm DE*)	Valor p†	EE
Edad (Años)	8,37 (\pm 1,77)	0,099	0,277	14,38 (\pm 1,79)	0,028	0,199
Escolaridad (Años)	3,44 (\pm 2,28)	0,097	0,365	9,47 (\pm 8,99)	0,000	0,987
Peso (kg)	29,03 (\pm 7,95)	0,551	1,274	50,89 (\pm 12,42)	0,601	1,363
Altura (cm)	129 (\pm 12,11)	0,811	1,940	158 (\pm 9,60)	0,985	1,054
Índice de masa corpórea (Kg / m ²)	18,46 (\pm 3,79)	0,564	0,593	19,71 (\pm 3,79)	0,101	0,421
Circunferencia de la cintura (cm)	60,33 (\pm 8,06)	0,245	1,258	69,35 (\pm 14,39)	0,017	1,599
Circunferencia de la cadera (cm)	71,55 (\pm 8,46)	0,515	1,322	78,00 (\pm 24,89)	0,000	2,765
Razón Cintura-Cadera (cm)	1,01 (\pm 1,12)	0,000	0,175	0,82 (\pm 0,57)	0,679	0,006
Pliegue abdominal (mm)	11,26 (\pm 6,62)	0,539	1,034	14,28 (\pm 7,73)	0,069	0,859
Pliegue subescapular (mm)	10,76 (\pm 12,07)	0,001	1,886	11,23 (\pm 5,64)	0,005	0,626
Pliegue tricipital (mm)	10,44 (\pm 4,23)	0,467	0,661	11,80 (\pm 5,29)	0,147	0,589
Presión Arterial Sistólica (mmHg)	108,67 (\pm 9,50)	0,741	1,521	110,71 (\pm 15,93)	0,297	1,749
Presión Arterial Diastólica (mmHg)	73,44 (\pm 10,68)	0,894	1,710	74,55 (\pm 9,24)	0,747	1,014

* Desviación Estándar. † Prueba de Kolmogorov – Smirnov.

El IMC estuvo correlacionado positiva y significativamente con el pliegue subescapular ($p = 0,002$), pliegue abdominal ($p = 0,003$), circunferencia de la cintura ($p = 0,001$) y circunferencia de la cadera ($0,001$). Se debe considerar que, para estas variables, la correlación se presentó débil, es decir, con una $R = 0,3$.

En la evaluación de las medidas antropométricas con la edad se identificaron correlaciones estadísticamente

significativas con el pliegue abdominal ($p=0,008$), circunferencia de la cintura ($p=0,000$), circunferencia de la cadera ($p=0,007$) y IMC ($p=0,030$). La correlación entre la edad y las variables pliegue abdominal y circunferencia de la cadera se presentó débil ($R < 0,3$) y positiva. Con relación a la circunferencia de la cintura fue positiva y moderada ($R = 0,417$) y con la Razón Cintura-Cadera fue negativa y no significativa (Tabla 2).

TABLA 2

Correlación entre las medidas antropométricas y el Índice de Masa Corporal (IMC), edad, Presión Arterial Sistólica (PAS) y Presión Arterial Diastólica (PAD)

Medidas antropométricas	IMC		Edad		PAS		PAD	
	R	Valor p	R	Valor p	R	Valor p	R	Valor p
Pliegue Tricipital	0,137	0,133	0,117	0,099	-0,184	0,021	-0,63	0,245
Pliegue Subescapular	0,278	0,002	0,074	0,210	-0,041	0,327	-0,012	0,449
Pliegue Abdominal	0,244	0,003	0,217	0,008	-0,086	0,174	-0,057	0,265
Circunferencia de la Cintura	0,267	0,001	0,417	0,000	0,021	0,409	0,022	0,406
Circunferencia de la Cadera	0,301	0,001	0,222	0,007	0,008	0,464	0,088	0,167
Razón Cintura - Cadera	0,045	0,619	-0,140	0,062	0,016	0,432	-0,016	0,430
IMC	-	-	0,171	0,030	0,021	0,409	-0,115	0,103

No se identificó correlación significativa entre la presión arterial sistólica y presión arterial diastólica con las medidas antropométricas, aparte de la presión arterial sistólica y el pliegue tricipital ($0,021$) (Tabla 2).

No se encontraron diferencias de media entre las medidas antropométricas y la clasificación de la presión arterial por sexo. Es importante destacar que las medias de los pliegues tricipital, subescapular y abdominal fueron mayores en el sexo femenino tanto para aquellas que presentaron presión arterial normal como

alta. Las medias de circunferencias de la cintura, cadera y el IMC resultaron mayores en el sexo masculino, independiente de la clasificación de la presión arterial (Tabla 3).

No se identificaron diferencias de media entre las medidas antropométricas estudiadas y la práctica regular de actividad física (Tabla 4). Las estudiantes del sexo femenino presentaron medidas mayores para los pliegues tricipital ($p=0,000$) y abdominal ($p=0,000$) (Tabla 5).

TABLA 3
Diferencias de media de las medidas antropométricas y la alteración de la presión arterial en estudiantes brasileños, estratificados por sexo

Variables	PA	Sexo					
		Masculino Media (\pm DE)	EE	Valor p	Femenino Media (\pm DE)	EE	Valor p
Pliegue Tricipital	Normal	9,76(\pm 3,74)	0,529	p = 0,378*	13,59(\pm 5,49)	0,858	p = 0,803*
	Alterada	8,02(\pm 4,21)	1,170	p = 0,152†	13,05(\pm 4,70)	1,110	p = 0,721†
Pliegue Subescapular	Normal	10,40(\pm 10,86)	1,536	p = 0,691*	12,24(\pm 5,72)	0,894	p = 0,800*
	Alterada	9,32(\pm 5,72)	1,589	p = 0,630†	11,52(\pm 6,72)	1,586	p = 0,672†
Pliegue Abdominal	Normal	10,73(\pm 6,02)	0,853	p = 0,872*	16,69(\pm 8,16)	1,274	p = 0,702*
	Alterada	10,99(\pm 6,72)	1,86	p = 0,890†	14,16(\pm 7,31)	1,724	p = 0,263†
Circunferencia de la Cintura	Normal	65,56(\pm 12,27)	1,7359	p = 0,983*	60,87(\pm 14,15)	2,2105	p = 0,881*
	Alterada	67,30(\pm 10,53)	2,9222	p = 0,642†	61,88(\pm 15,31)	3,6092	p = 0,094†
Circunferencia de la Cadera	Normal	76,35(\pm 19,79)	2,7991	p = 0,535*	73,44(\pm 25,55)	3,9912	p = 0,221*
	Alterada	80,65(\pm 12,54)	3,4785	p = 0,461†	76,34(\pm 18,46)	4,3534	p = 0,666†
Razón Cintura - Cadera	Normal	0,81(\pm 0,05)	0,00792	p = 0,000*	0,83(\pm 0,06)	0,00944	p = 0,313*
	Alterada	1,38(\pm 1,98)	0,55149	p = 0,325‡	0,81(\pm 0,05)	0,01243	p = 0,173†
IMC	Normal	19,59(\pm 4,36)	0,617	p = 0,519*	19,22(\pm 3,53)	0,553	p = 0,652*
	Alterada	18,96(\pm 3,87)	0,484	p = 0,641†	18,84(\pm 2,88)	0,679	p = 0,686†

* Prueba de Levene. † Prueba T asumiendo varianzas iguales. ‡ Prueba T asumiendo varianzas desiguales.

TABLA 4
Diferencias entre las medias de las medidas antropométricas de acuerdo con la práctica de actividad física y el sexo (n = 122)

Variables	Actividad física	Media (\pm DE)	EE	Valor p
Pliegue Tricipital	Si	11,19(\pm 5,78)	0,741	p = 0,041*
	No	11,50(\pm 4,08)	0,523	p = 0,735‡
Pliegue Subescapular	Si	11,77(\pm 10,77)	1,379	p = 0,007*
	No	10,37(\pm 4,75)	0,609	p = 0,358 †
Pliegue Abdominal	Si	13,40(\pm 8,65)	1,108	p = 0,010*
	No	13,13(\pm 6,17)	0,790	p = 0,838 †
Circunferencia de la Cintura	Si	66,99(\pm 12,49)	1,6004	p = 0,66*
	No	65,63(\pm 14,11)	1,8068	p = 0,574†
Circunferencia de la Cadera	Si	76,41(\pm 20,34)	2,6048	p = 0,619*
	No	75,25(\pm 21,86)	2,7997	p = 0,763‡
Razón Cintura - Cadera	Si	0,82(\pm 0,05)	0,00741	p = 0,105*
	No	0,93(\pm 0,92)	0,11788	p = 0,343‡
IMC	Si	19,61(\pm 3,24)	0,415	p = 0,344*
	No	18,96(\pm 3,50)	0,449	p = 0,830†

* Prueba de Levene. † Prueba T asumiendo varianzas iguales. ‡ Prueba T asumiendo varianzas desiguales.

TABLA 5

Diferencias entre las medias de las medidas antropométricas de acuerdo con el sexo (n = 122)

VARIABLES	SEXO	Media (±DE)	EE	Valor p
Pliegue Tricipital	M	9,40(±3,87)	0,48	p =0,092*
	F	13,42(±5,23)	0,68	p =0,000 †
Pliegue Subescapular	M	10,18(±9,99)	1,25	p =0,801*
	F	12,02(±5,99)	0,78	p=0,216‡
Pliegue Abdominal	M	10,78(±6,12)	0,77	p =0,034*
	F	15,92(±7,93)	1,03	p =0,000‡
Circunferencia de la Cintura	M	65,92(±11,87)	1,49	p =0,428*
	F	66,74(±14,74)	1,91	p =0,733†
Circunferencia de la Cadera	M	77,24(±18,52)	2,33	p =0,247*
	F	74,32(±23,49)	3,05	p =0,450‡
Razón Cintura - Cadera	M	0,93(±0,90)	0,11	p =0,122*
	F	0,82(±0,05)	0,00	p =0,354‡
IMC	M	19,46(±4,24)	0,53	P=0,086*
	F	19,11(±3,33)	0,43	P=0,614†

* Prueba de Levene. † Prueba T asumiendo varianzas iguales. ‡ Prueba T asumiendo varianzas desiguales.

DISCUSION

La Organización Mundial de Salud (OMS) (6,27) indica el uso de la antropometría para la vigilancia de los indicadores de riesgo para enfermedades crónicas y recomienda el análisis de la asociación de los parámetros antropométricos con enfermedades como la hipertensión arterial. Para la OMS, además del peso y de la altura, es importante medir las circunferencias de la cintura y de la cadera, puesto que el aumento de la deposición de grasa abdominal puede suministrar un indicador sensible de problemas como sobrepeso y sus consecuencias. Otra técnica para la determinación de la composición corporal es la medida del grosor de los pliegues cutáneos. Aproximadamente la mitad del contenido corporal total de grasa queda localizada en los depósitos existentes directamente por debajo de la piel y está directamente relacionada con la grasa total (28).

Se considera la antropometría el método más útil para evaluar la obesidad debido al bajo coste, no ser invasivo, universalmente aplicable y con buena aceptación por la población. Muchas investigaciones sobre diagnóstico de obesidad y determinación del tipo de distribución de grasa usan, de forma simultánea o no, los índices antropométricos Índice de Masa Corporal (IMC), relación cintura y cadera (RCC) y circunferencia de la cintura (CCi) (15).

Tradicionalmente es utilizado el IMC para clasificar personas con obesidad. Sin embargo, este indicador presenta limitaciones, pues no discrimina si el incremento de la masa corporal es debido a la masa magra o a la masa grasa. De ahí investigaciones sugieren que el pliegue tricipital permite identificar, entre los individuos con IMC elevado, aquéllos que presentan aumento de la masa grasa y por lo tanto, son obesos (17).

Se identificó en la muestra, correlación positiva y significativa entre el pliegue abdominal, circunferencia de la cintura y de la cadera y el IMC con la edad. Un estudio desarrollado con 580 adolescentes argentinos encontró en el sexo masculino, un discreto incremento del grosor de los pliegues subescapular y abdominal con la edad. En el sexo femenino el comportamiento fue similar, sin embargo con valores más altos (29). En otros estudios los percentiles de IMC presentaron poca variación en el sexo masculino con la edad. Mientras, el aumento del IMC con la edad en el sexo femenino es más evidente. Además, se verifica elevación de la circunferencia de la cintura con el aumento de la edad tanto en el sexo masculino como en el femenino (17,30,31). Con relación a la circunferencia de la cadera no se encontraron referencias que justificasen la correlación positiva con la edad identificada en este estudio. Sin embargo, es conocido que con el aumento de la edad, hay un crecimiento pondoestatural bien como la maduración sexual, es decir, a la medida que aumenta la edad ocurre el desarrollo físico con incremento de peso y acumulación de grasa estimulados, principalmente, por los hormonas sexuales y de crecimiento, lo que aporta para el incremento de la circunferencia de la cadera (32). Esto puede justificar, en parte, el aumento de las circunferencias corporales con la edad que hemos identificado.

En este estudio, se encontró una correlación positiva entre el pliegue tricipital y el IMC no estadísticamente significativo. Una pesquisa con 321 niños argentinos de 6 a 13 años, encontró el coeficiente de correlación estadísticamente significativo entre el pliegue tricipital y el IMC (18). En Brasil, un estudio con 391 adolescentes de 15 a 17 años también verificó correlación fuerte y significativa para ambos sexos. Similar a los hallazgos de esta investigación, otros autores

encontraron correlación significativa entre el pliegue subescapular y el IMC para ambos sexos, sin embargo su correlación es más evidente que la del presente estudio (3,19).

Con relación al pliegue abdominal, no se encontraron investigaciones que justificasen la correlación positiva con el IMC, pues la mayoría de los estudios utilizan solamente el pliegue tricípital y subescapular en la evaluación antropométrica tanto de niños y adolescentes como en adultos. Es importante resaltar que el pliegue abdominal está presente en ecuaciones predictivas de porcentual de grasa corporal, en las cuales se utiliza el sumatorio de los pliegues cutáneos (18,33).

En el presente estudio se encontró correlación positiva y significativa entre el IMC y la circunferencia de la cintura y de la cadera. Resultado semejante se encontró en otro estudio, con correlación positiva fuerte entre estas variables (17). La circunferencia de la cintura es un dato de fácil y rápida obtención, se asocia tanto con el IMC como con la Razón Cintura-Cadera, posibilitando la detección de individuos con exceso de peso y otros factores de riesgo cardiovascular con alta precisión (16). La circunferencia de la cintura también está relacionada con la grasa intraabdominal y ya ha sido sugerida como el índice antropométrico capaz de prever el riesgo cardiovascular (16,20). La Relación Cintura-Cadera, ha sido utilizada en adultos, sin embargo, estudios muestran que la circunferencia de la cintura puede ser un método más seguro para determinar la adiposidad central igualmente en niños y adolescentes, e incluso ser utilizado en sustitución al IMC (16,17,21). En un estudio con niños brasileños de 6 a 10 años, se identificó correlación entre el IMC y la grasa corporal y entre el IMC y las circunferencias de la cintura y de la cadera (34,35). De ahí que los autores recomiendan que la distribución abdominal de grasa se pueda utilizar como indicador de presión sanguínea alta y la RCC como indicador complementario al IMC en la evaluación de la obesidad (6).

En este estudio no se identificó correlación entre las medidas antropométricas y la presión arterial, exceptuándose el pliegue tricípital con la presión arterial sistólica. De forma similar, un estudio de meta-análisis sobre la relación entre la variación de la presión arterial y el pliegue cutáneo tricípital, se encontró una uniformidad en los valores de los coeficientes de correlación entre 0,2 y 0,4 (36).

No se encontró diferencia de media entre la presión arterial y las medidas antropométricas en ambos sexos. Sin embargo, la literatura consultada evidencia una asociación positiva entre los diferentes índices antropométricos de obesidad y la prevalencia de la hipertensión arterial (16,37-39). Una asociación entre esos indicadores de riesgo implica una mayor posibilidad de niños y adolescentes con exceso de peso desarrollar, precozmente, alteraciones de la presión arterial.

La actividad física es eficaz para prevenir enfermedades crónicas, además de ser un importante componente de control

y pérdida de peso. A pesar de no haberse identificado diferencias entre las medias de las medidas antropométricas y la práctica de actividad física, está comprobada la existencia de múltiples interacciones entre actividad física y obesidad. El ejercicio físico disminuye el riesgo de obesidad, actúa en la regulación del balance energético, influencia la distribución del peso corporal y preserva o mantiene la masa magra, además de sus efectos en la pérdida de peso (22,23). La divergencia encontrada entre los diversos estudios está relacionada probablemente a las diferencias de criterios metodológicos, específicos de cada estudio, para clasificar individuos como sedentarios o no.

Se verificó que los pliegues tricípital y abdominal fueron mayores en el sexo femenino. Existen divergencias entre los estudios de patrón de distribución de la grasa corporal con relación al sexo. Algunos afirman que no hay diferencia entre los sexos con relación al pliegue cutáneo tricípital (30). Otros muestran que hay una tendencia de concentración adiposa en el tronco (centralizada) en los hombres y una mayor acumulación de grasa en la extremidad superior (periférica) en las mujeres (40,41). Similar a los hallazgos del presente estudio, una investigación de estimación de la composición corporal en niños de 5 a 10 años, mostró que el grosor de los pliegues tricípital y abdominal fueron mayores en el sexo femenino (33).

Algunos de los resultados logrados fueron diferentes de otros estudios consultados. Esto indica la necesidad de otros estudios que utilicen estrategias metodológicas y poblacionales semejantes. Se debe considerar, también, que la institución donde esta investigación se realizó se sitúa en una región donde gran parte de la población vive en condiciones precarias y con bajo poder adquisitivo. Esto, posiblemente, aportó los bajos valores medios encontrados.

REFERENCIAS

1. Ministério da Saúde (BR). IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. Campus do Jordão: Sociedade Brasileira de Cardiologia 2002.
2. Ramírez EM, Montero AG, Sol JMM, Paneque RJ, Roque GP. Factores de riesgo asociados con la tensión arterial en adolescentes. *Rev Cub Med Gen Integr* 2001; 17: 435-40.
3. Koch VH. Casual blood pressure and ambulatory blood pressure measurement in children. *São Paulo Med J* 2003; 121: 85-9.
4. Lopes HF, Barreto Filho JAS, Riccio GMG. Tratamento não-medicamentoso da hipertensão arterial. *Rev Soc Cardiol Estado São Paulo* 2003; 13:148-55.
5. Mello ED, Luft VC, Meyer F. Obesidade infantil: como podemos ser eficazes? *J Pediat* 2004; 80: 173-82.
6. Pereira RA, Sichiari R, Martins VMR. Razão cintura/ quadril como preditores de hipertensão arterial. *Cad Saude Publ* 1999; 15: 333-44.

7. Zambon MP, Zanolli ML, Marmo DB, Magna LA, Guimarey LM, Morcillo AM. Correlação entre o índice de massa corporal e a prega cutânea tricipital em crianças da cidade de Paulínia, São Paulo, SP. *Rev Ass Med Brasil* 2003; 49: 137-40.
8. Albano RD, Souza SB. Estado nutricional de adolescentes: "risco de sobrepeso" e "sobrepeso" em uma escola pública do Município de São Paulo. *Cad Saude Publ* 2001; 17: 941-7.
9. Lessa I. Epidemiologia das doenças crônicas não-transmissíveis. En: Lessa I. O adulto brasileiro e as doenças da modernidade. São Paulo: HUCITEC; 1998, pp. 139-53.
10. Oliveira FLC, Escrivão MAMS. Obesidade exógena na infância e na adolescência. En: Oliveira FLC, Escrivão MAMS. Temas de nutrição em pediatria. São Paulo: SBP/Nestlé; 2001, 3: p.45-7.
11. Pellanda LC, Echenique L, Barcellos LMA, Maccari J, Borges FK, Zen BL. Doença cardíaca isquêmica: a prevenção inicia durante a infância. *J Pediat* 2002; 78: 91-6.
12. Muniz J, Rodríguez IL, Sánchez RG, Juane R, et al. Evidencia de presiones arteriales más elevadas em niños y adolescentes del interior rural de Galicia que em otras localizaciones em España. *Rev Esp Cardiol* 1998; 51:823-31.
13. Sartorelli DS, Franco LJ. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. *Cad Saude Publ* 2003; 19: 29-36.
14. Nobre LN, Monteiro JBR. Determinantes dietéticos da ingestão alimentar e efeito na regulação do peso corporal. *Arch Latinoam Nutr* 2003; 53:243-50.
15. Díez JMB, García JLV, Pelegrina JT, Martínez JLM, et al. Epidemiologia de las enfermedades cardiovasculares y factores de riesgo en atención primaria. *Rev Esp Cardiol* 2005; 58:367-73.
16. Gus M, Moreira LB, Pimentel M, Gleisener ALM, Moraes RS, Fruchs FD. Associação entre diferentes indicadores de obesidade e prevalência de hipertensão arterial. *Arq Bras Cardiol* 1998; 70:111-114.
17. Soar C, Vasconcelos FAG, Assis MAA. A relação cintura quadril e o perímetro da cintura associados ao índice de massa corporal em estudo com escolares. *Cad Saude Publ* 2004; 20:1609-16.
18. Juzwiak CR, Paschoal VCP, López FA. Nutrição e atividade física. *J Pediat* 2000; 76:349-58.
19. Rosa AA, Ribeiro JP. Hipertensão arterial na infância e na adolescência: fatores determinantes. *J Pediat* 1999; 75:75-81.
20. Soares NT. Um novo referencial antropométrico de crescimento: significados e implicações. *Rev Nutr Campinas* 2003; 16: 93-104.
21. Rippe JM, Hess S. The role of physical activity in the prevention and management of obesity. *J Am Diet Assoc* 1998; 98:S31-8.
22. Cunningham S. Hipertensão Arterial. En: Woods SL, Froelicher ESS, Motzer SU. Enfermagem em cardiologia. São Paulo: Manole 2005, pp. 909-54.
23. Brandon LJ, Fillingim J. Body composition and blood pressure in children based on age, race and sex. *Am J Prev Med* 1990; 9:34-38.
24. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Hearst N, Newman TB. Estimando o tamanho de amostra e o poder estatístico: pontos básicos. En: Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Hearst N, Newman TB, editors. *Delineando a pesquisa clínica: uma abordagem epidemiológica*. 2nd ed. Porto Alegre: Artmed; 2003, pp. 83-110.
25. Perloff D, Grim C, Flack J, Frohlich DE, Hill M, McDonald M, et al. Human blood pressure determination by sphygmomanometry. *Circulation* 1994; 88:2460-70.
26. National High Blood Pressure Education Program Working Group On High Blood Pressure In Children And Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004;114:555-76.
27. World Health Organization. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Report Series 854. Geneva 1995, pp.2-3.
28. Mcardle WD, Katch IF, Katch VL. Composição corporal: componentes, avaliação e variabilidade humana. En: Mcardle WD, Katch IF, Katch VL. *Fundamentos de Fisiologia do exercício*. 2nd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p. 504-33.
29. Demarchi DA, Mirotti SZ, Marcellino AJ. Pautas de la distribución corporal del tejido adiposo em adolescentes. *Rev Cub Invest Biomed* 2001; 20:87-92.
30. Oliveira CL. Relação de indicadores de adiposidade com fatores de risco para doenças cardiovasculares em adolescentes com sobrepeso [dissertação de máster]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1999.
31. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Belisille F, Sempé M, Guillaud-Bathill EM, Patois E. Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr* 1984; 39: 129-35.
32. Bastos HD, Macedo CS, Riyuzo MC. Pressão arterial: conceito de normalidade na infância. *Pediat Modern* 1993; 29: 223-32.
33. Vieitez JAF. Estimación de la composición corporal por dos de las ecuaciones de Dezenberg para niños de 5 a 10 años. *Rev Cub Salud Publ* 2003; 29: 37-41.
34. Giugliano R, Melo ALP. Diagnóstico de sobrepeso e obesidade em escolares: utilização do índice de massa corporal segundo padrão internacional. *J Pediat* 2004; 80:129-34.
35. Higgins PB, Gower BA, Hunter GR, Goran ML. Defining health-related obesity in prepubertal children. *Obes Res* 2001; 9:233-40.
36. Rosenthal J. Evaluación metodológica de la relación entre presión arterial sanguínea y pliegue cutánea: um enfoque epidemiológico. *Rev Saude Publ*. 1989; 23:322-35.
37. Carneiro G, Faria NA, Barreto-Filho FFR, Guimarães A, et al. Influência da distribuição da gordura corporal sobre a prevalência de hipertensão arterial e outros fatores de risco cardiovasculares em indivíduos obesos. *Rev Ass Med Brasil* 2003; 49:306-11.
38. Brandão AP, Brandão NA, Magalhães MEC, Pozzan R. Epidemiologia da hipertensão arterial. *Rev Soc Cardiol Estado São Paulo* 2003; 13: 7-16.
39. Garcia FD, Terra AF, Queiroz AM, Correia CA, Ramos OS, Ferreira QT, et al. Avaliação de fatores de risco associados com elevação da pressão arterial em crianças. *J Pediat* 2004; 80:29-34.
40. Hattori K, Becque M, Katch V, Rocchini A. Fat pattern of adolescents. *Ann Hum Biol* 1987; 14:23-8.
41. Cameron N, Johnston F, Kgamphe J, Lunz R. Body fat pattern in rural south african black children. *Am J Hum Biol* 1992; 4:353-364.

Validez del índice energía/proteína en la identificación de la malnutrición por exceso en preescolares venezolanos de bajo estrato socioeconómico

Armando Sánchez Jaeger, Sara Irene Del Real Vargas, Liseti Solano Rodríguez, Nayka Díaz y María Adela Barón

Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela

RESUMEN. Se evaluó la validez del índice energía-proteína (IEP) en la identificación de la malnutrición por exceso en 163 niños entre 4 y 6 años, de bajo estrato socioeconómico en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo, Venezuela. Se tomó peso, talla, brazo y pliegues subcutáneos. Se calculó el *Peso para la Talla (P/T)*, *área grasa (AG)* e *IEP*. Se consideró en *déficit* a todo sujeto con $P/T \leq p10$, *normalidad* $P/T > p10$ y $\leq p90$ y en *exceso* aquel con P/T y $AG > p90$. Se calculó la distribución percentilar del IEP por edad y género, considerando *bajo la norma* $\leq p10$, *normal* $> p10$ y $\leq p90$ y *sobre la norma* $> p90$. Su validez se analizó a través de la sensibilidad, especificidad y razón de verosimilitud positiva (RV+) y negativa (RV-). Las pruebas de t de Student y ANOVA se utilizaron para comparaciones de grupos ($p < 0,05$). Según el diagnóstico nutricional, un 27,60% de los niños presentaron *déficit*, 66,88% *normalidad* y 5,52% *exceso*. El IEP reportó un 7,36% en *bajo la norma*, 82,20% *normal* y 10,44% *sobre la norma*. El IEP disminuyó con la edad en los varones y presenta diferencias por género en el grupo de 6 años, siendo significativamente mayor en las niñas. Para identificar el exceso, la sensibilidad fue del 77% y la especificidad del 93%, con una RV+ de 11. Finalmente, un IEP *sobre la norma* fue 11 veces más probable en un sujeto con exceso que en otro en normalidad. Para el *déficit*, las pruebas no cumplieron los requisitos de utilidad.

Palabras clave: Índice energía-proteína, preescolares, composición corporal.

SUMMARY. Validity of the energy/protein index in the detection of overweight in low income Venezuelan preschoolers. The validity of the energy/protein index (EPI) in the detection of overweight was assessed in 163 low income children (four to six years old) from Valencia, Venezuela. Weight, height, arm circumference, and skinfolds were taken. Weight for height (W/H), limb fat area (LFA), and EPI were calculated. All subjects with $W/H \leq p10$ were considered *deficient*, with W/H between $> p10$ and $\leq p90$ *normal*, and with W/H and $LFA > p90$ in *excess*. Percentile distribution of EPI for age and gender was calculated, regarding *below the norm* all subjects $\leq p10$, *normal* those $> p10$ and $\leq p90$, and *above the norm* those $> p90$. Validity was assessed through sensibility, specificity, and likelihood ratio. Student's t test and ANOVA were used for group comparisons ($p < 0.05$). According to the nutritional diagnosis, 27.60% of the children were deficient, 66.88% normal, and 15.52% in excess. According to the EPI, 7.36% of the sample was considered below the norm, 82.20% normal, and 10.44% above the norm. The EPI decreased with age in boys, and in the 6 years old group was significantly higher for girls. Lastly, an EPI above the norm is eleven times more likely to occur in a subject considered in excess than in subjects considered normal. For deficiency, the tests did not meet the expected values.

Key words: Energy-protein index, preschoolers, body composition.

INTRODUCCION

La evaluación antropométrica se ha utilizado amplia y exitosamente para medir el riesgo nutricional, especialmente en los niños. La obtención de una serie de mediciones tanto de las dimensiones generales del cuerpo, así como de algunos compartimientos corporales, permite la construcción de indicadores que pueden ser aplicados para cuantificar y clasificar las variaciones del estado nutricional (1,2).

Para la identificación de los diversos compartimientos corporales, se han propuesto varios modelos, siendo el de dos compartimientos, aquel que considera al cuerpo integrado por un componente *graso* y un componente *magro*. Los pliegues subcutáneos y el *área grasa* son indicadores de las reservas calóricas o del componente *graso* y la *circunferencia muscular del brazo* junto al *área muscular* lo son de las reservas

proteicas o del componente *magro* (3,4).

Como se ha establecido, el estudio de los compartimientos corporales es indispensable para poder diferenciar entre la *obesidad* y *muscularidad* e igualmente para el diagnóstico diferencial entre *normalidad* y *desnutrición subclínica* (2).

El diagnóstico del *sobrepeso* o de la *obesidad* se complica por la dificultad para evaluar si el *peso* es producto de un exceso de *tejido adiposo*, o por el contrario se trata de un desarrollo considerable en la *masa libre de grasa*. Al integrar estos compartimientos en un índice, es posible, conocer las relaciones entre ambos componentes de la *masa corporal* y sus modificaciones en los estados de *malnutrición* tanto por *déficit* como por *exceso* (4). Dicha integración es factible a través del *índice energía-proteína (IEP)*, el cual es expresado como la *razón* entre el *pliegue tricipital* y el *logaritmo* de la *circunferencia muscular del brazo*. Este índice relaciona los

dos tipos de tejido, el graso y la porción libre de grasa, mostrando con esta combinación, ventajas sobre los parámetros de dimensión corporal, en la capacidad diagnóstica del estado nutricional. A pesar del poco uso que se le ha dado a este indicador, los hallazgos de Amador han revelado altas correlaciones entre el IEP y otros indicadores de adiposidad, tal como el porcentaje de grasa corporal total, presentando al mismo tiempo, correlaciones bajas con el peso para la talla (4).

En Venezuela, pocos trabajos han evaluado el IEP (5,6), razón por la cual se decide explorar el comportamiento y la utilidad de dicho índice para identificar la malnutrición en un grupo de preescolares venezolanos de bajo estrato socioeconómico.

MATERIALES Y METODOS

Población y muestra

La población estuvo constituida por el cien por ciento de los niños (190 sujetos) que asistieron a un preescolar público ubicado en la zona sur del Municipio Valencia del Estado Carabobo, región Centro-Norte de Venezuela, durante el mes de marzo de 2002. La muestra quedó constituida por todos los niños que acudieron el día de la evaluación con sus representantes, previo consentimiento escrito ($n = 171$). Para efectos de este trabajo, se seleccionaron a los niños que cumplirían con los siguientes criterios de inclusión: edades entre 4 y 6 años, con evaluación antropométrica completa (indicadores de dimensión y composición corporal), estudiándose un total de 163 preescolares.

Evaluación antropométrica

Fue realizada por personal entrenado y estandarizado. El peso se tomó con el sujeto descalzo y en ropa interior, utilizando una balanza "Health-o-Meter" previamente calibrada. La talla se determinó mediante el uso del tallímetro de la balanza, se midió con el sujeto de pie y con la cabeza en el plano de Frankfort. La circunferencia del brazo se midió con una cinta métrica no extensible en el punto medio entre el acromión y el olécranon, con la cinta adosada sobre la piel en toda la circunferencia. Para la determinación del pliegue del tríceps se utilizó un calibrador marca Lange tomándose un pliegue vertical de la piel y tejido subcutáneo en forma de pinza a nivel del punto medio entre el olécranon y el acromión en la parte posterior del brazo (7).

Diagnóstico nutricional

Con los datos de las variables antropométricas y a objeto de cumplir con los objetivos planteados, se construyeron los indicadores: peso para la talla (P/T), área grasa (AG) y el índice energía-proteína (IEP).

Para el diagnóstico nutricional, se consideró malnutrición en *déficit* a todo sujeto con P/T menor o igual al percentil 10, en *normalidad* a todo sujeto con P/T sobre el percentil 10 y menor o igual al percentil 90 y en el caso de la malnutrición por *exceso*, se consideró a todo sujeto con P/T y AG mayor al percentil 90 para ambos indicadores. Para esta caracterización nutricional se utilizaron los valores de referencia del Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humano de la República de Venezuela (8).

Para el cálculo del índice energía-proteína (IEP) se utilizó la fórmula siguiente (4):

$$\text{IEP} = \log_{10} (\text{Pliegue tricéptico} - 18) / \log_{10} \text{circunferencia muscular brazo.}$$

Para analizar el comportamiento y la caracterización del IEP, se calculó una distribución percentilar por género y edad, considerando *bajo la norma* a todo valor menor o igual al percentil 10, *normal* a todo valor mayor al percentil 10 y menor o igual al percentil 90 y *sobre la norma* a todo valor mayor al percentil 90.

Para la identificación de la validez del IEP como indicador de la malnutrición tanto por déficit como por exceso, se calculó la razón de verosimilitud positiva (RV+) y negativa (RV-). Las RV ofrecen la ventaja de que relacionan la sensibilidad y la especificidad de una prueba en un solo índice. Se consideró útil un IEP con una $RV+ > 10$ y una $RV- < 0,1$ (9,10).

Las RV se calcularon con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Razón de Verosimilitud +} = \text{Sensibilidad} / 1 - \text{Especificidad}$$

$$\text{Razón de Verosimilitud -} = 1 - \text{Sensibilidad} / \text{Especificidad}$$

Análisis de la información

El análisis de los datos se realizó con un sistema computarizado, usando el paquete estadístico SPSS, versión 11. Las variables fueron evaluadas a objeto de conocer si cumplían con los requerimientos de normalidad y homogeneidad. Se calcularon los estadísticos descriptivos básicos (promedios y desviación estándar) y los percentiles 25 y 75 para las variables e indicadores estudiados. Para el análisis y comportamiento del IEP según género y diagnóstico nutricional se utilizaron las pruebas de t de Student y ANOVA, en ambos casos con una $p < 0,05$ (11).

RESULTADOS

Se evaluaron 163 preescolares (54% del género masculino y 46% del femenino), ubicados en su mayoría entre los 5 y 6 años (93,30%). Según el diagnóstico nutricional, un 27,60% de la muestra presentó *déficit*, 66,88% en *normalidad* y un 5,52% en *exceso*. La caracterización del índice energía-pro-

teína reportó un 7,36% en *bajo la norma*, 82,20% dentro de lo *normal* y 10,44% en *sobre la norma*. Las estadísticas descriptivas de las variables e indicadores antropométricos se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1
Variables e indicadores antropométricos de los sujetos evaluados (n = 163)

Variable antropométrica	Media	D. E.	p25-p75
Peso (kg)	19,05	3,13	16,90 - 20,70
Talla (cm)	112,52	5,66	108,00 - 117,00
Circunferencia del brazo (cm)	17,32	1,67	16,30 - 18,00
Pliegue del tríceps (mm)	8,44	2,68	7,00 - 10,00
Área grasa (mm)	687,03	283,02	521,51 - 755,38
Área Muscular (mm)	1723,18	278,55	1556,78 - 1845,86
Índice Energía/Proteína	1,53	0,12	1,45 - 1,61

La Tabla 2 muestra el comportamiento del IEP según edad, género y diagnóstico nutricional. El IEP disminuyó con la edad en los varones. En las niñas se mantuvo estable entre los 4 y 5 años y el mayor valor se encontró a los 6 años. Al comparar el IEP según género, se observó que en el grupo de 4 años existe un mayor IEP en el género masculino, mientras que en el género femenino ocurrió en los grupos de 5 y 6 años. Hubo diferencias significativas ($p = 0,00$) a predominio del género femenino en el grupo de los 6 años. Según el diagnóstico nutricional se observaron diferencias significativas entre los grupos y el valor más alto se presentó en los preescolares caracterizados en *exceso* ($p = 0,00$).

TABLA 2
Comportamiento del IEP según edad, género y diagnóstico nutricional

Edad	Media	D.E.	p25-p75
4 años			
IEP masculino (n = 3)	1,58	0,02	1,56 - 1,61
IEP femenino (n = 8)	1,56	0,12	1,42 - 1,65
5 años			
IEP masculino (n = 43)	1,52	0,11	1,45 - 1,58
IEP femenino (n = 29)	1,56	0,12	1,49 - 1,67
6 años*			
IEP masculino (n = 42)	1,47	0,13	1,39 - 1,56
IEP femenino (n = 38)	1,58	0,11	1,48 - 1,67
Diagnóstico Nutricional**			
Déficit (n = 45)	1,46 ^a	0,11	1,41 - 1,57
Normalidad (n = 109)	1,55 ^b	0,11	1,47 - 1,63
Exceso (n = 9)	1,70 ^c	0,12	1,56 - 1,78

* t de Student ($p = 0,00$)

** ANOVA ($p = 0,00$) (F = 17,48).

Superíndices diferentes indican diferencias significativas

Al evaluar la utilidad del IEP en la identificación del exceso, la sensibilidad fue del 77% y la especificidad del 93%. El valor de la razón de verosimilitud positiva se ubicó en 11 y el valor de la razón negativa en 0,23. Con relación a la identificación del déficit nutricional, la sensibilidad se ubicó en 20% y la especificidad en 97%, con un valor de la razón de verosimilitud positiva en 6,6 y el valor de la razón negativa en 0,80 (Tabla 3).

TABLA 3
Utilidad del IEP en la identificación de la malnutrición tanto por exceso como por déficit

Índice energía proteína	Exceso	No Exceso	Total
Sobre la norma (Mayor al percentil 90)	7	10	17
Adecuado y Bajo la norma (Menor o igual percentil 90)	2	144	146
Total	9	154	163
Sensibilidad = 0,77. Especificidad = 0,93. VP+ = 0,41. VP- = 0,98 RV+ = 11. RV- = 0,2.			
Índice energía proteína	Déficit	No Déficit	Total
Bajo la norma (Menor o igual al percentil 10)	9	3	12
Adecuado y Sobre la norma (Mayor al percentil 10)	36	115	151
Total	45	118	118
Sensibilidad = 0,20. Especificidad = 0,97. VP+ = 0,75. VP- = 0,76 RV+ = 6,6. RV- = 0,8.			

VP = valor predictivo

RV = Razón de verosimilitud

DISCUSION

En Salud Pública y a nivel clínico, para la evaluación nutricional se aplican de forma rutinaria índices antropométricos, simples o complejos. Para ello se toman como variables básicas el peso, la talla y la edad y de acuerdo con los recursos disponibles, se incorporan otras variables tales como, pliegues cutáneos, circunferencias y diámetros (3).

En Venezuela, la malnutrición se ha venido diagnosticando por el Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional (SISVAN) del Instituto Nacional de Nutrición, a través de la combinación de indicadores de dimensión corporal. Sin embargo, es importante señalar que el diagnóstico del exceso se complica por la dificultad para evaluar correctamente si el peso alto es producto de un exceso de tejido adiposo, o por el contrario se trata de un desarrollo considerable de la masa libre de grasa. Esto reafirma la importancia del estudio de la composición corporal (6,7).

La composición corporal evaluada a través del método antropométrico, puede ser aplicada en el área clínica y en estudios poblacionales. Entre sus ventajas, se destaca la posibilidad de calcular el nivel de adiposidad y la distribución de grasa corporal. Aunque se ha cuestionado el uso de los pliegues y el cálculo de áreas braquiales en la estimación de la composición corporal (12), desde el punto de vista del tamizaje resulta más práctico que el empleo de otros métodos confirmatorios de alto costo para trabajos de campo (densitometría, conductividad eléctrica o energía dual de rayos X). La medición de la circunferencia muscular del brazo ha sido empleada en varios estudios como reflejo de reservas proteicas, correlacionándose con la excreción de creatinina y con estimaciones de masa muscular total por diferentes técnicas (13,14). Adicionalmente, se han encontrado asociaciones y correlaciones entre los pliegues cutáneos y la reserva grasa estimada a través de los métodos mencionados (15,16).

El índice energía-proteína refleja las variaciones en la composición corporal y es útil para evaluar el estado nutricional en cualquiera de las etapas del crecimiento. Ha sido usado en niños y adolescentes para el diagnóstico de las distintas formas de malnutrición, así como indicador de seguimiento en programas de reducción del peso corporal (17,18).

En Venezuela, Pérez (6) en una muestra de 1577 preescolares residentes en el Área Metropolitana de Caracas, evaluó su relación con los indicadores de masa corporal total y de composición corporal, considerándolo no apropiado para evaluar el estado nutricional de una manera integral, debido a su baja correlación con el componente muscular y con la masa corporal total. Sin embargo, Azuaje (5), analizó el comportamiento de dicho índice en 2319 sujetos eutróficos y desnutridos, de ambos sexos, menores de 9 años, evaluados en un Centro de Atención Nutricional Infantil de la ciudad de Caracas, encontrando diferencias significativas en el IEP entre

ambos grupos, concluyendo que dicho índice presenta buena capacidad discriminatoria entre los grupos estudiados.

En Argentina, se evaluó la composición corporal en 605 niños entre 6 y 12 años en San Clemente del Tuyú, encontrando en el género femenino cifras más elevadas en el IEP, el pliegue del tríceps y el área grasa, con diferencias significativas solo para esta última (19). En Cuba, el IEP ha sido usado en preescolares desde la década del setenta con buenos resultados en la diferenciación de niños malnutridos y eutróficos; y también como criterio para clasificar las diferentes formas de malnutrición energética (déficit y exceso) (20). Igualmente, en noventa y siete niños de la ciudad de la Habana se utilizó para establecer su correlación con parámetros bioquímicos que permiten detectar formas subclínicas de déficit nutricional y se confirmó la dependencia entre el IEP, la edad y el género (21,22).

En el presente estudio el comportamiento del IEP según la edad, reflejó una disminución progresiva en los varones. En las niñas, se mantuvo estable entre los 4 y 5 años y el valor más alto se observó a los 6 años. Para ambos géneros, los valores promedios de este estudio según la edad, resultaron ligeramente inferiores a lo reportado por Pérez en niños venezolanos (6) y al ser comparados con la referencia cubana de Amador (4), resultaron cercanos al percentil 25. La variabilidad por género encontrada en el presente estudio con el IEP ha sido igualmente reportada en preescolares y adolescentes cubanos y es semejante a la descrita para otros indicadores de grasa, tales como los pliegues subcutáneos y el área grasa (23,24).

Al comparar el IEP según el género, se observó en los varones de 4 años un mayor valor, situación contraria ocurre a los 5 y 6 años. Esto podría ser debido al pequeño número de varones en el grupo de 4 años. En el grupo de 6 años, se presenta el mayor dimorfismo sexual con diferencias significativas a favor del género femenino, reflejando claramente las diferencias existentes en la composición corporal desde tempranas edades. Este resultado es similar a lo reportado por Pérez (6) y Azuaje (5), en donde el mayor tejido adiposo expresado como IEP pudiera ser un fenómeno relacionado con las funciones reproductoras específicas de la mujer (23).

Para evaluar la utilidad de un indicador antropométrico en la identificación de determinada patología, es evidente que éste deba ofrecer resultados positivos en los sujetos afectados y resultados negativos en sujetos sanos (9,25). El análisis de la validez del IEP se obtuvo calculando los valores de sensibilidad y especificidad. Estos tienen la ventaja de que son propiedades intrínsecas a la prueba diagnóstica, y definen su validez independientemente de cuál sea la prevalencia de la patología estudiada, sin embargo presentan la desventaja de que no proporcionan información relevante a la hora de tomar una decisión clínica ante un determinado resultado, por lo que se recomienda incorporar el concepto de razón de ve-

rosimilitud (RV). Esta mide cuán más probable es un resultado concreto (positivo o negativo) según la presencia o ausencia de la patología en estudio (10). Ofrece la ventaja de la relación entre la sensibilidad y la especificidad en un solo índice. Mientras mas alta sea la RV +, mejor es el indicador para diagnosticar la enfermedad y mientras mas baja es la RV-, mejor es el indicador para excluir la enfermedad (26).

Al evaluar la validez y la utilidad del IEP en la identificación del exceso, se reportaron adecuados valores en la sensibilidad, especificidad y razón de verosimilitud positiva. En este estudio un IEP *sobre la norma* fue, por lo tanto 11 veces más probable que exista en un paciente con exceso que en otro en normalidad. Con relación a la validez del IEP en la identificación de la malnutrición por déficit, los resultados de las pruebas utilizadas no cumplieron con las condiciones exigidas para ser considerado de utilidad.

A pesar de que el IEP es más complejo de medir que el indicador peso para la talla, puede ser obtenido fácilmente a través de un programa computarizado y de esta manera establecer su uso en estudios poblacionales. Las diferencias existentes en el comportamiento del IEP tanto para el género como para el diagnóstico nutricional, reflejan su importancia como indicador del estado nutricional y permiten concluir en la presente muestra su validez en la identificación de la malnutrición por exceso.

REFERENCIAS

- World Health Organization (WHO). Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. WHO Technical Report Series 854. Geneva: WHO; 1995.
- Henríquez G. Evaluación del estado nutricional. En: Henríquez Pérez, Landaeta-Jiménez M, Dini Golding E, editores. Nutrición en Pediatría. Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo. Caracas: CANIA; 1999. p. 17-62.
- Gibson R. Principles of Nutritional Assessment. New York: Oxford University Press; 1990.
- Amador M, Hermelo M. Métodos para la evaluación de la composición corporal en humanos. Taller "La antropometría en la evaluación nutricional". Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Caracas, 1993.
- Azuaje A, Henríquez G, Rached I. Effectiveness of the protein-energy index in the diagnosis of undernourished. Act Med Auxol 2001;33(3):159-66.
- Pérez B, Landaeta-Jiménez M. Índice energía-proteína: relación con indicadores de la composición corporal en niños venezolanos. An Venez Nutr 2002;15(1):31-36.
- López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M (Editores). Manual de crecimiento y desarrollo. Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. FundacredeSA. Serona. Caracas. 1991.
- Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humano de la Republica de Venezuela. Ministerio de la Secretaria. Proyecto Venezuela. Tomo II. Caracas: FUNDACREDESA. 1996.
- Otero W, Pineda L, Beltrán L. Utilidad de la razón de verosimilitud (Likelihood ratio) en la práctica clínica. Rev Colomb Gastroenterol 2001;16:33-36.
- Pita S, Pérdegas S. Pruebas diagnósticas. Cad Aten Primaria 2003;10:120-124.
- Pardo A, Ruiz M. SPSS. Guía para el análisis de datos. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana; 2002.
- Wells J. A critique of the expression of paediatric body composition data. Arch Dis Child 2001;85:67-72.
- Frisancho A, Tracer D. Standards of arm muscle by stature for the assessment of nutritional status of children. Am J Phys Anthropol 1987;73:459-465.
- Kharem-Shrivastava D, Puliye J. Determination of bone with in malnourished children under five, and inter relationship with arm muscle thickness, subcutaneous fat thickness and the mid upper arm. Indian J Pediatr 1992;50:197-202.
- Reilly J, Wilson J, Durnin J. Determination of body composition from skinfold thickness: a validation study. Arch Dis Child 1995;73:305-10.
- Schmelze H, Fusch C. Body fat in neonates and young infants: validation of skinfold thickness versus dual-energy-x-ray absorptiometry. Am J Clin Nutr 2002;76:1096-1100.
- Amador M, Bacallao J, Peña M. Capacidad discriminadora de ciertos índices antropométricos para evaluar desnutrición. Bol Of Sanit Panam 1986;101:101-113.
- Amador M, Fleitas O, Bacallao J. Utilidad del índice Energía/ Proteína en la evaluación de la eficiencia del tratamiento reductor en el niño obeso. Rev Cub Aliment Nutr 1987;1(1):71-78.
- Bolzán A, Guimarey L. Composición corporal y prevalencia estandarizada de desnutrición en niños de 6 a 12 años de edad, La Costa, Argentina. Rev Bras Saúde Matern Infant 2003;3(3): 253-263.
- Amador M, Bacallao J, Hermelo M, Fernández-Regalado R, Tolon C. Energy/protein index: its use in the diagnosis of different forms of malnutrition. Rev Cubana Med Trop 1976;28(3):127-32.
- Amador M, Bacallao J, Hermelo M, Fernández R, Tolon C, Pérez H. Energy/protein index: Correlation with a biochemical parameter which reflects protein nutritional imbalance. Acta Paediatr Acad Sci Hung 1977;18(1):83-87.
- Amador M, Bacallao J, Flores P. Energy/protein ratio: new validation of its applicability to nutritional evaluation. Rev Cubana Med Trop 1980;32(1):11-24.
- López-Blanco M, Espinosa I, Macías C, Blanco L. Maduración temprana: factor de riesgo de sobrepeso y obesidad durante la pubertad? Arch Latinoam Nutr 1999;49(1):13-19.
- Kirchengast S, Steiner V. Sexual dimorphism in body composition, weight status and growth in prepubertal school children from rural areas of eastern Austria. Coll Antropol 2001;25:21-30.
- Argimon J, Jiménez J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 2ª ed Barcelona: Harcourt; 2000.
- Mant J. Is the test effective? In: Dawes M, Davis P, Gray A, et al, editors. Evidence-based practice. Toronto: Churchill Livingstone; 1999 p. 133-137.

Recibido:14-03-2006

Aceptado:10-07-2006

Prevalência e fatores associados à anemia e deficiência de ferro em crianças de 18 a 24 meses

Michele Pereira Netto, Silvia Eloiza Priore, Helena Maria Pinheiro Sant'Ana, Maria do Carmo Gouveia Peluzio, C ephora Maria Sabarense, Danielle G oes da Silva, Sylvia do Carmo Castro Franceschini

Departamento de Nutrição e Saúde-Universidade Federal de Viçosa, Universidade Federal de São Paulo. Viçosa, MG. Brasil

RESUMO. Foi realizado um estudo transversal com 101 lactentes de 18 a 24 meses atendidos em serviços públicos de saúde da cidade de Viçosa, MG, Brasil. Objetivou-se verificar a prevalência e os fatores associados à anemia e deficiência de ferro, entre lactentes. As informações foram obtidas através de entrevista aos pais ou responsáveis pelas crianças, realizadas nos domicílios. Foram feitas análises da hemoglobina e ferritina, por um contador automático e pelo método de doseamento imunom trico, respectivamente. As amostras de fezes foram analisadas pelos métodos de Hoffman, Faust e Ritchie. Caracterizou-se anemia através da concentração de hemoglobina e a deficiência de ferro através da ferritina. Na avaliação da prática alimentar utilizou-se o recordatório de 24 horas. Foram feitas análises de regressão linear e logística para avaliar as variáveis associadas à hemoglobina e a deficiência de ferro, respectivamente. As prevalências de anemia, deficiência de ferro e parasitoses intestinais foram de 30,1; 38,4 e 21%, respectivamente. O número de moradores na casa, idade de introdução de sucos e/ou frutas, escolaridade materna e tempo de aleitamento materno total associaram-se aos níveis plasmáticos de hemoglobina. Para a deficiência de ferro as variáveis associadas foram consumo de leite próximo das refeições e número de moradores na casa.

Palavras chave: Anemia, deficiência de ferro, nutrição infantil, lactentes, ferro.

INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde define anemia nutricional como a condição na qual o conteúdo de hemoglobina do sangue está abaixo dos valores considerados normais para idade, sexo, estado fisiológico e altitude, sem considerar a causa da deficiência. Caracteriza-se a anemia ferropriva quando a redução na concentração de hemoglobina   consequência da deficiência de ferro (1). Já a deficiência de ferro é caracterizada pela depleção dos estoques corporais e pode ser avaliada através da ferritina sérica (2).

Estima-se que a anemia esteja presente em 20,1% e 39% das crianças menores de 4 anos de idade que residem em países

SUMMARY. Prevalence and factors associated to anemia and iron deficiency in 18-to 24-month old infants. A transversal study was carried out with 101 18-to 24-month old infants, attended at public health services in Viçosa, MG, Brazil. The objective of this study was to verify the prevalence and factors associated to anemia and iron deficiency among infants. Data were obtained by interviews of the infants' parents or guardians at their households. Hemoglobin and ferritin analyses were performed using an automatic counter and the immunometric dosage method, respectively. Feces samples were analyzed by the Hoffman, Faust and Ritchie methods. Anemia was characterized by hemoglobin concentration and iron deficiency by ferritin. For dietary practice, the 24-hour recall was used. Linear regression and logistics analyses were conducted to evaluate the variables associated to hemoglobin and iron deficiency, respectively. Anemia, iron deficiency and intestinal parasite prevalences were 30.1; 38.4, and 21%, respectively. The number of household members, age infants were introduced to juices/or fruit, mother's level of instruction, and total breastfeeding period were associated to the levels of hemoglobin plasma. The associated variables for iron deficiency were milk consumption near meals and number of household members.

Keywords: Anemia, iron deficiency, infant nutrition, infant, iron.

industrializados e não industrializados, respectivamente (2). Nas Américas, 14,2 milhões de crianças menores de 4 anos são afetadas pela anemia (2). Não existem estudos nacionais abrangentes, contudo dados de estudos regionais demonstram prevalências entre 40,9% e 63,2% dos menores de seis anos de idade (3-10). Acredita-se que, para cada pessoa com anemia, exista, pelo menos, mais uma com deficiência de ferro (2), entretanto são poucos os estudos que avaliam a deficiência de ferro em crianças.

Os fatores envolvidos na etiologia da anemia ferropriva em crianças são: condições socioeconômicas (baixa renda, baixa escolaridade dos pais, constituição familiar com grande número de crianças), consumo alimentar (introdução precoce da alimentação complementar, dieta inadequada em ferro e/ou com ferro de baixa biodisponibilidade), inadequada assistência   saúde (baixa cobertura de assistência pré-natal e falta de acompanhamento do crescimento e desenvolvimento

Estudo financiado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico), processo n  474549/2004-6.

da criança), morbidades e fatores biológicos como a idade (11). As prevalências mais acentuadas estão entre crianças de 6 a 24 meses (11), faixa etária compreendida pelo presente estudo. Deve-se, portanto, destacar a importância de se investigar os fatores envolvidos na etiologia da anemia para nortear a implantação de ações de prevenção e controle desta carência nutricional.

O objetivo do presente estudo foi determinar a prevalência de anemia e os fatores associados aos níveis de hemoglobina e a deficiência de ferro em lactentes de 18 a 24 meses atendidos no principal serviço público de saúde da área urbana da cidade de Viçosa, Minas Gerais.

METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido no município de Viçosa, no estado de Minas Gerais, Brasil. Este município é composto por aproximadamente 65.000 habitantes, dos quais aproximadamente 60.000 (92,3%) residem na zona urbana e 3.274 (5,03%) tem entre um e três anos de idade (12). Participaram deste estudo, de corte transversal, crianças de 18 a 24 meses, residentes na área urbana da cidade Viçosa, Minas Gerais, Brasil que eram atendidas no principal serviço público pediátrico do município no período de dezembro de 2004 a abril de 2005.

Todas as crianças cadastradas no serviço pediátrico do município, na faixa etária de interesse, receberam visitas domiciliares nas quais seus responsáveis eram convidados a participar do estudo após esclarecimentos sobre os objetivos e metodologia do mesmo. O total de crianças cadastradas no serviço e cujos endereços foram localizados foi de 124. Destas, 23 (15%) não participaram devido à não autorização dos pais. Assim, a amostra compreendeu 101 crianças; destas 51 (50,5%) do sexo feminino e 50 (49,5%) do masculino. Das 101 crianças, duas foram excluídas das análises de ferritina por apresentarem valores de proteína C reativa (PCR) alterados, ou seja, superiores a 10mg/L (13). Este procedimento foi realizado com intuito de evitar os possíveis efeitos do processo de infecção sobre os níveis de ferritina sérica (13).

Os dados foram obtidos por meio de entrevista, no domicílio, com as mães ou responsáveis pelas crianças utilizando-se um questionário. As variáveis analisadas foram: referentes à criança (sexo, peso ao nascer, comprimento ao nascer e duração da gestação), condições socioeconômicas (escolaridade e ocupação dos pais e estado civil da mãe, renda familiar, número de pessoas que moravam na casa e número de cômodos), variáveis maternas (número de gestações, assistência pré-natal e anemia na gestação) morbidades (atual e passada), ingestão de suplementos contendo ferro ou vitamina A e práticas alimentares.

O peso e comprimento ao nascer e as variáveis referentes à gestação eram conferidos no cartão de vacinação das crianças

e cartão da gestante quando estes eram disponíveis. A renda familiar per capita considerada foi a renda total dividida pelo número de pessoas que dependem da mesma. Os suplementos alimentares consumidos pelos lactentes também eram conferidos pelo pesquisador.

O peso e o comprimento das crianças foram aferidos durante as visitas domiciliares, utilizando equipamentos e normas padronizadas, obedecendo aos procedimentos estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (14). Utilizou-se balança pediátrica, digital, eletrônica, com capacidade de 15 kg e divisão de 10g; e antropômetro de madeira com extensão de 120 cm e sub-divisões de 0,1 cm. O estado nutricional foi avaliado através dos índices peso/idade, estatura/idade e peso/estatura, expressos em escore-Z. Considerou-se como inadequado, quando a crianças apresentava-se abaixo de -2 escore-Z. Como população de referência, adotou-se as curvas de crescimento do Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (15).

Utilizou-se 5 mL de sangue, coletado por punção venosa, para determinação das concentrações de hemoglobina, ferritina e PCR. A concentração de hemoglobina foi determinada por um contador eletrônico; para a dosagem da ferritina sérica utilizou-se o método de doseamento imunométrico por quimioluminescência no aparelho Immulite e o método usado para pesquisa no soro da PCR foi a aglutinação do látex.

No exame parasitológico das fezes utilizou-se os métodos de Hoffman, Faust e Ritchie, considerou-se positivo quando se observou pelo menos uma espécie de parasito na amostra.

As análises, bem como a coleta de sangue, foram feitas em um laboratório do município.

A anemia foi definida quando a concentração de hemoglobina era inferior à 11g/dL e a deficiência de ferro quando a ferritina sérica apresentava-se inferior a 12µg/L (2).

Na avaliação da prática alimentar utilizou-se o recordatório 24 horas. Foram também avaliadas algumas questões específicas relacionadas à prática alimentar como: consumo de leite logo após as principais refeições (almoço e jantar), idade de introdução de águas, chás, frutas e/ou sucos de frutas, leite não materno e papa salgada.

Para tabulação da ingestão dietética das crianças em aleitamento materno, estimou-se o consumo de leite materno segundo as recomendações da WHO/UNICEF, a qual sugere que, para a faixa etária em questão, o volume de leite seja de 61,16mL/ kg de peso/ dia (16). Para aquelas crianças que recebiam leite materno apenas 1 ou 2 vezes ao dia, o consumo de leite materno foi estimado por mamada usando 27 mL/kg de peso/ mamada (17). Na análise da biodisponibilidade de ferro da dieta foi utilizada a metodologia proposta por Monsen et al (18). A composição centesimal foi calculada com o auxílio do software Diet-Pro (versão 4.0). Para avaliar a adequação do consumo de ferro pelas crianças utilizou-se como referência

a Necessidade Média Estimada (*Estimated Average Requirement- EAR*) (19). O consumo de leite de vaca superior a 720mL por dia foi considerado como fator de risco para o desenvolvimento da deficiência de ferro (20).

Os dados foram digitados utilizando-se o programa Epi Info, versão 6.04, específico para análises epidemiológicas. A análise de regressão foi processada no *software* SPSS for windows, versão 10.

Foram propostos dois modelos de regressão para explicar as concentrações de hemoglobina e ferritina das crianças. Para hemoglobina utilizou-se o modelo de regressão linear múltipla e para ferritina optou-se pelo modelo de regressão logística, pois esta variável não apresentou distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

As diferenças nas médias da concentração de hemoglobina entre duas variáveis independentes foram avaliadas através do teste t de Student. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para averiguar as correlações entre as variáveis numéricas e a hemoglobina. As variáveis que se mostraram significativamente associadas à concentração de hemoglobina ($p < 0,05$) foram incluídas no modelo de regressão linear múltipla.

Procedeu-se a análise univariada através dos valores de *odds ratio* brutos para identificar o conjunto de variáveis que mais contribuíram para explicar a deficiência de ferro. Posteriormente, uma análise de regressão logística foi adotada para análise da associação entre as variáveis significantes. Para introduzir uma variável no modelo adotou-se uma significância de 20% ($p < 0,20$), mas para mantê-la, 5% ($p < 0,05$).

Todas as crianças receberam orientação nutricional e aquelas que apresentaram verminoses ou alterações na concentração de hemoglobina e ferritina foram encaminhadas para tratamento medicamentoso. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

RESULTADOS

As crianças avaliadas tinham em média 21,15 (DP=1,89) meses; faziam parte de famílias com renda per capita média de US\$ 217,36 (DP=114,4) e suas mães tinham em média 25,3 (DP=5,52) anos de idade e 7,2 (DP=2,98) anos de escolaridade.

Entre os lactentes estudados, a prevalência de anemia foi de 30,7%. Entre os anêmicos, 19,4% apresentavam hemoglobina inferior a 9,5g/dL. A média de hemoglobina da população estudada foi de 11,27g/dL (DP=1,11). Já a deficiência de ferro, esteve presente em 38,4% das crianças avaliadas, sendo a média de ferritina sérica de 17,65µg/L (DP=14,15).

As prevalências de anemia diferiram significativamente de acordo com estado civil da mãe; número de moradores na casa; consumo de ferro e ferro biodisponível, densidade de

ferro e de ferro heme na dieta. Entre os filhos de mães casadas formal ou informalmente a prevalência de anemia foi de 23,9%; já entre as solteiras, separadas ou viúvas a prevalência foi de 46,7%. Para as crianças que viviam em casas com cinco ou menos pessoas (mediana) a prevalência foi 24,3%, entretanto, aquelas que viviam em domicílios com mais de 5 pessoas apresentavam 45,2% de anemia. Nas crianças que consumiam ferro acima ou abaixo da EAR as prevalências foram de 24,7% e 50%, respectivamente. Para aquelas que consumiam ferro biodisponível acima ou abaixo da mediana (0,196mg) encontrou-se 20% e 41,2% de anemia, respectivamente. A prevalência de anemia entre crianças com densidade de ferro superior a 3,6 e igual ou inferior a 3,6mg/1000Kcal (mediana) foi de 21,6% e 40%. Já entre aquelas que consumiam uma dieta com densidade de ferro heme superior à mediana a prevalência foi de 21,1% e aquelas que tinham densidade de ferro heme menor ou igual à mediana (0,1mg/1000Kcal) apresentaram 40,8% de anemia. Para as demais variáveis, não se observou diferenças nas prevalências de anemia.

A Tabela 1 apresenta as prevalências de inadequação do estado nutricional através dos índices antropométricos. Observa-se uma alta prevalência de desnutrição aguda, representada pelo índice peso/estatura e uma baixa prevalência de desnutrição crônica pelo índice estatura/idade. Não se verificou, entretanto, diferenças nas prevalências de anemia e deficiência de ferro de acordo com os índices antropométricos.

TABELA 1
Frequência de inadequação do estado nutricional através dos índices antropométricos. Viçosa, MG, 2005

Estatura/idade	Peso/idade	Peso/estatura
3%	7,9%	9,9%

Na Tabela 2 observa-se as médias da concentração de hemoglobina segundo algumas características biológicas e maternas e, nota-se que a média de hemoglobina dos filhos de mães que fizeram uso de composto ferroso na gestação foi inferior àqueles filhos de mães que não tomaram composto ferroso na gestação.

Na Tabela 3 observa-se a correlação entre a hemoglobina e as variáveis numéricas do estudo. Pode-se observar que o início do pré-natal em meses, número de irmãos, número de quartos na casa, tempo de aleitamento materno em dias, idade de introdução de sucos e frutas e outros tipos de leite em meses estiveram negativamente correlacionados à hemoglobina. Já os anos de escolaridade materna e a ingestão de calorias, proteínas e ferro, ferro não heme e ferro biodisponível na dieta apresentaram-se positivamente correlacionados à concentração de hemoglobina.

TABELA 2
Distribuição das médias de hemoglobina segundo características infantis e maternas. Viçosa, MG, 2005

Variáveis	N (101)	Média (g/dL)	DP	p
<i>Sexo</i>				
Feminino	51	11,25	1,13	0,82
Masculino	50	11,30	1,10	
<i>Exame Fezes^a</i>				
Negativo	79	11,26	1,20	0,89
Positivo	21	11,30	0,75	
<i>Baixo peso ao nascer</i>				
Sim	12	11,16	1,70	0,70
Não	89	11,29	1,02	
<i>Enfermidade nos últimos 15 dias</i>				
Não	60	11,33	1,26	0,58
Sim	41	11,20	0,87	
<i>Internação anterior</i>				
Não	71	11,70	1,51	0,50
Sim	30	11,26	1,10	
<i>Uso de composto ferroso atual</i>				
Sim	9	11,23	0,82	0,90
Não	92	11,28	1,14	
<i>Uso de complexo vitamínico atual</i>				
Sim	6	11,85	1,08	0,19
Não	95	11,24	1,11	
<i>Uso de composto ferroso na gestação^b</i>				
Sim	91	11,20	1,33	0,047*
Não	8	12,02	0,66	
<i>Uso de complexo vitamínico na gestação^b</i>				
Sim	14	11,55	1,18	0,32
Não	85	11,23	1,11	
<i>Uso de composto ferroso no pós-parto^b</i>				
Sim	20	11,49	1,14	0,33
Não	81	11,22	1,11	
<i>Uso de complexo vitamínico no pós-parto^b</i>				
Sim	3	11,70	1,51	0,51
Não	98	11,26	1,11	

Teste t de Student. *Variável selecionada para o modelo de regressão linear, ^auma não fez o exame, ^bduas não lembraram.

As variáveis que estiveram significativamente correlacionadas com a concentração de hemoglobina foram selecionadas para o modelo de regressão linear múltipla que pode ser observado na Tabela 4. Neste modelo, apenas o número de moradores na casa, idade de introdução de sucos e/ou frutas, escolaridade materna e tempo de aleitamento materno total permaneceram significativamente associados aos níveis de hemoglobina.

TABELA 3
Correlação da concentração de hemoglobina com variáveis biológicas, socioeconômicas e alimentares. Viçosa, MG, 2005

Variáveis	r	p
Biológicas		
Idade (meses)	-0,04	0,65
Peso ao nascer (g)	-0,02	0,88
Comprimento ao nascer (cm)	-0,01	0,88
Duração da gestação (meses)	-0,08	0,43
Peso atual (kg)	-0,03	0,73
Comprimento atual (cm)	0,06	0,55
E/I em escore-Z	0,07	0,47
P/I em escore-Z	-0,08	0,13
P/E em escore-Z	-0,08	0,43
Socioeconômicas		
Idade da mãe (anos)	-0,05	0,57
Início do pré-natal (meses) ^a	-0,25	0,01*
Nº de consultas pré-natal ^b	0,17	0,09
Dose do composto ferroso na gestação (cápsulas) ^c	0,09	0,40
Duração da suplementação com composto ferroso na gestação (meses) ^d	0,08	0,50
Escolaridade materna (anos)	0,22	0,03*
Escolaridade paterna (anos)	0,13	0,23
Nº de irmãos	-0,22	0,03*
Nº de moradores na casa	-0,34	0,0005*
Nº de cômodos da casa	-0,15	0,13
Nº de quartos na casa	0,20	0,04*
Nº de moradores/ dormitório	-0,04	0,67
Renda ^e	-0,09	0,41
Renda per capita em salários mínimos ^f	0,11	0,32
Alimentares		
Tempo de aleitamento materno (dias)	-0,24	0,03*
Idade de introdução de água e chá (meses)	-0,12	0,23
Idade de introdução de sucos e/ou frutas (meses)	-0,25	0,01*
Idade de introdução de leite "não materno" (meses)	-0,20	0,04*
Idade de introdução de papa salgada (meses)	-0,10	0,31
Calorias	0,20	0,04*
Carboidratos (g)	0,18	0,07
Lipídios (g)	0,13	0,20
Proteína (g)	0,24	0,01*
Cálcio (mg)	0,07	0,48
Vitamina C (mg)	0,13	0,20
Vitamina A (µg)	0,23	0,02*
Ferro (mg)	0,08	0,39
Ferro heme (mg)	0,16	0,10
Ferro não heme (mg)	0,22	0,03*
Ferro biodisponível (mg)	0,22	0,03*
Densidade de ferro (mg/ 1000 Kcal)	0,17	0,09
Densidade de ferro heme (mg/ 1000 Kcal)	0,13	0,18
Densidade de ferro não heme(mg/ 1000 Kcal)	0,16	0,11
Volume de leite materno consumido (mL)	-0,05	0,60
Volume de leite de vaca consumido (mL)	0,06	0,53

*Variáveis selecionadas para o modelo de regressão linear, ^aduas não lembraram, ^bseis não lembraram, ^cpara aquelas que tomaram composto ferroso na gestação (sete não lembraram), ^dpara aquelas que tomaram composto ferroso na gestação (onze não lembraram), ^eonze não lembraram, ^fdezessete não lembraram.

TABELA 4
Análise da regressão linear múltipla para níveis de hemoglobina. Viçosa, MG, 2005

Variáveis	β	Erro padrão	p	r^2
Constante	12,02	0,448	0,000	
Escolaridade materna (anos)	0,07	0,036	0,040	
Número de moradores no domicílio	-0,18	0,056	0,001	0,264
Idade de introdução de sucos e/ou frutas (meses)	-0,02	0,010	0,033	
Tempo de aleitamento materno (dias)	-0,001	0,001	0,035	

Na análise de regressão linear identificou-se que o aumento de uma pessoa residindo no mesmo domicílio da criança reduz 0,184g/dL ($p=0,001$) da concentração de hemoglobina. Cada aumento de um mês na introdução de sucos e/ou frutas está associado a uma redução de 0,0207g/dL ($p=0,033$) e cada dia de aleitamento materno está associado a uma redução de 0,00148g/dL ($p=0,035$) na concentração de hemoglobina. Para escolaridade materna, observou-se que cada aumento de um ano na escolaridade, aumenta 0,0745g/dL ($p=0,040$) na concentração de hemoglobina. Consideradas em conjunto, as variáveis que compuseram o modelo explicaram 26,4% da variação dos níveis de hemoglobina dos lactentes avaliados.

Com relação à infestação parasitária, observou-se que 21% das crianças avaliadas apresentavam algum tipo de verminose. O parasita mais encontrado foi a *Giardia lamblia* (66,7%) seguido pelo *Ascaris lumbricoides* (28,6%). A prevalência de anemia não diferiu entre crianças parasitadas e não parasitadas (tabela 2); todavia a infestação parasitária, na análise univariada, se mostrou como fator protetor da deficiência de ferro (Tabela 5). Ainda na tabela 5 observa-se as prevalência de deficiência de ferro e *Odds Ratio* bruto de acordo com algumas características estudadas.

As variáveis listadas na Tabela 4, significantes na análise univariada para ferritina, foram selecionadas para o modelo de regressão logística (Tabela 6). Na análise multivariada apenas o consumo de leite próximo das grandes refeições e o número de moradores no domicílio (mediana) permaneceram significativamente associados ao risco de ter deficiência de ferro. Percebe-se que as crianças que consumiam leite próximo das grandes refeições apresentavam maior risco de deficiência de ferro (2,897 vezes) que as que não consumiam e, que os lactentes que residiam em domicílios com famílias numerosas apresentavam 2,822 vezes mais risco de apresentarem deficiência de ferro comparados àqueles que viviam em domicílios com menor número de pessoas.

TABELA 5
Prevalência de deficiência de ferro e *Odds Ratio* bruto (com intervalo de confiança de 95%) segundo características diversas. Viçosa, MG, 2005

Característica	N (99)	Prevalência (%)	<i>Odds Ratio</i> (IC95%)	p
Peso ao nascer em g (mediana)				
> 3140	49	44,9	1,00	0,18*
< 3140	50	32	0,58 (0,23-1,42)	
Exame de fezes ^a				
Negativo	78	43,6	1,00	0,05*
Positivo	20	20	0,32 (0,08-1,17)	
Consome leite próximo das grandes refeições				
Não	53	26,4	1,00	0,008*
Sim	46	52,2	3,04 (1,21-7,72)	
Volume de leite de vaca consumido em mL (MMWR) ^b				
< 720	69	33,3	1,00	0,11*
> 720	30	50	2,00 (0,77-5,25)	
Vitamina A em μ g (EAR)				
> 210	81	43,2	1,00	0,03*
< 210	18	16,7	0,26 (0,06-1,08)	
Ferro heme em mg (Mediana)				
> 0,2	45	28,9	1,00	0,07*
< 0,2	54	46,3	2,12 (0,85-5,36)	
Uso de composto ferroso na gestação ^c				
Sim	89	41,6	1,00	0,017
Não	8	0	0 (0-1,02)	
Dose do composto ferroso na gestação em cápsulas (mediana) ^d				
> 1	36	30,5	1,00	0,076*
< 1	46	50	2,27 (0,83-6,30)	
Uso de complexo vitamínico na gestação ^e				
Sim	14	24,4	1,00	0,16*
Não	83	41	2,54 (0,59-12,51)	
Número de filhos (mediana)				
< 2	71	33,8	1,00	0,13*
> 2	28	50	1,96 (0,74-5,24)	
Escolaridade materna em anos				
> 4	76	32,9	1,00	0,04*
< 4	23	33,8	2,65 (0,93-7,67)	
Número de moradores no domicílio (mediana)				
< 5	70	35,7	1,00	0,02*
> 5	29	37	2,69 (1,01-7,20)	
Número de moradores/ dormitório (mediana)				
< 2	53	32,1	1,00	0,16*
> 2	46	45,6	1,78 (0,73-4,38)	
Abastecimento de água				
Público	93	40,9	1,00	0,04*
Não Público	6	0	0 (0-1,46)	

*teste exato de Fisher, *Variáveis selecionadas para o modelo de regressão logística, ^auma não fez o exame, ^bMorbidity and Mortality Weekly Report, ^cduas não lembraram, ^dpara aquelas que tomaram composto ferroso na gestação (sete não lembraram).

TABELA 6
 Resultados da análise de regressão logística múltipla para
 deficiência de ferro - *Odds Ratio* ajustada
 (com intervalo de confiança de 95%). Viçosa, MG, 2005

Modelo*	Odds Ratio bruta (IC 95%)	Odds Ratio ajustada (IC 95%)	p
<i>Número de moradores na casa</i>			
≤ 5	1,00	1,00	0,032
> 5	2,69 (1,01-7,20)	2,82 (1,09-7,29)	
<i>Consome leite próximo das grandes refeições</i>			
Não	1,00	1,00	0,020
Sim	3,04 (1,21-7,72)	2,88 (1,18-7,11)	

* Neste modelo de regressão logística múltipla a variável conteúdo de vitamina A (> 210mcg; ≤ 210mcg) foi mantida apenas para ajuste.

DISCUSSÃO

A prevalência de anemia encontrada no presente estudo foi inferior à estimativa da Organização Mundial da Saúde (2), de 39%, para crianças de 0 a 4 anos de países não industrializados e caracteriza um problema de saúde pública moderado de acordo com a classificação proposta pela OMS (2). Crianças brasileiras, de 12 a 18 meses, residentes no sudeste do país, apresentaram 50 e 13% de anemia e anemia grave (hemoglobina inferior a 9,5g/dL), respectivamente (3). No Sul do Brasil, encontrou-se 54% e 47,8% de anemia em crianças menores de 3 anos de idade (4, 5); em outro estudo, com crianças menores de seis anos, a prevalência foi de 53% (6). No nordeste do Brasil, 40,9% das crianças de 6 a 59 meses estavam anêmicas (7). Em outro estudo, com crianças brasileiras menores de 5 anos de idade, observou-se prevalência de 45,2% de anemia (8). Em Viçosa, mesmo município do presente estudo, a prevalência de anemia foi de 60,8 e 63,2% entre crianças de 6 a 12 meses (9) e 12 a 60 meses (10), respectivamente.

A deficiência de ferro esteve presente em 24,2% dos pré-escolares avaliados em crianças brasileiras (21). Em crianças de 12 a 24 meses da Nova Zelândia a prevalência encontrada foi de 23,3% de depleção dos estoques corporais (13). Estudo realizado em crianças europeias de 12 meses de idade, considerando a ferritina menor que 10µg/L, encontrou 15,6% de deficiência de ferro (22).

Percebe-se que as prevalências de anemia e deficiência de ferro em estudos realizados em outras partes do país e do mundo são variadas e ao compará-las às encontradas no presente estudo parece que, neste último, a prevalência de anemia encontra-se inferior aos demais; contudo a deficiência de ferro parece estar mais elevada.

Segundo as estimativas da Organização Mundial da Saúde, quando a prevalência de anemia da população é de até 40%, a

prevalência de deficiência de ferro é cerca de 2,5 vezes maior que a de anemia (2). Entretanto, no presente estudo não se encontrou tal proporção; sendo as prevalências de anemia e deficiência de ferro bem semelhantes.

No presente estudo os determinantes do estado nutricional de ferro, avaliados através da hemoglobina e ferritina, foram analisados por modelos de regressão. No modelo de regressão linear observou-se que o número de moradores na casa, idade de introdução de sucos e/ou frutas, escolaridade materna e tempo de aleitamento materno total estiveram associados à concentração de hemoglobina. Estudo de Santos et al. (6) relacionou como fatores de risco para anemia em crianças menores de 6 anos pertencerem à classe social menos favorecida, terem avós vivendo no mesmo domicílio, menor idade e cor da pele não branca e, como fator protetor terem água encanada e nascerem com maior peso. Já as crianças menores de 3 anos avaliadas por Neuman et al. (4) apresentaram menor risco de anemia quando pertenciam a famílias de maior renda e menor aglomeração. A renda per capita também apresentou-se associada significante e positivamente com a hemoglobina de crianças menores de 3 anos (5). Osório et al. (7) observaram que, entre crianças de 6 a 59 meses, a concentração de hemoglobina se associa positivamente à ingestão de ferro biodisponível e a idade da criança; entretanto o não tratamento de água, presença de diarreia e baixo peso ao nascer estavam associados a menor concentração de hemoglobina. Levy-Costa e Monteiro (8) encontraram associação positiva entre o risco de anemia e consumo de leite de vaca. No estudo de Assis et al. (23), com pré-escolares, a maior densidade de ferro e consumo de proteína da dieta, maior idade da criança e adequado estado nutricional pelo índice estatura/ idade estiveram associados a um menor risco de anemia. Em estudo com crianças brasileiras menores de 2 anos encontrou-se que a ingestão de leite de vaca aos 4 meses de idade e a ordem de nascimento superior a 4 foram fatores de risco para anemia, entretanto a idade superior a 18 meses, o consumo de fórmulas infantis e alimentos fontes de vitaminas C, carnes e de feijões aos seis meses de idade constituíram-se em fatores de proteção contra a anemia ferropriva (24). Em crianças europeias de 12 meses de idade, a concentração de hemoglobina esteve negativamente associada ao consumo de leite de vaca e positivamente ao consumo de fórmulas e ganho de peso desde o nascimento (22).

Na análise multivariada, utilizada para avaliar os fatores de risco associados à deficiência de ferro, o risco de ser deficiente esteve associado apenas ao consumo de leite próximo das grandes refeições e ao número de moradores na casa. Em estudo com crianças europeias de 12 meses observou-se que o consumo de leite de vaca, sexo masculino e ganho de comprimento desde o nascimento se associavam negativamente à ferritina e o consumo de fórmulas,

suplementos de ferro e peso ao nascer apresentavam associação positiva (22). Os níveis de ferritina de lactentes de 6 a 24 meses da Nova Zelândia estiveram associados negativamente ao consumo de leite de vaca e fórmula fortificada com ferro e positivamente associada ao sexo feminino e peso ao nascer (13).

As crianças avaliadas no presente estudo pertenciam a famílias de baixa condição socioeconômica, que pode influenciar a ocorrência de anemia pelo papel que exercem sobre a aquisição e utilização de bens e serviços que auxiliem na manutenção da saúde. Além disso, é provável que estas crianças apresentem-se mais vulneráveis ao aparecimento de enfermidades que comprometam a alimentação bem como a absorção de nutrientes. Entretanto, a anemia e a deficiência de ferro não se mostraram relacionadas à renda; possivelmente pelo fato da população ter uma distribuição homogênea desta variável e pelo alto índice de não resposta da mesma, reduzindo a amostra nas análises que a levaram em consideração e perdendo, portanto, o poder estatístico.

Por outro lado, o número de moradores no domicílio e a escolaridade materna são variáveis socioeconômicas que se mostraram associadas ao estado nutricional de ferro.

O número excessivo de moradores no domicílio pode estar associado a uma menor disponibilidade de alimentos qualitativa e quantitativamente adequados para as crianças, visto que os alimentos devem ser divididos por um maior número de pessoas. Além disso, o elevado número de pessoas no domicílio pode estar associado a uma pior condição econômica da família e maior susceptibilidade a morbidades.

A idade de introdução de sucos e/ou frutas esteve relacionada à maior concentração de hemoglobina das crianças avaliadas, possivelmente por representarem as principais fontes de ácido ascórbico na alimentação da criança, o qual é reconhecido como fator estimulador da absorção de ferro (2) e, portanto contribui de maneira positiva para o estado nutricional de ferro da criança.

A escolaridade dos pais é um fator socioeconômico importante na determinação da anemia por repercutir em maior oportunidade de emprego e, conseqüentemente, de renda, a qual condiciona melhor acesso aos alimentos. No caso da escolaridade materna, apresenta-se como uma importante variável para a saúde da criança, pois pode influenciar nas práticas relacionadas ao cuidado com a mesma (11).

O aleitamento materno nos seis primeiros meses, de forma exclusiva, é reconhecido como fator protetor da anemia (2). Curiosamente, no presente estudo, encontrou-se associação negativa entre o tempo de aleitamento e a concentração de hemoglobina. Estudo de Souza et al. (25) não encontrou associação entre anemia e duração do aleitamento materno exclusivo. Já Assis et al. (26) concluiu, através de um estudo com crianças menores de um ano de idade, que o aleitamento materno exclusivo até os seis meses de idade e a manutenção

do leite materno a partir dessa idade, associado aos alimentos complementares qualitativa e quantitativamente adequados, podem contribuir para o aumento dos níveis da hemoglobina no primeiro ano de vida. É importante ressaltar que o delineamento do estudo não é adequado para verificar a associação entre anemia e aleitamento materno, visto que as informações são colhidas retrospectivamente. Além disso, deve-se lembrar que o efeito protetor do aleitamento ocorre especialmente nos primeiros seis meses, sendo a partir daí a alimentação complementar indispensável para manutenção dos estoques de ferro. Na prática verifica-se que, muitas vezes a refeição de sal é substituída pelo aleitamento, podendo-se supor que, o aleitamento materno, de forma prolongada, seria fator de risco para anemia em crianças.

O efeito do leite consumido próximo das grandes refeições está relacionado ao efeito inibidor da absorção do ferro em função da presença de cálcio; por esta razão a recomendação da Organização Mundial da Saúde é de que a ingestão de leite não coincida com as refeições principais (2).

Os resultados do presente estudo permitem concluir que no município de Viçosa/Brasil, a anemia apresenta-se como um problema de saúde pública moderado entre lactentes de 18 a 24 meses de idade e que os fatores associados à concentração de hemoglobina nestes lactentes foram o número de moradores na casa, idade de introdução de sucos e/ou frutas, escolaridade materna e tempo de aleitamento materno. Já para a ferritina, observou-se que o consumo de leite próximo das grandes refeições e o maior número de moradores no domicílio aumentam o risco da deficiência de ferro.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Anemias nutricionales: informe de un grupo de expertos en nutrición de la OMS. Geneva: World Health Organization; 1972.
2. World Health Organization. Iron deficiency anaemia: Assessment, Prevention, and Control – A guide for programme managers. Geneva: World Health Organization; 2001.
3. Lacerda E, Cunha AJ. Anemia ferropriva e alimentação no segundo ano de vida no Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Panam Salud Pública* 2001; 9:294-301.
4. Neuman NA, Tanaka OU, Szarfarc SC, Guimarães PRV, Victora CG. Prevalência e fatores de risco para anemia no Sul do Brasil. *Rev Saúde Pública* 2000; 34:56-63.
5. Silva LSM, Giugliani ERJ, Aerts DRGC. Prevalência e determinantes de anemia em crianças de Porto Alegre, RS, Brasil. *Rev Saúde Pública* 2001; 35:66-73.
6. Santos I, César JA, Minten G, Valle N, Neumann NA, Cercato E. Prevalência e fatores associados à ocorrência de anemia entre menores de seis anos de idade em Pelotas, RS. *Rev Bras Epidemiol* 2004; 7:403-15.
7. Osório MM, Lira PIC, Ashworth A. Factors associated with Hb concentration in children aged 6-59 months in the State of Pernambuco, Brazil. *Br J Nutr* 2004; 91:307-14.

8. Levy-Costa RB, Monteiro CA. Consumo de leite de vaca e anemia na infância no Município de São Paulo. *Rev Saúde Pública* 2004; 38:797-803.
9. Silva DG, Franceschini SCC, Priore SE, Ribeiro SMR, Szarfarc SC, Souza SB, Almeida LP, Lima NMM, Maffia UCC. Anemia ferropriva em crianças de 6 a 12 meses atendidas na rede pública de saúde do município de Viçosa, Minas Gerais. *Rev Nutr* 2002; 15:301-308.
10. Miranda SM, Franceschini SCC, Priore SE, Euclides MP, Araújo RMA, Ribeiro SMR, Netto MP, Fonseca MM, Rocha DS, Silva DG, Lima NMM, Maffia UCC. Anemia ferropriva e estado nutricional de crianças com idade de 12 a 60 meses do município de Viçosa, MG. *Rev Nutr* 2003; 16:163-169.
11. Osório MM. Fatores determinantes da anemia em crianças. *J Pediatr* 2002; 78:269-78.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa sobre padrões de vida 1996-1997: primeira infância. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
13. Soh P, Ferguson EL, McKenzie JE, Homs MYV, Gibson RS. Iron deficiency and risk factors for lower iron stores in 6-24-month-old New Zealanders. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58:71-9.
14. World Health Organization. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995.
15. Centers for Disease Control and Prevention and National Center for Health Statistics. Growth Charts. <http://www.cdc.gov/growthcharts/> (acessado em 05/Mai/2005).
16. World Health Organization / United Children's Fund. Consultation on complementary feeding in Montpellier. Montpellier: World Health Organization/ United Children's Fund; 1995.
17. Giugliani ERJ, Victora CG. Alimentação complementar. *J Pediatr* 2000; 76: S253-S62.
18. Monsen ER, Hallberg L, Layrisse M, Hegsted DM, Cook JD, Mertz W, et al. Estimation of available dietary iron. *Am J Clin Nutr* 1978; 31:134-41.
19. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington DC: Institute of Medicine; 2000.
20. Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations to prevent and control iron deficiency in the United States. Atlanta: Morbidity and Mortality Weekly Report; 1998.
21. Almeida CAN, Ricco RG, Ciampo LAD, Souza AM, Pinho AP, Oliveira JED. Fatores associados à anemia por deficiência de ferro em crianças pré-escolares brasileiras. *J Pediatr* 2004; 80:229-34.
22. Male C, Persson LA, Freeman V, Guerra A, vant't Hof MA, Haschke F, et al. Prevalence of iron deficiency in 12-month-old infants from 11 European areas and influence of dietary factors on iron status (Euro-Growth Study). *Acta Paediatr* 2001; 90:492-8.
23. Assis AM, Barreto ML, Gomes GSS, Pardo MS, Santos LMP, Sampaio LR, et al. Childhood anemia prevalence and associated factors in Salvador, Bahia, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2004; 20:1633-41.
24. Devincenzi MU, Colugnati FAB, Sigulem DM. Factores de protección para la anemia ferropriva: estudio prospectivo em niños de bajo nivel socioeconómico. *Arch Latinoamer Nutr* 2004; 54:174-79.
26. Souza SB, Szarfarc SC, Souza JMP. Anemia no primeiro ano de vida em relação ao aleitamento materno. *Rev Saúde Pública* 1997; 31:15-20.
26. Assis AMO, Gaudenzi EN, Gomes G, Ribeiro RC, Szarfarc SC, Souza SB. Níveis de hemoglobina, aleitamento materno e regime alimentar no primeiro ano de vida. *Rev Saúde Pública* 2004; 38:543-51.

Recibido: 29-12-2005

Aceptado: 04-08-2006

Ingesta de calcio y proteínas: relación con marcadores bioquímicos óseos en mujeres pre y posmenopáusicas de Comodoro Rivadavia (Argentina)

Graciela Mabel Ponce, María Angélica Fajardo, Susana Noemí Zeni y María Luz de Portela

Centro Regional de Investigación y Desarrollo Científico-Tecnológico (CRIDECIT). Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB). Comodoro Rivadavia, Argentina. Hospital de Clínicas General "José de San Martín". Buenos Aires, Argentina. Universidad de Buenos Aires (UBA). Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. Se estudió la relación de la ingesta de calcio y de proteínas con algunos marcadores de recambio óseo en 50 mujeres, 28 premenopáusicas (Pre) y 22 posmenopáusicas (Pos), de Comodoro Rivadavia (Argentina) con densidad mineral ósea (DMO) normal. Las ingestas de calcio (ICa) y de proteínas (IPr) se calcularon por encuesta de 7 días y frecuencia de consumo de alimentos. En orina de 24 h se determinaron: calcio (Ca), creatinina (Crea) y deoxipiridinolina (Dpir); en suero: fosfatasa alcalina ósea (BAPh). Los resultados (promedio \pm DE, mínimo y máximo) fueron, para Pre y Pos, respectivamente: ICa (mg/d): 694 ± 411 (190 – 2.117); 918 ± 304 (471 – 1.740) ($p < 0,01$); IPr (g/d): $64,6 \pm 25,4$ (33,5 – 136); $63,7 \pm 17,6$ (41,5 – 95,2); calciuria (mg/d): 123 ± 85 (20 – 369); 114 ± 66 (17 – 252); Ca/crea (mg/mg): $0,124 \pm 0,086$ (0,014 – 0,372); $0,131 \pm 0,077$ (0,020 – 0,338); Dpir/crea (nM/mM): $5,5 \pm 1,5$ (3,4 – 10,3); $7,1 \pm 2,3$ (3,9 – 14,5) ($p < 0,01$); BAPh (UI/l): 58 ± 12 (28 – 94); 70 ± 20 (32 – 99) ($p < 0,01$). La ICa fue inferior a la Ingesta Adecuada para la edad en el 86% de Pre y en el 82% de Pos. Los indicadores bioquímicos no correlacionaron significativamente con ICa ni con IPr. Estos resultados sugieren que en estas mujeres, sin pérdida de masa ósea, existiría adaptación a un amplio rango de ICa y que la masa ósea se mantendría mediante un equilibrio entre el incremento de la formación ósea y el de la resorción.

Palabras clave: Ingesta de calcio y proteínas, marcadores óseos, densidad mineral ósea, mujeres.

SUMMARY. Calcium and protein intake and bone markers in premenopausal and postmenopausal women with normal bone mineral density from Comodoro Rivadavia (Argentina). Healthy premenopausal women (Pre n=28) and postmenopausal (Pos n=22), living in Comodoro Rivadavia (Argentina), with normal femoral neck and lumbar spine bone mineral density (BMD) were studied. Usual daily calcium intake (CaI) and protein intake (PrI) were calculated according to a special questionnaire and the National Food Composition Tables. Fasting blood samples and 24 h urine were collected. Laboratory measurements were: in urine (U): calcium (Ca), creatinine (Crea) and deoxypyridinoline (Dpyr); in serum: Bone Alkaline Phosphatase (BAPh). The results presented the following media \pm SD (minimum – maximum) in Pre and Pos, respectively: CaI (mg/d): 694 ± 411 (190 – 2,117); 918 ± 304 (471 – 1,740) ($p < 0,01$); PrI (g/d): 64.6 ± 25.4 (33.5 – 136); 63.7 ± 17.6 (41.5 – 95.2); daily UCa (mg/d): 123 ± 85 (20 – 369); 114 ± 66 (17 – 252); Ca/crea (mg/mg): 0.124 ± 0.086 (0.014 – 0.372); 0.131 ± 0.077 (0.020 – 0.338); Dpyr/crea (nM/mM): 5.5 ± 1.5 (3.4 – 10.3); 7.1 ± 2.3 (3.9 – 14.5) ($p < 0,01$); BAPh (UI/l): 58 ± 12 (28 – 94); 70 ± 20 (32 – 99) ($p < 0,01$). CaI was lower than the Adequate Dietary calcium intake in 86% and 82% of the Pre and Pos women, respectively. There was no correlation between CaI, PrI and the biochemical indicators. Conclusions: in these healthy women, without bone mass loss and with wide range of CaI, although usually low, markers of bone turnover, would be a balance between the increase of bone formation and resorption.

Key words: Calcium and protein intake, bone turnover markers, bone mineral density, women.

INTRODUCCION

La nutrición es uno de los factores que condiciona el metabolismo óseo y puede tener una relevancia fundamental en la etiología de la osteoporosis (1). Sin embargo, existen problemas importantes en cuanto a la dilucidación de los efectos de los nutrientes particulares sobre el esqueleto (2), ya que algunas de sus consecuencias son específicas de la nutrición mientras que otras son inherentes al hueso (3,4).

De todos los nutrientes minerales que participan en la

biosíntesis y mantenimiento del tejido óseo, el calcio (Ca) es el más discutido y estudiado, por ser el componente mineral principal y uno de los nutrientes marginales o deficitarios en muchas dietas. El contenido de Ca en el organismo se incrementa desde el nacimiento, simultáneamente con el aumento del peso corporal, hasta alcanzar en la tercera década de la vida el valor máximo llamado pico de masa ósea (2). Este "pico de masa ósea" disminuye posteriormente con una mayor pendiente en la mujer que en el hombre durante los primeros años de la menopausia, para igualarse la pérdida más

adelante. Cuando la pérdida de material óseo alcanza una cierta magnitud (umbral de fracturas) (3) aumenta el riesgo de fracturas, lo que ha llevado a definir la osteoporosis como "una enfermedad esquelética sistémica, caracterizada por baja masa ósea y deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, con el consiguiente aumento de la fragilidad de los huesos y de su susceptibilidad a la fractura" (5).

Argentina presenta cifras elevadas de ingesta proteica asociadas a ingestas de Ca históricamente bajas, que oscilan entre el 50% y 75% de la ingesta adecuada (6). La asociación y persistencia de estos dos factores nutricionales a lo largo de la vida podrían ser responsables de balances negativos de Ca y por ende, de un deterioro paulatino de la masa ósea, que avalaría la elevada prevalencia de osteoporosis en mujeres posmenopáusicas de este país (7).

La pérdida de masa ósea y/o de la osteoporosis se diagnostica por densitometría, siendo uno de los procedimientos más empleados el que utiliza rayos X de doble energía (DEXA).

La evaluación bioquímica del metabolismo mineral y óseo incluye la determinación de marcadores de recambio óseo. Entre los de actividad formativa osteoblástica se encuentran: fosfatasa alcalina ósea (BAPh), osteocalcina y péptido amino terminal del procolágeno (PINP). Los de actividad resorptiva osteoclástica son: hidroxiprolina, deoxipiridinolina (Dpir), fosfatasa ácida tartrato resistente-5b y telopéptidos del colágeno tipo I carboxilo (CTX) y amino terminal (NTX) (8). Kärkkäinen et al. en trabajos recientemente publicados no han encontrado cambios en marcadores de formación y resorción frente a diferentes ingestas de Ca (4). En este sentido, Colwell et al. demostraron que entre los marcadores de resorción ósea, la excreción urinaria de Dpir/crea no se modifica con la dieta (9).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la asociación entre las ingestas de calcio y de proteínas con algunos de los marcadores de formación y resorción ósea en mujeres pre y posmenopáusicas de Comodoro Rivadavia (Argentina) antes que se manifieste la pérdida de masa ósea.

MATERIALES Y METODOS

Diseño del estudio: observacional, transversal, de comparación y de correlación.

Sujetos de estudio: 50 mujeres (28 premenopáusicas y 22 posmenopáusicas), residentes en Comodoro Rivadavia (46° latitud sur y 67° longitud este, Provincia de Chubut, Argentina), convocadas con el fin de realizar los controles de calidad rutinarios del densitómetro óseo de un Centro de Diagnóstico de dicha Ciudad. Todas las mujeres eran residentes permanentes de la Patagonia por más de 5 años y cumplían con los siguientes criterios de exclusión: embarazo o lactancia, DMO

indicativa de baja masa ósea, diabetes, trastornos tiroideos, tratamiento con corticoides, antirresorptivos, anticonvulsivantes y diuréticos o drogas que pudiesen alterar el metabolismo óseo y mineral (en los 6 meses previos al estudio), antecedentes de fracturas e inmovilización prolongada (más de 12 meses).

Los estudios endocrinológicos de las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), junto al cuadro clínico de amenorrea, permitieron clasificar a las mujeres en el grupo correspondiente como pre o posmenopáusicas.

Todas las voluntarias manifestaron su consentimiento por escrito para participar en el estudio de acuerdo a las Normas Éticas Internacionales en vigencia y a las del Comité de Investigación y Docencia del Hospital Regional de Comodoro Rivadavia.

Antropometría: se midió el peso y la talla manteniendo a las mujeres de pie, con vestimenta ligera y descalzas en una balanza modelo CAM, con una precisión de $\pm 0,5$ kg y $\pm 0,5$ cm respectivamente. Se calculó el índice de masa corporal (IMC), categorizándolas de acuerdo al criterio de la OMS (10): < 18,5 bajo peso, 18,5 – 24,9 normal, 25 – 29,9 sobrepeso y > 30 obesidad.

Encuesta nutricional: a todas las mujeres se les realizó una encuesta alimentaria, empleando un cuestionario de registro de consumo de alimentos. En el mismo, se incluyó un recordatorio de 24 horas precedentes y un interrogatorio de frecuencia de consumo de 7 días consecutivos. Se calculó la ICa y proteínas utilizando las Tablas Nacionales de Composición Química de Alimentos (11). Los datos faltantes en ellas se obtuvieron de las tablas de Cenexa (12), de las Latinoamericanas (13), de las Alemanas (14) o de los rótulos de los alimentos envasados.

Determinaciones de laboratorio

En orina de 24 horas

Calcio (Ca): se determinó mediante método colorimétrico con kit comercial (Boehringer). El producto final de la reacción se cuantificó espectrofotométricamente en un equipo Metrolab 1700 (15). El coeficiente de variación (CV) inter ensayo fue 1,7%.

Creatinina (Crea): se determinó mediante método cinético con kit comercial (Wiener), cuantificándose en un equipo Metrolab 1700 (15). El CV inter ensayo fue 2,5% para los rangos de concentración señalados por los proveedores de los equipos. El CV intra ensayo fue de 0,60%.

Deoxipiridinolina (Dpir): se realizó con kit comercial

(Metra Biosystems). Para su cuantificación se empleó un lector de placa vertical (Metrolab 950) (16,17). Los CV intra e inter ensayo, fueron 5,5% y 4,6%, respectivamente, para un rango de 3-300 nM/L, con sensibilidad de 1,1 nM/L.

En sangre

Fosfatasa alcalina ósea (BAPh): se determinó colorimétricamente con p-nitrofenilfosfato por diferencia entre la fosfatasa alcalina total y la remanente luego de realizar una precipitación selectiva de la isoenzima ósea con lectina de germen de trigo (18). Se midió espectrofotométricamente a 520 nm. Los CV intra e inter ensayo fueron 6% y 7%, respectivamente.

Hormona folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH): se realizaron por ensayo inmunoenzimático. La intensidad del color de los productos finales se midió espectrofotométricamente a 450 nm (15).

Densitometrías óseas: se realizaron en un centro médico de la Ciudad de Comodoro Rivadavia (Lunar DPX-L). Se evaluó columna lumbar (región L2-L4) y cuello femoral con un coeficiente de variación del 1,9% y 1,8%, respectivamente. Se tomaron como valores de referencia de DMO para columna lumbar y cuello de fémur los propuestos por Vega y col. Dichos valores fueron establecidos a partir de una población testigo de mujeres de la ciudad de Buenos Aires, estratificadas por edad (19).

Análisis estadístico: los resultados se expresaron como promedio \pm desvío estándar, mínimo y máximo. La asociación univariada entre variables se estudió a través del empleo de la correlación de Spearman (Rank-Order Correlation). Las comparaciones se efectuaron a través del método de Kruskal-Wallis, empleando el test de Student-Newman-Keuls (con modificación por rangos) como prueba "post-hoc" (20).

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra las características físicas y antropométricas de las mujeres pre y posmenopáusicas. El 75% de las mujeres jóvenes presentaron IMC en el rango normal mientras que en el grupo de posmenopáusicas sólo un 18% se ubicó en esta categoría.

Además, 41% de ellas mostraron sobrepeso y obesidad situación característica de este grupo etario.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las ICa y proteínas, para las mujeres pre y posmenopáusicas respectivamente. La ingesta proteica no presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos estudiados.

La distribución de la ICa muestra que, en el grupo de mujeres premenopáusicas, el 86% no cubrió la ingesta adecuada (IA) de 1.000 mg/d y el 43% de ellas no alcanzaron a cubrir el 50% de la IA para su edad (Figura 1). En cuanto a las mujeres posmenopáusicas, se observa que el 82% presentó ingestas inferiores a la IA para su edad (1.200 mg/d) y el 18% inferiores a 600 mg/d (2) (Figura 2).

TABLA 1
Características físicas y antropométricas de las mujeres estudiadas
Promedio \pm DE (mínimo - máximo)

	Premenopáusicas (n = 28)	Posmenopáusicas (n = 22)
Edad (años)	33,2 \pm 8,5 (22 - 49)	57,1 \pm 6,3 (50 - 71)
Peso (kg)	61,4 \pm 8,8 (48 - 91)	74,1 \pm 14,2 (51 - 116)
Altura (m)	1,63 \pm 0,05 (1,52 - 1,75)	1,58 \pm 0,06 (1,45 - 1,70)
IMC global (kg/m ²)	23,0 \pm 2,8 (18,8 - 29,7)	29,5 \pm 4,5 (21,8 - 41,1)
(18,5 - 24,9)	21,7 \pm 1,2 (18,7 - 24,0) (n=21)	23,9 \pm 1,5 (21,8 - 24,9) (n=4)
(25 - 29,9)	26,7 \pm 2,3 (24,2 - 29,7) (n=7)	27,5 \pm 1,3 (25,5 - 29,4) (n=9)
> 30	(n=0)	33,9 \pm 3,0 (30,4 - 40,1) (n=9)

TABLA 2
Ingesta de calcio y proteínas y marcadores bioquímicos
Promedio \pm DE (mínimo y máximo)

	Premenopáusicas	Posmenopáusicas
Ingesta de Calcio (mg/d)	694 \pm 411 ^a (190 – 2.117)	918 \pm 304 ^b (471 – 1.740)
Ingesta Protéica (mg/d)	64,6 \pm 25,4 ^a (33,5 – 136)	63,7 \pm 17,6 ^a (41,5 – 95,2)
Calciuria (mg/24 h)	123 \pm 85 ^a (20 – 369)	114 \pm 66 ^a (17 – 252)
Ca/crea (mg/mg)	0,124 \pm 0,086 ^a (0,014 – 0,372)	0,131 \pm 0,077 ^a (0,020 – 0,338)
Dpir/crea (nM/Mm)	5,5 \pm 1,5 ^a (3,4 – 10,3)	7,1 \pm 2,3 ^b (3,9 – 14,5)
BAPh (UI/l)	58 \pm 12 ^a (28 – 94)	70 \pm 20 ^b (32 – 99)

Superíndices diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas altamente significativa ($p < 0,01$).

FIGURA 1
Distribución de la ICa en las mujeres premenopáusicas
(n = 28)

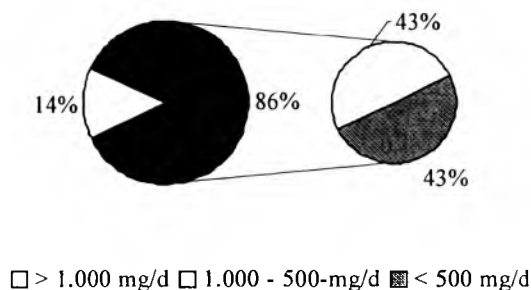
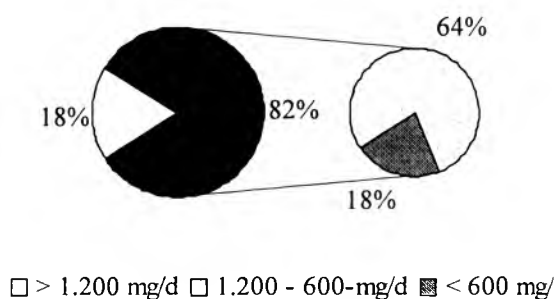


FIGURA 2
distribución de la ICa en las mujeres posmenopáusicas
(n = 22)



Los marcadores bioquímicos se muestran en la Tabla 2. La relación Ca/crea y la calciuria no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, las determinaciones de BAPh y Dpir/crea fueron significativamente mayores en las mujeres posmenopáusicas ($p < 0,01$).

Cuando se analizaron las correlaciones entre los marcadores bioquímicos estudiados, la relación Ca/crea correlacionó con la calciuria de 24 h, tanto en el grupo de mujeres premenopáusicas ($r=0,92$; $p < 0,01$) como en el de posmenopáusicas ($r=0,89$; $p < 0,01$). Sin embargo, no se observaron correlaciones entre la calciuria de 24 h, la relación Ca/crea o la Dpir/crea con la ingesta de calcio ni de proteínas. Sólo en las mujeres posmenopáusicas Dpir/crea correlacionó significativamente con la BAPh ($r 0,47$, $p < 0,05$).

DISCUSION

Los conocimientos acerca del estado nutricional con respecto al calcio en Argentina son escasos e incompletos, ya que al igual que con otros nutrientes, no existen estudios realizados a escala nacional. Los datos globales disponibles son indirectos y derivan de la información suministrada por las hojas de Balance de Alimentos, que indican tendencias generales de consumo. El Informe Estadístico de leche y productos lácteos, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, señala una disponibilidad total de leche en el año 2005 de 174 l/año, que equivalen a 475 ml/hab/d, cantidad que incluye la leche utilizada para productos elaborados (21). Es importante señalar que, en base a dichos datos y a las cifras actuales de ingestas aconsejadas (2), la disponibilidad global de calcio en el país, por habitante/por día es insuficiente para cubrir las necesidades de la población.

En concordancia con los datos promedio de disponibilidad de calcio en el país, algunas encuestas nutricionales han encontrado sistemáticamente un elevado número de individuos de diferentes edades, estados fisiológicos y nivel socio económico, con ingestas de calcio marginales o muy bajas, residiendo su causa en el bajo consumo de lácteos (22,23). Una de las encuestas más detalladas fue realizada, mediante recordatorio de 24 h, en la Universidad Nacional de Luján, en 1991. Dicho trabajo abarcó el estudio del 16 % de la población de esa Universidad (378 varones y 249 mujeres) revelando un consumo promedio de productos lácteos considerablemente menor a lo aconsejado, en el grupo de personas de 25 a 50 años (24, 25). Los resultados obtenidos en el presente estudio, evidencian que solamente un pequeño porcentaje de las mujeres estudiadas en ambos grupos tiene ingestas actuales de Ca adecuadas lo que corrobora los resultados publicados en los trabajos mencionados, con ingestas de calcio (mg/d) inferiores a las aconsejadas (Tabla 2).

La relación entre ingesta de proteínas y homeostasis ósea ha sido objeto de numerosos trabajos experimentales. Las proteínas son necesarias para la síntesis de la matriz de tejido conectivo, que luego permitirá el depósito mineral adecuado para el tejido esquelético. El efecto de la ingesta de una dieta pobre en proteínas o con un alto contenido proteico ha sido cuestionado y controvertido, ya que los trabajos publicados no son muchas veces comparables, por variar la especie estudiada, la edad de los individuos y el tipo de dieta administrada. Se ha demostrado que no sólo las dietas con bajo contenido proteico afectan al hueso, sino que una dieta con alto contenido proteico puede ejercer un impacto negativo sobre el mismo (26,27). En este sentido, de acuerdo a los estudios publicados, las proteínas ocasionan un incremento en la pérdida de calcio urinario diario a razón de 1 mg por gramo de proteína metabolizada (26). Este efecto se atribuye a la mayor carga ácida, debido al sulfato producido en el metabolismo de los aminoácidos azufrados, y al efecto diurético de la urea, producto final del metabolismo proteico (27). Shapses y col. han demostrado que en la práctica, la relación Ca/proteína, más que la cantidad absoluta de proteína, es la determinante de la retención de Ca y de la resorción ósea en mujeres jóvenes (28). Considerando las recomendaciones acerca de las ingestas de Ca y proteínas y los pesos de las mujeres del presente estudio (Tabla 1) la relación Ca/proteína de la dieta (mg/g) debería oscilar entre 14 y 26 para las premenopáusicas y entre 14 y 30 para las posmenopáusicas. En las mujeres estudiadas dicha relación fue de $9,2 \pm 4,2$ y $12,1 \pm 2,5$ mg/g, para las pre y posmenopáusicas, respectivamente, como consecuencia de la baja o marginal ingesta de calcio y no de la elevada ingesta proteica, puesto que las 7 mujeres con ingestas proteicas superiores a 1,6 g/kg/d presentaron ICa cercanas a las cifras recomendadas para su edad. En base a ello podríamos explicar la ausencia de un efecto calciurético marcado que se evidenciaría por la falta de relación entre la calciuria de 24 h y la ingesta proteica.

El hueso se encuentra en una renovación continua por la cual el tejido viejo es reemplazado por nuevo. Esto hace que se extraiga del hueso alrededor de 200 mg de Ca por día en la resorción y se deposite la misma cantidad diaria en la formación. Las células óseas son las encargadas de realizar estos procesos y sus actividades pueden evaluarse por distintos marcadores bioquímicos. Si provienen de la actividad osteoclástica se los denomina marcadores de resorción y cuando derivan de la actividad osteoblástica, marcadores de formación. La Dpir proviene de la degradación del colágeno tipo I, y es de utilidad para evaluar el seguimiento del tratamiento en la osteoporosis posmenopáusica y en enfermedades donde existen alteraciones del metabolismo óseo (29,30). Sin embargo, existen muy pocas publicaciones acerca de valores de Dpir/crea en población argentina y, en la práctica clínica se suelen tener en cuenta los valores de referencia que indican

los fabricantes de los equipos. Entre los escasos trabajos publicados en el país, Zeni et al., estudiaron a un grupo de mujeres premenopáusicas (n=13) y posmenopáusicas (n=29) de Buenos Aires, con resultados promedio \pm desvío estándar, para Dpir/crea en orina de 24 h, de $4,9 \pm 1,8$ y $6,2 \pm 1,4$ nM/mM, respectivamente (31). Los resultados del presente estudio son similares a los del trabajo mencionado: $5,5 \pm 1,5$ y $7,1 \pm 2,3$ nM/mM, para las mujeres pre (n=28) y posmenopáusicas (n=22), respectivamente. Recientemente, en mujeres mexicanas posmenopáusicas, se han publicado valores de Dpir/crea de $7,3 \pm 5,3$ nM/mM (32), que son superiores tanto a los de las mujeres del presente estudio como a los del mencionado previamente en mujeres argentinas.

La BAPh es uno de los indicadores de formación ósea más utilizado. Los estudios publicados demuestran que presenta valores superiores en los primeros años de posmenopausia respecto de los de las mujeres premenopáusicas (33); sin embargo, dicho aumento suele ser menor en proporción al que se produce en los marcadores de resorción. En concordancia con estos hallazgos, en el presente estudio, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos analizados.

Si bien se encontraron valores promedio similares a trabajos anteriores, cuando se analizó la posible correlación entre marcadores bioquímicos e ICa se observó que en ninguno de los grupos estudiados existía asociación alguna entre dichas variables. Este hallazgo concuerda con lo previamente publicado por Kärkkäinen et al. y por Mendez y col. quienes no encontraron efecto de diferentes ingestas de Ca sobre marcadores de formación y resorción (4,32). La falta de correlación entre ICa y marcadores óseos podría explicarse parcialmente por diversos factores. En primer lugar, la evaluación de la ingesta de calcio mediante el método de recordatorio de la frecuencia de consumo de alimentos puede llevar a subestimaciones, a lo cual hay que agregar los problemas actuales en cuanto al contenido en calcio de productos lácteos que tienen agregado de calcio, cuyas cifras no están incorporadas a las Tablas de composición de alimentos y dependen de la marca del producto.

En segundo lugar, en el caso de las mujeres premenopáusicas normales serían los niveles estrogénicos adecuados los que permiten mantener, en un porcentaje elevado de mujeres, el remodelamiento óseo aún con ingestas de calcio cercanas a 500 mg/d (Figura 1), sugiriendo una adaptación a bajas ingestas. Para el grupo de mujeres posmenopáusicas normales se debe tener en cuenta que la caída en los niveles estrogénicos acelera el recambio óseo de tal manera que se llega a una situación de equilibrio con niveles de marcadores mayores a los de las mujeres premenopáusicas. Aquí el efecto del Ca de la dieta sería más importante, pero en el grupo de mujeres estudiadas la ingesta promedio obtenida fue superior a la de las premenopáusicas encontrándose en

cifras de 918 mg/d. Este valor es sugerido por diversos investigadores como el adecuado para mantener el recambio diario de Ca del hueso de 200 mg mediante sutiles modificaciones en la absorción intestinal (2)

En conclusión, si bien en estos dos grupos de mujeres estudiados los valores de los indicadores bioquímicos analizados no mostraron modificaciones con la ICa, se deberían ampliar los estudios, sobre todo en mujeres con bajas ingestas de Ca, para determinar si dicho hallazgo podría indicar una adaptación a un amplio rango de ingestas.

REFERENCIAS

1. Heaney RP. Nutrición en el Contexto de la Fractura Osteoporótica. En: Zanchetta J, Talbot J, editores. Osteoporosis: Fisiopatología, Diagnóstico, Prevención y Tratamiento. 1^{ra} ed. Buenos Aires (Argentina). Editorial Panamericana; 2001. p.293-315.
2. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. National Academy Press, Washington, DC; 1998.
3. Lane NE. Epidemiology, etiology and diagnosis of osteoporosis. *Am J Obs and Gyn* 2006; 194: 3-11.
4. Kärkkäinen M, Lamberg-Allardt Ch, Ahonen S and Välimäki M. Does it make a difference how and when you take your calcium?. The acute effects of calcium on calcium and bone metabolism. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 335-342.
5. Consensus Development Conference. Prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 1991; 90: 107-110.
6. Guías alimentarias para la Población Argentina. Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas. Buenos Aires, (Argentina); 2000.
7. Bagur A, Mautalen C and Rubin Z. Epidemiology of hip fractures in an urban population of central Argentina. *Osteoporosis Int* 1994; 4: 332-335.
8. Srivastava AK, Vliet EL, Lewiecki EM, Maricic M, Abdelmalek A, Gluck O and Baylink DJ. Clinical use of serum and urine bone markers in the management of osteoporosis. *Current medical research and opinion* 2005; 21 (7): 1015-1026.
9. Colwell A, Russell RGG, Eastell R. Factors affecting the assay of urinary 3-hidroxy pyridinium crosslinks of collagen as markers of bone resorption. *Eur J Clin Invest* 1993; 23: 341-349.
10. <http://www.EURO.WHO.INT/Nutrition/20030507-1>.
11. Tablas de Composición de Alimentos. Base de datos ARGENFOODS. Closa SS y de Landeta MC. Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires, Argentina; 2002.
12. Tabla de Composición Química de Alimentos. 2^{da} ed. Buenos Aires. Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada. Mazzei ME, Puchulú MR. CENEXA-FEIDEN editores; 1995.
13. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP e ICNND; Editorial Interamericana; 1969.
14. Souci SW, Fachmann W and Kraut W. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbh Stuttgart. Die Zusammensetzung Der Lebensmittel Nährwert. Tabellen; 1989 - 1990.
15. Henry JB. El laboratorio en el diagnóstico clínico. En Henry JB editores. Madrid (España), 2005 p. 1504.
16. Robins SP, Woltge H, Heslgy R, Ju J, Seyedin S, Sejhel MJ. Direct, enzyme-linked immunoassay for urinary deoxypyridinoline as a specific marker for measuring bone resorption. *J Bone Miner* 1994; Res 9: 1643-1649.
17. Daniloff GY, Hesley RP, Ju J, Evans BJ, He P and Seyedin SM. An Immunoassay for Deoxypyridinoline. A Highly Specific Marker of Bone Resorption. *J Bone Miner* 1993; 15th annual meeting of the AMSBMR, 8:(supl. I). abs. 962, S3578.
18. Farley JR, Chesnut CJ and Baylink DJ. Improved Method for Quantitative Determination in Serum Alkaline Phosphatase of Skeletal Origin. *Clin Chem* 1981; 27; 2002-2007.
19. Vega E, Bagur A, Mautalen C. Densidad mineral ósea en mujeres osteoporóticas y normales de Buenos Aires. *Medicina* 1993; 53: 211-216.
20. Dawson-Saunders and Trapp R. Bioestadística Médica. 1^o ed. México DF. Editorial El Manual Moderno; 1994 p. 384.
21. Informe estadístico de leche y productos lácteos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Buenos Aires, 2005.
22. Zeni S y Portela MLP. Estado nutricional con respecto al calcio en la Argentina. *Arch Latinoamer Nutr* 1988; 209-218.
23. Roviroso A, Dupraz H, de Portela ML y Río ME. Ingesta de nutrientes en una población estudiantil masculina de la universidad de Buenos Aires. *Revista Farmacéutica* 1993; 133 (2): 53-61.
24. Pacin A, Martínez E, Pita Martín de Portela ML y Neira MS. Consumo de alimentos en la población de la Universidad Nacional de Luján: aporte energético y proteico. *La Alimentación Latinoamericana* 1998; 221, 28-36.
25. Pacin A, Martínez E, de Portela MLP, Neira MS. Consumo de alimentos e ingesta de algunos nutrientes en la población de la Universidad Nacional de Luján, Argentina. *Arch Latinoamer Nutr* 1999; 49: 31-39.
26. Puche RC and Fedman S. Relative importance of urinary sulfate and net acid excretion as determinants of calciuria in normal subjects. *Medicina* 1992; 52: 220-224.
27. Calcium. Chapter 11. In: FAO/WHO expert consultation on human vitamin and mineral requirements. 151-171, Roma, 2004.
28. Shapses SA, Robins SP, Schwartz EI and Chowdhury H. Short-term changes in calcium but not protein intake alter the rate of bone resorption in healthy subjects as assessed by urinary Pyridinium cross-link excretion. *J Nutr* 1995; 125: 2814-2821.
29. Robins SP, Duncan A and Riggs BL. Direct measurement of free hydroxy-pyridinium crosslinks of collagen in urine as new markers of bone resorption in osteoporosis. In: Christiansen C and Overgaard K, eds. Osteoporosis, Copenhagen, Osteoporosis; 1990. p. 465.
30. Demers LM. New biochemical markers for bone disease: It is a breakthrough?. *Clin Chem* 1992; 38: 2169-2170.
31. Zeni S, Lorenzetti MP, Bagur A, González D y Mautalen C. Sensibilidad de los marcadores del remodelamiento óseo: su modificación en la menopausia, ante la terapia estrogénica de reemplazo y ante una enfermedad metabólica generalizada. *Acta Bioquím Clín Latinoam* 1996; XXI (1): 3-17.

32. Mendez Estrada R y Jane Wyatt C. Excreción urinaria de deoxipiridinolina y su relación con la densidad mineral ósea, el estradiol sérico y los años de postmenopausia en mujeres mexicanas. Arch Lat Nutr 2004; 54 (4): 408-412.
33. Mazzuoli G, Acca M, Pisan D, Diacinti D, Scarda A, Scarnecchia L, Pacitti MT, D'Erasmo E, Minisola S, Bianchi G, Manfredi G. Annual skeletal balance and metabolic bone marker changes in healthy early postmenopausal women: results of a prospective study. Bone 2000; 26: 381-386.

Recibido:17-01-2006

Aceptado:09-07-2006

Blood pressure and obesity of children and adolescents association with body mass index and waist circumference

Ana Carolina Pio da Silva and Alberto A. Rosa

Medical School of the Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil

SUMMARY. The objective of this work was to evaluate the association between the average levels of blood pressure of 706 children in Porto Alegre with their nutritional state - body mass index (BMI), body fat percentage, waist circumference - and with their social-economic state. A prevalence of 12.3% (n=87) of high blood pressure was found. According to the BMI, 11% of the sample was obese. 47.7% belonged to the social class with an income less than two monthly minimum salaries. All of the correlations of the SBP (systolic blood pressure) and DBP (diastolic blood pressure) with variables in the nutritional state showed to be significant ($p < 0.001$). What ended up having a stronger association was the BMI and waist circumference with SBP ($R=0.27$). This study made it possible to notice that the anthropometric indicator that best is related to the existence of high BP is the BMI along with the waist circumference. This seems to be an easy method that is noninvasive and of low cost to detect the risk of high BP in children and adolescents.

Key words: Blood pressure, obesity, body mass index.

RESUMO: Pressão arterial e obesidade em crianças e adolescentes - associação com índice de massa corporal e circunferência da cintura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a associação entre os valores médios de pressão arterial de 706 crianças de Porto Alegre com seu estado nutricional - índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura corporal e circunferência da cintura -, com o estado sócio-econômico. Foi encontrada uma prevalência de 12.3% (n=87) de pressão arterial alta. De acordo com o IMC, 11% das crianças da amostra eram obesas e 47,7% pertenciam à classe social com renda menor que dois salários mínimos mensais. Todas as correlações da PAS (pressão arterial sistólica) e PAD (pressão arterial diastólica) com variáveis do estado nutricional mostraram-se significativas ($p < 0,001$). A que se manteve como uma associação mais forte foi o IMC e circunferência da cintura com PAS ($R= 0,27$). Este estudo possibilitou verificar que o indicador antropométrico que melhor relaciona-se com a existência de PA alta, é o IMC juntamente com a circunferência da cintura. Mostrando-se um método fácil, não invasivo e de baixo custo para detecção do risco de PA alta em crianças e adolescentes.

Palavras chave: Pressão arterial, obesidade, índice de massa corporal.

INTRODUCTION

Systemic Arterial Hypertension (SAH), a multifactorial clinical entity, is characterized by the presence of high blood pressure levels associated to metabolic and hormonal changes and to trophic phenomena (cardiac and vascular hypertrophy). The prevalence of arterial hypertension is high. The estimate is that 15% to 25% of Brazil's adult population has this pathology (1).

Rio Grande do Sul, the same as all Brazil, has built over its history a regional scenario characterized by diversity and by economic and social disequilibrium. This scenario occurred due to the specific social formation that arose in each region resulting from its agri-livestock and industrialization process. These factors are directly or indirectly the determinants of the urban network and demographic movement frameworks of this State. This had an impact on the association of social classes and on the incorrect eating habits, which in turn result in the development of changes in blood pressure (2).

Hypertension holds second place in the United States for reasons to make a doctor's appointment, losing only to respi-

ratory diseases (3). Data from the Municipal Health Department of Porto Alegre (RS) from 2003 showed that diseases related to the circulatory system still are the greatest causes of death by non-transmissible diseases in our city (31.3%) (4).

The early diagnosis and the treatment of SAH reduces the risk of acute myocardium infarction, chronic coronary disease, and congestive cardiac insufficiency, and lowers disease and death from cardiovascular causes (5).

In a study with adults in the city of Porto Alegre, the prevalence of hypertension varied between 12% and 19% when individuals with a normal BP that use anti-hypertensive medication were included (6). In a recent study with a representative sample of children and adolescents in the city of Canoas (metropolitan region of Porto Alegre), the prevalence of high systolic and diastolic blood pressure (BP) was found in 12% of the total sample (7).

Various factors are associated with high blood pressure among children and adolescents. A direct relation with weight has already been documented among children with less than 5 years of age. In the association between obesity and hypertension, a significant association was also found with other

cardiovascular risk factors such as elevated cholesterol (8).

At an international level, we have identified six studies that have to do with the association between obesity and arterial hypertension in children and adolescents (9-14). All of them showed significant correlations between these two variables, showing the association of indexes such as the BMI with the percentage of body fat, and hypertension with waist and hip circumferences.

In another study with 672 children between the ages of 2 and 12 in the city of Belo Horizonte, some risk factors associated with an increase in the SBP and DBP were evaluated. It demonstrated that only in pre-school children was there a significant association between overweightness and obesity (15).

The diagnostic of obesity, in infancy and in adolescence, is defined based on the weight, the height, and the body composition. There are many cutoff points for body mass index (BMI), percentages of comparing the weight to height, and of body fat percentage, which define the excess of adiposity.

Skinfolds are also used as ways to measure adiposity. With children and adolescents, the ones most used for this purpose are the tricipital and the subscapular (8,16). With the values of these two measurements, it is possible to calculate the percentage of body fat using the Slaughter formula (17) as done in this present study.

MATERIALS AND METHODS

Identification and selection of subjects

Using a process of proportional random sampling by multiple stages and by conglomerates, households in the urban region of Porto Alegre were selected and all the residents were included between the age of 6 and before turning 18. The sampling method of a recent study (6) carried out was used where the IBGE data related to 1991 census was applied. This sample was reached by first of all using a Lotus program of 27 numbers (from 1 to 1,263,403, which corresponds to the number of inhabitants detected in that census), each one of them representing a neighborhood (first stage). From this a consensus sector of the IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) was drawn using a table of random numbers (second stage). After the collective, commercial, and uninhabited households were excluded, the first one was drawn randomly and the following in a systematic way by direct observation, maintaining an interval of five houses, which were selected in a clockwise fashion. These houses (conglomerates) made up a list of addresses that followed the order of the drawing. The children and adolescents evaluated between 2000-2001 were studied.

The gathering of data was done by a group made up of one supervising nutritionist and scholarship students studying Medicine (interviewers) under the coordination of the researcher responsible for the study and consulting of the asso-

ciated researchers. The students were previously trained by the coordinator, being tested again during the study. The data was gathered during a visit to the homes. This study was funded by FIPE (Research Fund of HCPA).

Measuring the blood pressure

The systolic and diastolic blood pressure is measured in the unit of millimeters of mercury (mmHg). For this analysis, two measurements were taken with at least 1 minute between each one and the average between them was considered. The average blood pressure complies with the technical determinations of the American Heart Association and of the Task Force (8): (a) the individual must be in a sitting position, at rest, with the right arm at the level of the heart, (b) two measurements must be taken with at least 1 minute interval between both and taken at least 30 minutes after exercise or a meal, (c) the readings were rounded to the 2 closest mmHg, (d) palpating of the radial pulse, followed by the quick inflation of the cuff up to 30 mm Hg above the last beat and at this point begin deflation at a speed of 2 to 3 mm Hg/second, (e) record of the beginning of the 1st phase of the Korotkoff sounds as the SBP marker for all age brackets; record of the beginning of the 5th phase as marker of the DBP.

The blood pressure manometers used were of the brand WANROSS and a cloth cuff with an inflatable rubber chamber. The chamber was wrapped around 80 to 100% of the right arm's circumference measured at the average point between the acromion and the olecranon, leaving the elbow bend and the axillary region free. Its height corresponded to 40% of this circumference (8,18). The widest chamber possible was used to increase the validity of the measurement (15,19). The stethoscopes used were all of the same brand.

The children were then classified according to the tables that have the cutoff points for each age and sex and height percentiles.

The height percentile is classified first and then the blood pressure is checked together with this indicator of height classification. The classification is done according to the levels of blood pressure that refers to the 90 and 95 percentiles of blood pressure in children and young people according to the percentiles of stature.

The limits of blood pressure according to sex, age and height percentile are the following, as recommended by the Task Force on Blood Pressure Control in Children (8,18): normal pressure - systolic and/or diastolic blood pressure below the 90 percentile, normal-high or borderline blood pressure - systolic and/or diastolic blood pressure between the 90 and 95 percentile, and arterial hypertension - systolic and/or diastolic blood pressure above the 95 percentile, measured on 3 different occasions.

The updating, in 1996, of the 1987 Report of the Task Force adopted the work concepts of Rosner et al (20), with

specific limits for each range of height percentile and separated by age and sex.

Anthropometric assessment

The body composition was evaluated by weight, height, thickness of skinfolds (subscapular and tricipital) and by the measurement of waist circumference. The cutoff points used, both for BMI as well as for the body fat percentage and waist circumference, are the international reference (WHO, 1995).

In order to determine body weight, the child would have light clothes on and no shoes and be positioned in the center of the scales where he/she stayed until the reading of the weight was done in kg (21). The body weight was measured with a scale of the brand Bender, with increments of 100 grams and a capacity of 150 kg.

The height was measured by anthropometer with the participant standing up against a wall without a baseboard, barefoot, the heels close together forming an angle of 60 degrees, the body weight distributed evenly on both, arms hanging along the body trunk and the palms of the hand opened toward the thighs, the scapular waist and buttocks remained in contact with the wall at the same vertical plane with the occipital. None of the rooms used were carpeted; the participant was asked to take a deep breath and to maintain a completely erect position; one of the observers would then slide the anthropometer on top of the highest point of the skull with sufficient pressure to compress the hair, while a second observer measured the height from the floor to the sliding part of the apparatus, and a third observer would write down the measurement (18).

The cutoff points used with the BMI are those recommended by WHO (1995) (19): $P < 5$ = underweight; $P 5-85$ = eutrophy; $P 85-95$ = overweight; $P = 95$ = obesity.

The thickness of skinfolds are used as ways to measure adiposity. With children and adolescents, the ones most used for this purpose are the tricipital and the subscapular (22,8,16). The skinfolds were measured with approximation of 0.2mm on the right arm in three different readings and their average was used later on in the analyses. An adipometer of Cerscorf brand (Porto Alegre) was used to do the measuring. With these levels, the percentage of body fat was calculated for children older than 8 years of age using the Slaughter formula (17).

The classification of the levels related to the body fat percentage, using this method, is as follows: $< 17\%$ = below normal; $17-19\%$ = normal; $19-24\%$ = overweight; $> 25\%$ = obesity (23).

For the children younger than 8 we used the sum of the tricipital and subscapular skinfolds, which later were classified according to the following percentiles: underweight ($< P 10\%$), eutrophy ($P 10-85$), and obesity ($> P 85$) (24).

The measurement of the waist circumference allows an estimate of mass of intra-abdominal fat and total body fat.

The children were measured while standing up, with outstretched arms, relaxed abdomen, and feet separated at a distance of 25-30cm. The evaluator would stand in front of the person, hold the zero point of the metric tape with the right hand and with the left hand would pass the tape around the waist at the smallest curvature located between the ribs and the hip bone. The child was asked to take a breath and then to exhale deeply. The reading was then done before the child would breathe again. The following percentage cutoff points were used: eutrophic ($< P 90$), obese ($> P 90$) (25).

Study profile

This is a transversal study.

Statistical analysis

For calculating the size of the sample needed, we used the formula from Epi-Info, tested for each independent variable. The sample size (n) estimated was 513 households (n=700) for $p < 0.05$ and statistical power of 80%.

The data was analyzed using SPSS version 10 software.

In order to describe the population we used the Student-t test. To evaluate the correlation between the SBP and DBP averages we used Pearson's Correlation. The effect of studied variables on SBP and DBP was evaluated by means of ANOVA-one way and relationships by using multiple linear regression (MLR).

RESULTS

Table 1 describes the sample studied. The average age of the sample was 11.6 years and 51.0% belonged to the masculine sex. In relation to the social economic state, 47.7% of the sample represented children with a family monthly salary below 2 minimum salaries, while 27.6% said their income was between 2 and 4 minimum salaries, and only 24.6% had an income higher than 4 monthly minimum salaries.

Classification of the blood pressure

The prevalence of high BP was 12.3% in the total Group (Table 2). However, when we included children with normal-high BP – 8.1% of the total – the prevalence of normal/high BP rises to 20.4%, which, if confirmed by posterior measurements, is an elevated level for this age bracket.

Nutritional state

Table 3 shows the distribution of the nutritional state of the sample according to the different indicators used. The different levels obtained showed how heterogeneous they were.

TABLE 1

Description of the sample according to the measurements of age, sex, systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), Body Mass Index (BMI), and the social-economic state (N=706)

Variable	Levels
Age(years)	11.6 3.3
Masculine sex - n (%)	360 (51.0)
SBP(mmHg)	107.99 12.4
DBP(mmHg)	64.01 9.8
BMI(kg/m ²)	19.51 ± 3.9
WC(cm)	67.37 ± 10.1
Family income in minimum salaries	n (%)
< 2 minimum salaries	337 (47.7)
2-4 minimum salaries	195 (27.6)
> 4 minimum salaries	174 (24.6)

Levels expressed as average ± standard deviation (SD) or absolute frequency and relative frequency (%). WC = Waist Circumference.

TABLE 2

Distribution of the sample studied according to the percentiles of distribution of systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP)

Classification of the blood pressure	n	%
Normal (< P90)	562	79.6
Normal-high (P90-95)	57	8.1
High (≥ P95)	87	12.3

TABLE 3

Distribution of the sample studied according to the different nutritional state indicators – absolute values (n) and relative values (%) of each sub-sample

Indicators	n	%
BMI	706	100
Underweight (<P5)	33	4.7
Eutrophy (P5-P85)	482	68.3
Overweight (P85-P95)	113	16.0
Obesity (>P95)	78	11.0
Sum of the tricipital and subscapular folds (mm) *	97	14
Underweight (<P10)	9	9.3
Eutrophy (P10-85)	73	75.3
Obesity (>P85)	15	15.5
Percentage of fat **	605	86
Below normal (< 17%)	204	33.7
Normal (17-19%)	59	9.8
Overweight (19-24%)	124	20.5
Obesity (>25%)	218	36.0
Waist Circumference	706	100
Eutrophic (<P90)	454	64.3
Obese (>P90)	252	35.7

* Classification in percentiles in the sample of children younger than the age of 8. ** Classification in percentiles in the sample of children older than the age of 8. (Four children were lost in this sub-sample).

The prevalence of overweight was greater than that of obesity, according to the BMI indicator. When adding the overweight and obesity levels, we found that these conditions are well represented in our sample (27.0%).

The levels of the various indicators determine different classifications of the nutritional state. When we use the percentage of body weight, we find obesity prevalence of 36% and 15.5% in children older than 8 and in those younger than 8, respectively. When the sample was classified according to the waist circumference, we find an obesity prevalence of 35.7%. This classification includes, in the same group, obese and overweight children.

Association between the SBP and DBP averages with sex, age, social-economic state and nutritional state indicators

Table 4 show the results referring to the SBP and DBP levels, the variables of sex and social class, and their correlations with age, BMI, and waist circumference. The difference found between the SBP and DBP averages between the sexes was not statistically significant. The same occurred in relation to the SBP and social class. DBP presented a significant association, being greater among children belonging to the subgroup with a family income lower than 2 monthly minimum salaries.

TABLE 4

Association of the SBP and DBP averages with the variables of interest

	Total sample (n=706)	
	SBP	DBP
Sex		
Masculine	109.6±12.8	64.2±10.2
Feminine	106.2±10.2	63.7±9.29
p*	0.226	0.183
Social Class		
< 2 SM	108.0±11.7	65.0±9.4
2-4SM	107.6±13.4	62.5±9.9
>4SM	108.2±12.3	63.6±10.0
p**	0.898	0.016
Age		
R	0.31	0.06
p*	0.001	0.010
BMI		
R	0.45	0.13
p*	0.001	0.001
WC		
R	0.41	0.12
p*	0.001	0.001

* Student-t Test

**ANOVA (Analysis of Variance)

There was a correlation of SBP and DBP with age, stronger for SBP (regular). BP was correlated with all of the nutritional state indicators. BMI and waist circumference presented

a regular correlation with SBP and weak with DBP. The levels related to the percentage of body fat of children older than the age of 8 showed a weak correlation with SBP ($r=0.19$) and DBP ($r=0.12$).

Multiple Linear Regression applied to the nutritional state indicators with SBP and DBP

The results of the multiple linear regression showed a

higher variation percentage of SBP (27.9%) when there is an interaction with the waist circumference indicators and BMI ($r=0.27$) (Table 5). The other indicators of the nutritional state presented a less explicatory variation when associated with SBP. The indicator that demonstrated less variation percentage was the body fat percentage ($r=0.18$). The values of the DBP association with the nutritional state indicators were not significantly explicatory for the DBP variation.

TABLE 5
Results of the multiple linear regression of SBP and DBP in relation to the variables of interest

	SBP				DBP			
	n	r ^{2**}	F	p	n	r ^{2**}	F	p
BMI	706	0.27	53.506	<0,001	706	0.03	5.066	<0.001
BMI***	609	0.26	43.411	<0,001	609	0.02	3.567	<0.003
WC	705	0.26	50.716	<0,001	705	0.03	4.833	<0.001
WC***	608	0.25	40.738	<0,001	608	0.02	3.272	<0.006
BFP	604	0.18	27.137	<0,001	604	0.03	3.748	<0.002
BMI,WC and BFP	706	0.27	53.506	<0,001	705	0.03	4.277	<0.001

*all of the variables were controlled by sex, age, and social class

**Coefficient of determination of the multiple linear regression

*** Children under the age of 8

BFP = Body Fat Percentage

DISCUSSION

Arterial hypertension, because of it being a disease with a high mortality rate that can have its beginning during childhood, has been widely studied by doctors and nutritionists involved with pediatric populations. Research in this context is of great value in order to serve as a guide for public health policies, bringing information about the determining factors involved in the rise of pressure levels. Nutritional factors – obesity, sensitivity to sodium – are continually more described in association with high levels of blood pressure. For these reasons, according to orientation from the World Health Organization (WHO), nutritional evaluation is an important tool in the prevention of cardiovascular diseases.

The cutoff points used both for BMI as well as for the percentage of body fat and waist circumference have international standards (WHO, 1995). In this study, by classifying the nutritional state according to the different indicators used, we demonstrated that according to the BMI percentiles, 113 children (16% of the sample) were overweight and 78 (11% of the sample) were obese, which shows an elevated prevalence of children above the normal weight range. This data, in relation to overweight, is similar to Garcia's (15) study done in Belo Horizonte where he found a prevalence of 14%. How-

ever, in this same study, the prevalence of obesity was 3.7%, which shows a difference between the samples studied. In relation to the nutritional state of the population studied by Moura (26) in Maceió, a transversal study evaluating children and adolescents from 7 to 17, the levels were lower than those found in our study (Porto Alegre). In this one (Maceió), 9.2% of the children were overweight and 4.5% were obese when using BMI as the indicator.

Upon making the analysis of the BMI association with SBP, a regular correlation was detected ($r=0.45$). When we compared the BMI averages with DBP, the relation found was weak ($r=0.13$). An important characteristic of our strategic analysis was the use of Pearson's Correlation for evaluating the strength of the association between the averages of BMI with the average BP levels.

Al-Sendi et al (10), in a randomized transversal study with a sample of 504 students between the ages of 12 to 17, gathered the data from schools selected according to pre-determined areas in the city (which is divided into four different regions). This study found results similar to ours. Upon analyzing weight, height, waist circumference and thickness of the subscapular and tricipital skinfolds, a regular association of these indicators with high SBP and DBP levels were found. This study, as was the case in ours as well, suggests that chil-

dren with larger bodies, mainly those related to central obesity, have greater chances to present higher SBP and DBP levels. This study also found a similar result to ours with respect to the association of BMI with SBP ($r=0.4$).

A weak association was seen between percentage of fat in children older than 8 with SBP and DBP. Possibly due to this stratification, the sample analyzed did not present the power necessary to evidence a stronger correlation. However, the methodology applied was the most correct since the percentage levels of body fat cannot be used in the same way for all children. Some studies (10,14), when they analyze this nutritional indicator in children, use the Slaughter formula for all the ages, which makes the association found incorrect.

The multiple linear regression of our indicators on SBP and DBP confirmed the results similar to those of the correlation when evaluating the body fat percentage calculation, which confirms the weak association of body fat with SBP and DBP. Leccia et al. (11), upon associating body fat percentage with SBP in a sample of 1,090 children, found a weak correlation, but only significant in the association with SBP. In this transversal study, the correlations were done based on the sample stratified by sex. Even evaluating this difference at the moment of the correlations, we find similarities with our study with respect to the strength of the correlations.

Al-Sendi et al. (10), upon associating body fat percentage with SBP, showed a regular correlation between these variables, while in our study we found a weak correlation. In relation to the association of body fat percentage with DBP, the levels of the associations of this study were less than ours ($r=0.07$). The difference found in the strength of the associations between this study and ours could be due to the smaller sample size and the different age bracket evaluated (12 to 17 years).

The application of the waist circumference percentiles is a differential of our study in relation to the other works published in literature. The reference levels for waist circumference were obtained from a transversal study carried out with English children (25). This last study, done with a sample of 8,355 children and adolescents, generated a reference table with average sizes of waist circumference, in centimeters, stratified by sex and age and subdivided into percentiles. The study was chosen as a reference due to its perfect profile as well as because of the size of the sample evaluated, which is representative of the population of its country of origin. The second and main reason for choosing it was its similarity in the prevalence of the nutritional state—overweight and obesity—of the English population with the Brazilian one: 11% and 18.5% respectively (25).

When we analyze the waist circumference averages from our sample, we find correlations with SBP and DBP that are very close to the levels found when we correlate BMI with SBP and DBP. Our study, as well as the one carried out by Al

Sendi et al. (10), demonstrated stronger correlations in the association with SBP than with DBP. We point out once again how this finding reinforces the primary objective of our study: evaluate which indicators would be better correlated with the increase of SBP and DBP. The multiple linear regression demonstrated that, when associated, BMI and waist circumference better explain the variation of the SBP than its isolated use.

Most epidemiologic studies found an association of some indicators of cardiovascular mortality with hypertrophy of the left ventricle only in children with a high SBP, but not with those with high DBP. The Bogalusa Hearth Study (27) evaluated the relation between the thickness of the left ventricular wall with the size of the chamber, significantly correlating with the SBP, but not with DBP. Maybe this is the reason for the weak association of the nutritional state indicators with DBP, due to the different dimensions in ventricular wall thickness. As for the relation with the effect of body fat on the SBP and DBP levels, it seems that the distribution of body fat has a greater influence on the SBP than on the DBP, as shown in the studies cited.

Overweight and obesity, evaluated in our study, are recognizably associated to elevated levels of blood pressure, especially SBP. Longitudinal studies in adult populations have demonstrated that the excessive levels of BMI are strongly associated with risk of cardiovascular diseases (28,29). Al-Sendi (10), by associating BMI with SBP and DBP, found levels similar to ours for SBP. The correlation levels of DBP were also similar to ours, which indicated a weak correlation between DBP and BMI.

Brandon, 1993 (13) analyzed 675 school and pre-school age children found the level related to prevalence of high SBP and DBP ($>p95$) was 12.3%. Other studies show different levels, which vary from 8 to 15% (10,12-14).

In our study, the prevalence of high blood pressure (12.3%) is very high. If we consider the borderline levels for high blood pressure as related to children, which are those children in the normal-high range (P90-95), the prevalence of high blood pressure levels reached a total of 20.4% in this sample.

The recommendation of the Task Force is that every child above the age of three have their blood pressure checked during medical care and that these measurements be routine when providing medical services. This is the only way to diagnose cardiovascular or renovascular diseases early on (8).

Another factor that can become a risk for bringing about arterial hypertension is the consumption of sodium (30). Children, especially in the age bracket involved in this study, tend to have consumption levels that are considered higher than normal. Today, the diet of children and adolescents include various sources of sodium-based preserved foods and are rich in this micronutrient. However, the high intake of sodium, in and of itself, cannot be a determining factor for the develop-

ment of hypertension because not all people with high ingestion of sodium in their diets develop the disease.

One of the objectives of this study was to analyze which anthropometric parameter was most associated with the risk of high BP levels. We wanted to identify which one could be used in a clinical practice with the best reliability. Our findings suggest that the BMI and the waist circumference, associated, have the best predictive value for the levels of high BP. The use of these indicators is easy, non-invasive, and their association has a better correlation to suggest risk of high blood pressure than the use of BMI alone.

REFERENCES

1. Consenso HAS III Ministério da Saúde. Disponível de: URL: <http://www.sbn.org.br/diretrizes>.
2. Cavalcante JW. Estudo epidemiológico da pressão arterial em crianças (Tese, Mestrado em Cardiologia). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1986. 61 p.
3. Kaplan NM. Clinical hypertension. 7th ed.: Baltimore, Williams & Wilkins; 1998. p.444.
4. Estatísticas de Saúde, SMS/SUS-RS (Secretaria Municipal da Saúde/Sistema Único de Saúde-Rio Grande do Sul), 2003.
5. August P. Initial treatment of hypertension. N. Engl. J. Med. 2003;348:610-7.
6. Fuchs FD, Moreira LB, Moraes RS. Prevalência da hipertensão arterial sistêmica e fatores associados na região urbana de Porto Alegre. Estudo de base populacional. Arq Bras de Cardiol 1995; 63:473-99
7. Rosa AA. Pressão arterial em uma população escolar: estudo de sua associação com frequência cardíaca e principais componentes do tamanho corporal (Tese, Doutorado). Porto Alegre: UFRGS, 1994. 129P
8. UpDate on the 1987: Task Force Report on High Blood Pressure Education Program. National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. Pediatrics 1996;98:649-58.
9. Mueller WH, Chan W, Meininger JC. Utility of different body composition indicators: demographic influences and associations with blood pressures and heart rates in adolescents (Heartfelt Study). Ann Hum Biol 2003; 30(6): 714-27.
10. Al-Sendi AM, Shetty P, MUSAIGER AO, MYATT M. Relationship between body composition and blood pressure in Bahrain adolescents. Br J Nutr 2003;90(4): 837-44.
11. Leccia G Et Al. Sex-related influence of body size and sexual maturation on blood pressure in adolescents. Eur J Clin Nutr 1999;53(4): 333-7.
12. Uscategui PRM., Perez GJA, Aristizabal RJC, Camacho PJA. Excess of weight and their relationship with high blood pressure in schoolchildren and adolescents of Medellin, Colombia. Arch Latinoam Nutr 2003;53(4): 376-82.
13. Brandon LJ, Fillingim J. Body composition and blood pressure in children based on age, race and sex. Am J Prev Med 1993; 9(1): 34-8.
14. Wilks RJ, McFarlane-Anderson N, Bennet FI, Reid M, Forrester TE. Blood pressure in Jamaican children: relationship to body size and composition. West Ind Med J. 1999; 48(2) :61-8.
15. Garcia F.D. et al. Evaluation of risk factors associated with increased blood pressure in children. J Pediatr (Rio J). 2004; 80(1): 29-34
16. Vítolo MR. Nutrição da Gestação   adolescência. 1ed. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso editores, 2003. p 322.
17. Slaughter M, Lohman T, Boileau R. Hum Biol. 1988;60:709-23.
18. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, eds. Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 1988:3-8.
19. WHO technical reports series 854 physical status: The use and interpretation of anthropometry. Geneva, WHO (Technical Report Series n  854), 1995.
20. Rosner B, Prineas J, Daniels SR. Blood pressure monograms for children and adolescents by height, sex, and age, in the United States. J Pediatr. 1993;23:871-886.
21. Stallings V, Fung E. Clinical nutrition assessment of infants and children. In: Shils, M et al. Modern nutrition in health and disease. Lippincott Williams & Wilkins; 1999. p. 885-93
22. Bartosh SM, Aronson A.J. Childhood hypertension. Pediatr Clin of North Am 1999;46(2): 235-252.
23. Frisancho AR. Antropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor, Michigan, University of Michigan Press, 1990.
24. National Center for Health Statistics (NCHS)-Vital and Health Statistics Series 11, n 238, 1976-1980.
25. McCarthy HD, Jarret KV, Crawley HF. The development of waist percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. Eur J Clin Nutr 2001;55:902-07.
26. Moura AA, Silva MAM, Ferraz MRMT, Riveira IR. Prevalence of high blood pressure in children and adolescents from the city of Maceió, Brazil. J Pediatr (Rio J). 2004; 80(1):35-40.
27. Fredman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Hearth Study. Pediatrics: 1999;103:1175-1182.
28. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year-follow-up of participants in the Framingham heart study. Circulation 1983;67:968-77
29. Rexrode KM, Manson JE, Hennekens CH. Obesity and cardiovascular disease. Curr Opin Cardiol 1996;11:490-495
30. Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24-hour urinary sodium and potassium excretion. Br Med J 1988;297:319-28
31. Katzmarzick PT et al. Body mass index, waist circumference and clustering of cardiovascular risk factors in a biracial sample of children and adolescents Pediatrics: 2004;114:198-204.

Recibido: 07-02-2006

Aceptado: 27-07-2006

Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el noroeste de México por tres referencias de índice de masa corporal: diferencias en la clasificación

Erik Ramírez, María Isabel Grijalva-Haro, José Antonio Ponce y Mauro E. Valencia

División de Nutrición, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora. México

RESUMEN. El objetivo del estudio fue determinar y comparar la prevalencia de sobrepeso en escolares de una región del noroeste de México por tres criterios de índice de masa corporal para la edad (IMC/edad). Un total de 604 niños de 6 a 10 años fueron evaluados en 17 municipios del estado de Sonora, México durante el año 2002. Se determinó la prevalencia de obesidad usando tres referencias de IMC/edad; la nueva versión del Centro de Control y Prevención de Enfermedades de EU (US. CDC/NCHS Growth Charts 2000); el método avalado por la Comisión Internacional sobre la Obesidad (IOTF) y la referencia recomendada por la Organización Mundial de la Salud (WHO) en 1995 para niños mayores de 10 años y utilizada en México por la Encuesta Nacional de Nutrición en 1999 para escolares. No se encontraron diferencias en los valores de sobrepeso y obesidad entre niños y niñas ($p>0.5$), ni tampoco entre zonas urbanas y rurales. El criterio WHO sobrestimó la prevalencia de sobrepeso y obesidad (39%) en comparación con el método del CDC/NCHS (20%) y IOTF (17%). Las dos últimas referencias mostraron mejor equivalencia ($kappa>80$). En conclusión, el uso de distintos criterios de referencia de IMC/edad genera variaciones en la estimación de la prevalencia de sobrepeso y obesidad. El estándar WHO puede sobrestimar la prevalencia de obesidad, por tanto el uso de las 3 referencias debe ser considerado en niños mexicanos para comparaciones posteriores.

Palabras clave: Índice de masa corporal, referencia, obesidad, escolares, México.

SUMMARY. Prevalence of overweight and obesity in northwest Mexico by three references of body mass index: differences in classification. The objective of this study was to compare the prevalence of overweight and obesity in children from northwest of Mexico based on BMI/age and three criteria of growth reference standards. Six hundred and four children, 6 to 10 years of age, from 17 municipalities of the state of Sonora were measured for weight and height and age established from birth certificate school records. The prevalence of overweight and obesity was determined by the new version of the US Centers for Disease Control and Prevention (CDC/NCHS), the International Obesity Task Force (IOTF) and the values proposed by The World Health Organization (WHO) that was utilized in the National Nutrition Survey of 1999 in Mexico (ENN). Using the WHO reference, prevalence of overweight and obesity was 39%. This was higher than the CDC/NCHS (20%) and IOTF (17%) references, respectively. Prevalence of overweight and obesity by CDC/NCHS and IOTF criteria, showed the best agreement ($Kappa >80$); this was not the case when prevalence from CDC/NCHS and IOTF were compared to the WHO criteria ($Kappa <40$). For overweight and obesity frequencies, no sex or urban-rural differences were observed ($p>0.05$). In conclusion, the use of these 3 reference values systems using BMI/age did not show the same prevalence estimates of overweight and obesity. The use of the WHO method can overestimate the prevalence of obesity in children, therefore the use of these 3 references should be considered for future comparisons.

Keywords: BMI/age, growth reference standards, obesity, children, Mexico.

INTRODUCCION

Durante los últimos veinticinco años, la obesidad pasa a ser un problema de proporciones epidemiológicas tanto en adultos como en niños (1). Las estadísticas provenientes de algunas regiones de América Latina reflejan un incremento en la prevalencia de obesidad que coexiste a su vez con la prevalencia de desnutrición (2). Así como en los adultos, la obesidad en niños se complica con la aparición de otros trastornos relacionados con la misma, tales como la hipertensión, dislipidemias y la resistencia a la insulina (3).

Generalmente, los datos específicos sobre la prevalencia de obesidad en niños sólo están disponibles para la población

preescolar. Hasta hace pocos años, en la mayoría de las encuestas de nutrición en países emergentes los escolares no eran incluidos o reportados, y aunque para la población menor de 5 años se observa un incremento en las tendencias de obesidad, lo cierto es que el panorama acerca de los escolares aún es poco conocido (4).

Los criterios para evaluar la prevalencia de obesidad en niños varían ampliamente en todo el mundo. En países como Latinoamérica y Asia es frecuente el uso del peso para la talla como estimador de adiposidad. Sólo desde hace algunos años, el índice de masa corporal (IMC) adquiere importancia como un indicador de peso para la talla y adiposidad en niños (5,6). Designado en niños como el índice de masa corporal para la

edad (IMC/edad) por sufrir variaciones debidas al crecimiento, este indicador mantiene limitaciones inherentes al definir obesidad sólo por el tamaño corporal y no por la cantidad de grasa corporal. No obstante, el IMC/edad refleja de mejor forma los cambios de la relación peso-talla en función de la edad en comparación con el peso para la talla y puede ser utilizado hasta los 20 años, ventajas que se añaden a su fácil aplicación y bajo costo (7,8).

En México es difícil encontrar reportes que aborden el problema de obesidad en escolares de forma específica. El dato más reciente sobre el estado de sobrepeso en niños de 5 a 11 años lo proporcionó la Encuesta Nacional de Nutrición (ENN, 1999) (9). Para la evaluación del sobrepeso en niños de 5 años en adelante, la ENN incorporó como novedad el IMC/edad, recomendada por la WHO para escolares de 10 años en adelante (10). Sin embargo, los resultados de la ENN solo muestran información general para 3 regiones del país y la capital (Ciudad de México), con una prevalencia de obesidad de 27.2% a nivel nacional y 35.1% para la región norte. Datos para regiones como el Noroeste de México no están disponibles y no se conoce un panorama más específico sobre la situación de los escolares.

En 1995 un comité de expertos de la WHO (10) recomendó utilizar el método de referencia de IMC/edad desarrollado por Must et al (11). En el 2000, la Comisión Internacional sobre la Obesidad (IOTF) recomendó la referencia desarrollada por Cole et al (12). En este mismo año, el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de EU (CDC) publicó una nueva referencia basada en una revisión de las encuestas de 1977 del NCHS (CDC/NCHS Growth Charts 2000) (13). Estudios recientes demuestran que se producen variaciones importantes en la estimación de la prevalencia de sobrepeso y obesidad al intentar usar estas referencias indistintamente (7,8). En el 2003, los datos de la ENN en México fueron publicados nuevamente (14) con la referencia de la IOTF mostrando diferencias importantes en la prevalencia de sobrepeso y obesidad que con la referencia anteriormente reportada. Además, destacó la ausencia de comentarios por parte de los autores acerca de estas discrepancias y la omisión de datos específicos de sobrepeso, ya que lo que reportaron fue un valor combinado de sobrepeso y obesidad. La información anterior puede generar confusión para evaluar y explicar el problema de sobrepeso y obesidad en grupos de edad como los escolares donde la información particularmente en México sigue siendo limitada.

El objetivo de este estudio fue determinar y comparar la prevalencia de obesidad en niños escolares del Noroeste de México de 6 a 10 años usando distintos criterios del índice de masa corporal para la edad.

METODOS

Población de estudio

La población para este análisis fueron 604 escolares de ambos sexos provenientes de 17 municipios del estado de Sonora, México de las regiones norte, centro, sur y serrana. Se incluyeron 24 comunidades tanto rurales como urbanas en un total de 24 escuelas públicas de educación primaria. El grupo fue parte de un estudio previo del Programa de Desayunos Escolares (15).

Evaluación antropométrica

Las mediciones fueron realizadas por personal entrenado y estandarizado. El peso en los niños fue medido con el mínimo de ropa y sin zapatos en una balanza electrónica digital con capacidad de 0 a 150 ± 0.05 kg (AND FV-150 KA1; A&D Co. Ltd. Japón). La talla fue medida empleando un estadiómetro Holtain de $2.05 \pm 5 \times 10^{-4}$ m (Holtain Ltd, UK).

Se utilizó el IMC/edad para clasificar a los niños con sobrepeso u obesidad de acuerdo a las siguientes referencias: la primera utilizada fue la del CDC/NCHS (13) la cual es una revisión de los datos de 1977 del NCHS, basada en la US National Survey (NHANES I, NHANES II y NHANES III) y donde se actualiza y por primera se proporcionan percentiles continuos para cada mes de edad. Esta referencia es utilizada en niños y adolescentes en Estados Unidos de 2 a 19 años. La segunda referencia fué de la WHO (10) que está basada en la encuesta NHANES I y provee percentiles (5, 50, 85 y 95) por cada año de edad entre los 6 y 74 años. En estas dos primeras referencias se ha utilizado generalmente como punto de corte para sobrepeso el percentil ≥ 85 y para obesidad el percentil ≥ 95 . Por último, la referencia de la IOTF (12) se propuso con la intención de utilizarla para comparaciones internacionales ya que reúne una serie de encuestas representativas de varios países del mundo como Brasil, Rusia, Estados Unidos, Inglaterra, Hong Kong, Holanda y Singapur y ofrece valores para cada 0.5 años de edad. Esta referencia utiliza una aproximación diferente para establecer los puntos de corte. Los centiles del IMC para niños están ligados a los cortes de IMC 25 y 30 utilizados en adultos para definir sobrepeso y obesidad respectivamente hasta los 18 años. Esto permite una fácil utilización del IMC además de ofrecer una mayor representatividad internacional (12).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se calculó el IMC (kg/m^2) de todos los niños. Para la obtención del IMC/edad por el CDC/NCHS, se empleó el programa NUTSTAT, EPI-INFO, versión 2002. Para el cálculo del IMC/edad por la WHO y de la IOTF se emplearon las referencias respectivas (11,12). Se aplicaron tablas de contingencia para la comparación de

prevalencias entre niños y niñas y grupos poblacionales. Para estimar el grado de equivalencia entre las distintas referencias de IMC/edad se calculó el Coeficiente de Kappa (16). Este coeficiente es una medida de la concordancia que existe entre dos métodos distintos aplicados sobre una misma muestra.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la edad y las características físicas de los niños del estudio ($p > 0.10$). En la Tabla 2 se muestra por separado la prevalencia de sobrepeso y de obesidad para niños y niñas. No se encontró diferencia en la frecuencia de sobrepeso y obesidad por sexo por ninguno de los tres criterios ($p > 0.05$). En general para el total de los niños, las tres referencias mostraron resultados mayores de sobrepeso (11.3% a 23.0%) que de obesidad (6.3% a 15.9%).

TABLA 1
Edad y características físicas de los escolares*
del noroeste de México

Variable**	Niños (n = 284)	Niñas (n = 320)
Edad (años)	8.4 ± 1.4	8.4 ± 1.3
Peso (kg)	28.8 ± 8.2	28.1 ± 7.6
Talla (cm)	128.5 ± 9.4	127.3 ± 9.1
IMC (kg/talla m ²)	16.9 ± 3.0	16.8 ± 3.1

*Datos mostrados como media ± desviación estándar

**Sin diferencia entre las variables por efecto de sexo: $p > 0.10$

IMC: Índice de masa corporal

TABLA 2
Prevalencia (%) de sobrepeso y obesidad en niños y niñas
del noroeste de México, por tres referencias

IMC/edad†	Niños (n = 284)	Niñas (n = 320)	Todos (n = 604)
Sobrepeso			
CDC/NCHS, ≥ P85‡	11.3	9.7	10.4
WHO, ≥ P85‡	23.6	22.5	23.0
IOTF, ≥ 25‡	9.9	11.7	11.3
Obesidad			
CDC/NCHS, ≥ P95‡	10.2	9.4	9.8
WHO, ≥ P95‡	15.5	15.9	15.7
IOTF, ≥ 30‡	6.7	6.3	6.5

†Índice de masa corporal para la edad

‡Cortes correspondientes al percentil 85 y 95

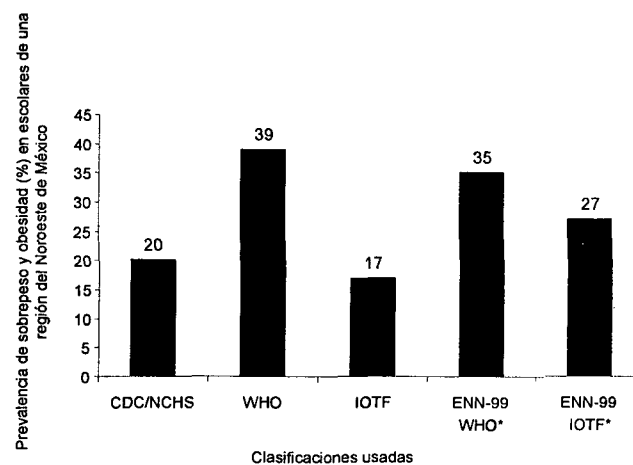
§Cortes ligados a los de adultos; 25 y 30 kg/m²

Nota: No hubo diferencias significativas entre niños y niñas; probada a $p > 0.05$; (χ^2)

En la Figura 1, se muestran los valores de sobrepeso (obesidad incluida) para el total de los niños y en la Tabla 3 el grado de concordancia. Con el método WHO los valores de sobrepeso (39.2%) fueron mayores en comparación con el CDC/NCHS (20.3%) y el estándar IOTF (17.3%). Entre los criterios del CDC/NCHS y IOTF la prevalencia de sobrepeso mostró una muy buena concordancia (Kappa= 0.82) mientras que entre los criterios IOTF y WHO/NCHS se observó la más débil (Kappa = 0.36).

FIGURA 1

Prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de 6 a 11 años del Noroeste de México. CDC/NCHS Growth Charts 2000, "Centers for Disease Control". US 2000; WHO, World Health Organization 1995; IOTF, International Obesity Task Force 2000; ENN-99 WHO*, ENN-99 IOTF*, Encuesta Nacional de Nutrición en México (1999) en escolares de la región norte con el método WHO y IOTF sólo para fines comparativos.



IOTF vs CDC, Concordancia (Kappa = 0.82)

Entre los criterios del CDC/NCHS y el IOTF, la prevalencia de sobrepeso mostró una menor concordancia en niños (Kappa= 0.75) que en niñas (Kappa= 0.87). La prevalencia de sobrepeso evaluada por los criterios CDC/NCHS y WHO mostró en niños y niñas una concordancia moderada (Kappa= 0.52 y Kappa= 0.49, respectivamente). Por último, la concordancia en los valores de sobrepeso con las referencias WHO y IOTF tanto en niños y niñas fue débil (Kappa= 0.34 y Kappa= 0.38, respectivamente). En general, las concordancias fueron más pobres (Kappa < 0.40) entre estos dos últimos criterios que cuando se compararon los criterios WHO y CDC/NCHS.

TABLA 3
Prevalencia (%) de sobrepeso* en escolares del noroeste, México y concordancia por tres referencias

IMC/edad [†]	CDC/NCHS, P85 [‡]	IOTF, ≥ 25 [‡]	Diferencia	Kappa ^{**}
Niños	21.5	16.6	4.9	0.75
Niñas	19.1	18.0	1.1	0.87
Todos	20.3	17.3	3.0	0.82
	CDC/NCHS, P85	WHO, P85	Diferencia	Kappa
Niños	21.5	39.9	18.4	0.52
Niñas	19.1	38.4	19.3	0.49
Todos	20.3	39.2	18.9	0.48
	WHO, P85	IOTF, ≥ 25	Diferencia	Kappa
Niños	39.9	16.6	23.3	0.34
Niñas	38.4	18.0	20.4	0.38
Todos	39.2	17.3	21.9	0.36

*Se incluye obesidad

**Kappa = el acuerdo entre dos referencias es muy buena cuando Kappa= 0.81 a 1.00; buena de 0.61 a 0.80; moderada de 0.41 a 0.60; débil de 0.21 a 0.40 y pobre menor a 0.20

[†]Índice de masa corporal para la edad

[‡]Cortes correspondientes al percentil 85

[‡]Correspondientes a los cortes de un adulto; 25 kg/m²

La Tabla 4 describe la prevalencia encontrada de sobrepeso y obesidad en las zonas rurales y urbanas que abarcó el estudio. No se observaron diferencias en las frecuencias de sobrepeso y obesidad entre estos grupos poblacionales con ninguna de las tres referencias.

TABLA 4
Prevalencia (%) de sobrepeso* en escolares del noroeste de México, por tres referencias de acuerdo al grupo poblacional

IMC/edad [†]	CDC/NCHS, P85 [‡]	WHO, P85 [‡]	IOTF, ≥ 25 [‡]
Urbano (n = 393)	20.6	39.2	18.1
Rural (n = 211)	19.4	37.9	17.1

*Se incluye obesidad

[†]Índice de masa corporal para la edad

[‡]Cortes correspondientes al percentil 85

[‡]Correspondiente a los cortes de un adulto; 25 kg/m²

Nota: No hubo diferencias significativas entre los grupos; probada a p > 0.05; (χ^2)

DISCUSION

La prevalencia de sobrepeso y obesidad evaluada en 604 escolares en el estado de Sonora a través de tres diferentes criterios de IMC/edad, tuvieron una variación de 17.3% a

39.2% según el método de clasificación empleado. En recientes estudios se han comparado estas referencias en distintas poblaciones reportándose inconsistencias similares (7,8,17,18).

Los niños en este estudio mostraron valores mayores de sobrepeso y obesidad que las niñas. La ENN de 1999 reportó una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en niñas (28.6%) que en niños (25.7%) (9). Un estudio reciente con un grupo de escolares de Hermosillo, Sonora (19), estimó un número más elevado de niños con sobrepeso con el estándar WHO, lo cual coincide con nuestros resultados.

En cuanto a la comparación por grupo poblacional, los tres criterios mostraron a las zonas urbanas con valores mayores de sobrepeso y obesidad. Algunas encuestas en Latinoamérica reportan el mismo problema (2) así como la ENN (9). De forma reciente en México, un estudio (20) con escolares reportó en la zona urbana de Tijuana (noroeste del país) una prevalencia de sobrepeso y obesidad de 22.5% (estándar CDC/NCHS) similar a nuestros resultados, mientras que otro (21) reportó en la Ciudad de Chilpancingo (sur del país) una prevalencia de 42.0% con el estándar IOTF, lo que fue mayor a las estimaciones observadas por la ENN de 1999 y por los estudios aquí citados. Por otra parte, un estudio (22) reportó en comunidades rurales del centro y noreste del país, una prevalencia de sobrepeso de 18.1% para el grupo de 6 a 9 años empleando el método IOTF, de acuerdo con los resultados mostrados. Ninguno de los estudios citados, empleó más de una referencia para reportar los datos de sobrepeso y obesidad siendo los únicos el estándar CDC/NCHS y el estándar IOTF.

Los valores distintos en términos de prevalencia pueden deberse tanto al tipo de referencia que se utilice como a la población y el grupo de edad que se evalúe. Se ha descrito una prevalencia mayor de obesidad en niñas (8, 12) y las variaciones parecen aumentar al comparar niños entre 6 y 8 años de edad (7). El estándar IOTF parece ser más sensible para detectar obesidad en niños escolares más que en prepúberes y adolescentes, particularmente en países emergentes (23). En nuestra población se encontró una mejor concordancia entre niñas con los criterios CDC/NCHS y IOTF. Otros, han encontrado una mejor concordancia en niñas con los métodos IOTF y WHO (7).

En el presente estudio se observó de forma apreciable un incremento en la prevalencia total de sobrepeso y obesidad cuando se utilizó la referencia de la WHO en comparación con la de CDC/NCHS y la de la IOTF. Algunas ventajas metodológicas del estándar CDC/NCHS son que deriva de las mismas aproximaciones y de las mismas encuestas que usó Must et al (11), pero abarca una mayor población de referencia al incluir las encuestas NHNES I, II y NHANES I, II, y III. Además, provee un percentil más exacto por mes de edad y de forma característica excluye a los niños mayores

de 5 años de la encuesta NHANES III, donde se observó una alta prevalencia de obesidad. Si bien la referencia de Must et al (11), fue en un inicio recomendada por la WHO, esto solo fue de forma interina en 1995. Actualmente la referencia del CDC/NCHS es la que se recomienda para evaluar a los niños y adolescentes estadounidenses (8).

Por otra parte el criterio de la IOTF bajo el argumento de que puede facilitar las comparaciones internacionales, está ganando mayor aceptación. No obstante tiene mayor probabilidad de ofrecer diferentes resultados que los otros métodos debido a su composición multinacional. Cole et al (12), reconocieron que su referencia es menos que ideal, ya que si bien puede reflejar a poblaciones occidentales, deja de representar a otras regiones del mundo. El estándar IOTF tiene la ventaja de establecer un punto de corte (25 y 30) ligado al de los adultos, lo que puede considerarse menos arbitrario que el percentil 85 y 95. Sin embargo, los límites de riesgo pueden variar entre poblaciones por lo que la nueva clasificación sigue manteniendo limitaciones.

Al comparar el estándar del IOTF y del CDC/NCHS, se observa una mejor concordancia en la estimación de la prevalencia de sobrepeso. El estudio de Wang y Wang (7) mostró que la prevalencia de obesidad utilizando las referencias WHO y IOTF no son comparables. Sin embargo, el estudio realizado por Abrantes et al (18) con niños brasileños, encontró una buena concordancia ($Kappa = 0.82$), aunque reconoce que existen diferencias al usarlas en un nivel individual. Por otra parte, Flegal et al (8), señala ventajas y limitaciones de los 3 métodos pero al igual que Kain et al (17) en Chile, sugieren utilizar el criterio CDC/NCHS. Es probable que las diferencias encontradas en estos estudios puedan estar afectadas por otros factores adicionales como la distribución del IMC en la población de estudio y el sobrepeso (7, 12). Otros factores adicionales son la posibilidad de que el IMC este fuertemente asociado a la talla, clasificando a los niños más altos con sobrepeso (23).

Se reconoce que es necesario usar referencias de IMC/ edad propias para cada población pero no siempre es posible debido a la escasa disponibilidad de dichos datos. La referencia recomendada por la WHO en 1995 y utilizada por la ENN ha quedado prácticamente en desuso. Sin embargo la referencia merece reconsideración ya que al generar altas prevalencias de obesidad puede de hecho reflejar con mayor precisión la situación en poblaciones como las de América Latina. El IMC tiene una menor sensibilidad que el porcentaje de grasa para diagnosticar niños con obesidad y la referencia de la IOTF ha mostrado ser particularmente débil en este diagnóstico y en consecuencia para la predicción de riesgos cardiovasculares (24,25).

En conclusión, la comparación de los métodos CDC/NCHS, WHO y IOTF producen diferentes concordancias y estimaciones en la prevalencia de sobrepeso y obesidad en

escolares para regiones como la del Noroeste de México. Las referencias del CDC/NCHS y IOTF mostraron mejor equivalencia. Aunque la referencia sugerida por la WHO sobrestimó la prevalencia de obesidad de manera importante, pudiera tener una mayor sensibilidad en el diagnóstico debido al alto porcentaje de grasa observado en niños de esta región de México (15,26). El uso de un criterio adecuado es indispensable cuando se realizan comparaciones entre poblaciones por lo que la validación de estas referencias por mediciones de composición corporal debe considerarse en estudios epidemiológicos. Se recomienda el reporte de las tres referencias en estudios con niños mexicanos para permitir comparaciones y generar datos más consistentes.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de Sonora, por su interés y apoyo financiero para la realización de esta investigación. A la Q.B. Elizabeth Artalejo, Q.B. Daniela González y Q.B. Patricia Durán por el apoyo técnico en la recolección de los datos antropométricos para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002;360:473-482.
2. Martorell R, Khan LK, Hughes ML, Grummer-Strawn LM. Obesity in Latinoamerican Women and Children. *J Nutr* 1998;128:1464-1473.
3. Sharma AM. Adipose tissue: a mediator of cardiovascular disease. *Int J Obesity Metab Disord* 2002;26 suppl:5S-7S.
4. De Onis M, Blösner M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. *Am J Clin Nutr* 2000;72:1032-1039.
5. Dietz WH. Childhood weight affects adult morbidity and mortality. *J Nutr* 1998;128: 411S-414S.
6. Guillaume M. Defining obesity in childhood: current practice. *Am J Clin Nutr* 1999;70: 126S-130S.
7. Wang Y, Wang JQ. A comparison of international references for the assessment of child and adolescent overweight and obesity in different populations. *Eur J Clin Nutr* 2002;56:973-982.
8. Flegal KM, Ogden CL, Wei R, Kuczmarski RL, Johnson CL. Prevalence of overweight in US children: comparison of US growth charts from the Centers for Disease Control and prevention with other references values for body mass index. *Am J Clin Nutr* 2001;73:1086-1093.
9. Hernández B, Dommarco J, Shamah T, Cuevas L, Ramirez I, Camacho M, Barquera S. Escolares. En: Dommarco J, Shamah T, Villalpando S, González T, Hernández B, Sepúlveda J, ed. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2001:69-101.

10. World Health Organization Expert Committee. Physical Status: the use and Interpretation of anthropometry. Report of a OMS Expert committee. World Health Organ Tech Rep Ser 1995;854:1-452.
11. Must A, Dallal G, Diets W. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 1991;53:839-846.
12. Cole TJ, Belizy MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Br Med J* 2000;320:1-6.
13. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Straw LM, Flegal KM, Mei Z et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and development. National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat* 11 2002;246:147-148.
14. Hernández B, Cuevas-Nasu L, Shamah-Levy Teresa, Monterrubio EA, Ramírez-Silva CI, García-Feregrino R, Rivera JA, Sepúlveda-Amor J. Factores asociados con sobrepeso y obesidad en niños mexicanos de edad escolar: resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición 1999. *Salud Publica Mex* 2003;45 suppl 4:S551-S557.
15. Ramírez-López E, Grijalva MI, Valencia ME, Ponce JA. Impacto de un programa de desayuno escolares en la prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en niños sonorenses. *Salud Publica Mex* 2005;47:1-8.
16. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33: 159-174.
17. Kain J, Uauy R, Vio F, Albala C. Trends in overweight and obesity prevalence in Chilean Children: comparison of three definitions. *Eur J Clin Nutr*; 2002;56:200-204.
18. Abrantes MM, Lamounier JA, Colosimo EA. Recommendations for the use of body mass index for the classification of overweight and obese children and adolescents. *Food Nutr Bull* 2002;23:262-266.
19. Peña-Reyes ME, Cárdenas-Barahona EE, Cahuich MB, Barragán A, Malina RM. Growth status of children 6-12 years from two different geographic regions of Mexico. *Ann Hum Biol* 2002;29:11-25.
20. Villa-Caballero L, Caballero-Solano V, Chavarria-Gamboa M, Linares-Lomeli P, Torres-Valencia E, Medina-Santillan R, Palinkas LA. Obesity and socioeconomic status in children of Tijuana. *Am J Prev Med*. 2006;30:197-203.
21. Moraes SA, Beltran Rosas J, Mondini L, Freitas IC. Prevalence of overweight and obesity, and associated factors in school children from urban area in Chilpancingo, Guerrero, Mexico, 2004. *Cad Saude Publica*. 2006;22:1289-1301.
22. Sánchez-Castillo CP, Lara JJ, Villa AR, Aguirre J, Escobar M, Gutiérrez H, Chávez A, James WPT. Unusually high prevalence rates of obesity in four Mexican rural communities. *Eur J Clin Nutr* 2001;55:833-840.
23. Wang Y. Epidemiology of Childhood obesity-methodological aspects and guidelines: what is new. *Int J Obes Metab Disord* 2004;28 suppl 3:S21-S28.
24. Zimmermann MB, Gubeli C, Puntener C, Mulinari L. Detection of overweight in a national sample of 6-12-y-old Swiss children: accuracy and validity of reference values for body mass index from the US Centers for Disease Control and Prevention and the International Obesity Task Force. *Am J Clin Nutr* 2004;79:838-843.
25. Janssen I, Katzmarzyk PT, Srinivasan, Chen W, Malina RM, Bouchard C, Berenson GS. Utility of Childhood BMI in the Prediction of Adulthood Disease: Comparison of National and International References. *Obes Res* 2005;13:1106-1115.
26. Cisneros-Tapia R, Navarrete FA, Gallegos AC, Robles-Sardin AE, Mendez RO, Valencia ME. Insulin sensitivity and associated risk factors in Mexican children and adolescents. *Diabetes Care* 2005;28:2546-2547.

Recibido: 19-05-2006

Aceptado: 01-09-2006

Evaluación de la técnica de inmunoseparación magnética para recuperación de *Escherichia coli* O157:H7 en cremas de leche

Tomás Rojas, Yvette Vásquez, Doris Reyes, Carlos Martínez, Luís Medina

Unidad de Microbiología Ambiental, Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Venezuela, Laboratorio de Bacteriología, Hospital Estadal los Samanes, Maracay, Edo Aragua, Venezuela

RESUMEN. La utilidad de la técnica de inmunoseparación magnética (ISM) para la recuperación de *Escherichia coli* O157:H7 en cremas de leche fue evaluada. Se determinó la eficiencia de distintos caldos de enriquecimientos previos a la ISM y se analizaron diferentes agares (diferenciales y/o selectivos) para la siembra del inmunoseparado. Porciones de crema de 25 g, fueron inoculadas con niveles bajos del patógeno (\approx 50, 10 y 1 células/g) para luego ser enriquecidas en agua de peptona buferada con vancomicina (APB-V), agua de peptona buferada con vancomicina y cefixime (APB-VC) y caldo soya tripticasa con vancomicina, cefixime y telurito (CST-VCT) incubándose a 35°C / 18 horas. Transcurrida la incubación se aplicó ISM y el inmunoseparado se sembró en agar MacConkey sorbitol (AMS), agar MacConkey sorbitol con telurito y cefixime (AMS-TC) y agar cromogénico con telurito y cefixime (ACRG-TC). Se observó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en los porcentajes de recuperación según el caldo de enriquecimiento empleado, obteniéndose las mayores tasas de recuperación con el uso de CST-VCT para los tres niveles de inóculo. Los valores de recuperación no variaron significativamente ($p < 0,05$) según el agar utilizado, mientras que el número de células inoculadas impacta los porcentajes de recuperación, siendo mayor según aumenta el inóculo. Se concluye la técnica de inmunoseparación magnética es un método sensible para la recuperación de *Escherichia coli* O157:H7 en cremas de leche, recomendándose como esquema de aislamiento el enriquecimiento en CST-VCT, aplicación de ISM, y siembra del inmunoseparado en medio no selectivo (AMS) y medio selectivo (AMS-TC o ACRG-TC).

Palabras clave: *Escherichia coli* O157:H7, inmunoseparación magnética, productos lácteos.

INTRODUCCION

En la actualidad se reconocen cinco clases de *Escherichia coli* enterovirulentas las cuales frecuentemente causan trastornos gastrointestinales en el hombre y otros animales, a través de distintos mecanismos de patogenicidad. De estos grupos es quizás el enterohemorrágico el que mayor peligrosidad representa, por cuanto pueden causar trastornos tan severos que incluso ocasionan la muerte (1). En este grupo se incluye el serotipo O157:H7, el cual, fue reconocido como patógeno transmitido por alimentos a partir del año 1982, luego

SUMMARY. Evaluation of the technique of immunomagnetic separation for recovery of *Escherichia coli* O157:H7 in milk creams. The utility of immunomagnetic separation (IMS) for the recovery of *Escherichia coli* O157:H7 in milk creams was evaluated. The efficiency of different pre-enrichments broths previous to ISM was determined and different agars were analyzed (differential and/or selective) for plating of the immunobeads. Portions of 25 g from milk creams were inoculated with pathogen low levels (50, 10 and 1 cell/g) and then, were enriched in buffered peptone water with vancomycin (BPW-V), buffered peptone water with vancomycin and cefixime (BPW-VC) and triptone soya broth with vancomycin, cefixime and tellurite (TSB-VCT) being incubated 35°C/18 hours. Then, IMS was applied and immunobeads were plated onto sorbitol MacConkey agar (SMA), sorbitol MacConkey agar with cefixime and tellurite (SMA-CT) and chromogenic agar with tellurite and cefixime (CRGA-TC). It was observed significant differences ($p < 0,05$) in the recovery percentages according to the pre-enrichment broth used, being obtained the biggest recovery rates with the use of TSB-VCT for the three inocula levels. The recovery rates did not vary significantly ($p < 0,05$) among the utilized agars, while the number of inoculated cells impacts the recovery percentages, being bigger as it increases the inocula. In conclusion, IMS is a sensitive method for the recovery of *Escherichia coli* O157:H7 in milk creams, recommending for isolation of this pathogen, the enrichment in TSB-VCT, application of IMS, and plating of immunobeads onto nonselective agar (SMA) and selective agar (SMA-TC or CRGA-TC).

Key words: *Escherichia coli* O157:H7, immunomagnetic separation, dairy products.

de algunos brotes acaecidos en los Estados Unidos donde los vehículos involucrados fueron alimentos expendidos en locales de comida rápida (2,3). Los alimentos asociados comúnmente con la transmisión de este microorganismo, incluyen: carne molida con cocción inadecuada, leche no pasteurizada y sus derivados, jugos de frutas no pasteurizados, vegetales crudos y con procesamiento mínimo, así como también, agua de consumo humano y de recreación (4).

La patogenicidad de este microorganismo está asociada con un importante número de factores de virulencia, que incluyen, la producción de dos potentes toxinas conocidas

como toxinas del tipo Shiga, por su relación con la toxina Shiga producida por *Shigella dysenteriae* tipo 1, y que también son conocidas como verotoxinas por sus efectos citopáticos sobre las células VERO. Estas se clasifican en tipo I o tipo II según sus particularidades antigénicas, y a su vez dentro de cada tipo existen subtipos basados también en sutiles diferencias antigénicas que hablan de la complejidad estructural de dichas toxinas(5). El blanco principal de estas toxinas es la subunidad 28 s del ARN ribosomal, lo que produce inhibición de la síntesis de proteínas produciendo muerte celular. Son especialmente susceptibles las células del epitelio intestinal y las células endoteliales de los vasos sanguíneos renales (6). Los síntomas asociados con la infección por este patógeno incluyen la aparición brusca de colitis hemorrágica caracterizada por dolor abdominal, diarrea acuosa con sangre, fiebre, postración general, pudiendo surgir, otros síndromes de extrema gravedad entre los que se incluyen púrpura trombocitopénica, anemia hemolítica y síndrome urémico hemolítico (7).

A pesar de la aparente facilidad con la que *Escherichia coli* O157:H7 puede llegar a un alimento y adaptarse a las condiciones del mismo, generalmente ésta se encuentra en bajo número. Esto cobra aún más relevancia por el hecho de que la dosis infecciosa es baja, siendo reportada en sólo unas pocas células/g de alimento (8). Ante esto, es necesario utilizar métodos de aislamiento que garanticen la recuperación de este patógeno sobre todo en alimentos con matrices complejas y en presencia de una flora acompañante abundante. En este sentido la técnica de inmunoseparación magnética (ISM), ha surgido como una herramienta de utilidad para su aislamiento, sin embargo, algunos autores han reportado dificultades en su aplicación, en especial por la absorción inespecífica de ciertos grupos microbianos en especial de la familia *Enterobacteriaceae*. También se expresan dificultades cuando este patógeno es sometido a estrés por procesamiento y al aplicar la ISM no se obtienen los resultados adecuados (9-11).

Ante lo planteado, algunos estudios se han dirigido para lograr el establecimiento de metodologías que tienen como eje central la ISM, aplicando variaciones en cuanto a las condiciones de enriquecimiento del alimento para inhibir la flora acompañante y aumentar el número de blancos de *Escherichia coli* O157:H7 a ser capturados, todo esto variando el tipo de caldo y el uso de sustancias inhibitorias, y además, optimizar el aislamiento del inmunoseparado a través de distintos tipos de medios de aislamiento selectivos y diferenciales una vez aplicada la ISM (9,12,13), todo esto con la finalidad de lograr el mejor protocolo para la ISM que garantice el máximo de eficiencia en la recuperación del microorganismo según las características del alimento.

En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo la evaluación de distintos esquemas de aislamiento para *Escherichia coli* O157:H7 utilizando como eje central la técnica de ISM, y empleando como sustrato, cremas de leche

no pasteurizadas inoculadas artificialmente con distintos niveles del patógeno; destacándose que este producto posee todas las características potenciales para ser un vehículo para este microorganismo, dadas las condiciones de manufactura del mismo, que en términos generales, no guarda las mínimas condiciones de higiene, aspecto que a sido evaluado a través de distintos estudios y los cuales reflejan que la calidad de las cremas de leche que se expenden en el país aparentemente no está ajustada a la normativa oficial (14,15). A tal efecto, las variaciones en el protocolo de la ISM incluyó el uso de distintos caldos de enriquecimiento previos a la ISM y utilización de distintos medios selectivos y/o diferenciales para el aislamiento del microorganismo una vez aplicada la ISM.

MATERIALES Y METODOS

Enumeración de aerobios mesófilos y coliformes totales en las cremas de leche: Con la finalidad de conocer la calidad microbiológica de las muestras de crema de leche, con las cuales se prepararon las unidades experimentales (porciones de 25 g c/u preparadas a partir de una mezcla madre de cremas de leche) que fueron inoculadas artificialmente, se analizaron un total de 20 unidades, determinándose el recuento de aerobios mesófilos y coliformes totales. Las mismas se adquirieron en un mercado popular de la ciudad de Valencia obteniéndose siempre unidades de la misma marca, siendo trasladadas al laboratorio bajo condiciones de refrigeración ($5 \pm 2^\circ\text{C}$) y analizadas a la brevedad posible. Se analizaron en el lapso de cuatro semanas consecutivas a razón de 5 unidades por semana. La metodología utilizada es la descrita por la American Public Health Association (16).

Aislado de *Escherichia coli* O157:H7 utilizado para la inoculación de las unidades experimentales: El aislado utilizado para la inoculación de las unidades experimentales fue una cepa de *Escherichia coli* O157:H7 verotoxigénica, adquirida de la colección del Centro Venezolano de Colecciones de Microorganismos (CVCVM), catalogada como ATCC: 35150 (N° de acceso en el CVCVM: 422). Este aislado se mantuvo viable por repiques en agar cerebro corazón (ACC) semisólido incubado a temperatura ambiente, realizando subcultivo cada dos meses. Antes de la preparación del inóculo, se determinó la pureza del aislado por cultivo en agar soya tripticasa incubado por 24 horas/ 35°C , confirmándose por siembra en agar MacConkey sorbitol (AMS) (24 horas/ 35°C), test bioquímicos (fenotipia) y caracterización serológica con antisuero monoclonal específico de grupo O157 (Fuvesin, Biomedicina, UCV, Venezuela).

Preparación del inóculo: Para la obtención del inóculo a utilizar para la contaminación artificial de las unidades experimentales, el aislado de *Escherichia coli* O157:H7 se

cultivó en caldo soya tripticasa (CST) incubándose a 37°C por 18 horas. A partir de este cultivo se tomó un volumen y se preparó una dilución en buffer fosfato salino-twen 20 (PBS-T20) ajustándose la densidad bacteriana de la misma, a la equivalente del patrón de MacFarlan N° 5 ($1,2 \times 10^8$ células/ml), utilizando un espectrofotómetro (Spectronic-20, Bausch-Lomb, USA) a una absorbancia de 520 nm. Ajustada esta suspensión se procedió a la preparación de diluciones decimales en PBS-T20 con la finalidad de inocular las unidades experimentales.

Preparación de las unidades experimentales y contaminación artificial con la suspensión de *Escherichia coli* O157:H7: A partir de 5 unidades de crema de leche, cuyas características ya fueron descritas, se tomaron 200 g por unidad para preparar una mezcla madre y partir de ésta obtener las unidades experimentales. Estas últimas estuvieron constituidas por porciones de 25 g cada una, depositadas en bolsas plásticas de cierre hermético previamente esterilizadas por UV. Las mismas, fueron inoculadas con 250 µl de la dilución decimal adecuada (suspensión de *E. coli* O157:H7 en PBS-T20), para obtener niveles de inóculo de aproximadamente 50, 10 y 1 célula por g de crema de leche según la metodología descrita por Hara-Kudo y col. (10); cada uno de los inóculos fueron ensayados para tres caldos de enriquecimiento, para la posterior aplicación de la ISM, y luego la siembra del inmunoseparado en tres medios de aislamiento distintos. Simultáneamente a porciones de 25 g de crema sin inocular se les practicó los mismos protocolos de aislamiento, basados en ISM, para descartar la presencia del microorganismo en forma natural. Estas muestras sin inocular se consideraron como controles negativos. Todos los experimentos se realizaron por triplicado.

Aplicación de los protocolos de IMS para la recuperación y aislamiento de *Escherichia coli* O157:H7 en las unidades experimentales

Enriquecimiento: Para comparar la eficiencia de tres caldos de enriquecimiento previos a la ISM, se procedió a la incubación de las unidades experimentales contaminadas y sin contaminar, en tres tipos de caldos: agua de peptona buferada suplementada con vancomicina (8 mg/ml) (APB-V), agua de peptona buferada suplementada con vancomicina y cefixime (50 ng/ml) (APB-VC) y caldo soya tripticasa suplementado con vancomicina, cefixime y telurito (2,5 µg/ml) (CST-VCT). Se adicionó por cada unidad experimental 225 ml del caldo respectivo y se incubó a 35°C por 18 horas. Transcurrida la incubación, se tomaron alícuotas de 1 ml de caldo por cada unidad experimental y se depositaron en 9 ml de PBS-T20, preparándose a partir de esta suspensión diluciones decimales hasta el orden de 10^{-3} ; de esta última se

tomó el volumen correspondiente para aplicar la ISM.

Aplicación de la ISM y aislado del inmunoseparado en medios diferenciales y selectivos: A partir de la suspensión 10^{-3} , se tomó 1 ml y se depositó en tubos Eppendorf de 1,5 ml donde previamente se colocó 20 µl de la suspensión de esferas magnetizadas recubiertas con anticuerpos específicos para *Escherichia coli* O157 (Dynabeads anti-*E. coli* O157, DYNAL BIOTECH, Oslo; Dinamarca). Esta Mezcla fue colocada en vórtex por 10 min a temperatura ambiente y bajas revoluciones. Transcurrida la incubación, los tubos se colocaron en el equipo de inmunoseparación (MPC-10, DYNAL BIOTECH, Oslo; Dinamarca), aplicándose un campo magnético para la concentración de las esferas. El sobrenadante fue descartado, retirándose el magneto y resuspendiéndose el inmunoseparado en solución de lavado (PBS-T20 salino, pH 7,0); este procedimiento fue repetido por 5 veces consecutivas. De la suspensión obtenida en el último lavado se procedió a tomar alícuotas de 25 µl cada una, las cuales fueron depositadas sobre agar MacConkey sorbitol (AMS), agar MacConkey sorbitol suplementado con telurito y cefixime (AMS-TC) y agar cromogénico (Himedia Laboratpries, Bombay, India) suplementado con telurito y cefixime (ACRG-TC), incubándose a 35°C por 24 horas. Se realizó recuento de colonias típicas no fermentadoras de sorbitol en agar AMS y AMS-TC y MUG negativas en ACRG-TC comparándolas con el crecimiento patrón del aislado ATCC: 35150 sobre estos medios. Una muestra aleatoria (constituida por 5 colonias típicas) de los aislamientos incoloros obtenidos sobre estos tres medios, fueron confirmados como *Escherichia coli* O157, a través de caracterización bioquímica (fenotipia) y serológica (antisuero anti-*E. coli* O157, FUVESIN-UCV, Caraca, Venezuela). Esta muestra aleatoria se uso para la obtención del porcentaje de células viables de *Escherichia coli* O157:H7 recuperadas por cada tratamiento.

Análisis de los datos: A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza multifactorial (ANOVA) y una prueba de intervalos múltiples de Duncan, utilizando el paquete estadístico Statgraph versión 2,1.

RESULTADOS

Enumeración de aerobios mesófilos y coliformes totales: En la Tabla 1, se compendia el recuento de aerobios mesófilos y coliformes totales en cremas de leche obtenidos en un período de cuatro semanas (5 unidades de crema/semana). El número promedio de aerobios mesófilos fue de $6,3 \times 10^7$ UFC/g con un recuento máximo de $2,1 \times 10^8$ UFC/g hacia la tercera semana y un mínimo de $6,7 \times 10^6$ UFC/g, en la primera semana. La media para coliformes totales se ubicó en $2,6 \times 10^4$ UFC/g, siendo su valor máximo de $8,0 \times 10^4$ UFC/g

(tercera semana) y $1,2 \times 10^2$ UFC/g la menor cifra (primera semana). Del total de muestras analizadas ($n=20$), el 100% de las mismas estuvo fuera de especificación, para ambos indicadores sanitarios según la normativa vigente nacional e internacional.

TABLA 1
Recuento de aerobios mesófilos y coliformes totales en cremas de leche

Semana [†]	Aerobios mesófilos		Coliformes totales	
	Recuento (UFC/g)	DS*	Recuento (UFC/g)	DS
1	$6,7 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$3,4 \times 10^2$	$4,8 \times 10^2$
2	$2,6 \times 10^7$	$4,2 \times 10^7$	$3,1 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$
3	$2,1 \times 10^8$	$4,4 \times 10^8$	$8,0 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$
4	$7,4 \times 10^6$	$6,2 \times 10^6$	$2,4 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$
Total [‡]	$6,3 \times 10^7$	$2,2 \times 10^8$	$2,6 \times 10^4$	$4,4 \times 10^4$

*Desviación estandar.

[†] Se analizó un total de cinco (5) muestras por semana.

[‡] $n = 20$ muestras.

Comparación de los caldos de enriquecimiento: El tipo de caldo utilizado para el enriquecimiento de las unidades experimentales de crema de leche influyó significativamente ($p < 0,05$) en el porcentaje de recuperación del aislado de *Escherichia coli* O157:H7 inoculado artificialmente. Los Gráficos 1, 2 y 3, demuestran los porcentajes de recuperación según el caldo y medio de aislamiento utilizado, considerando los tres niveles de inóculo. Los mayores porcentajes de recuperación se obtuvieron con el caldo CST-VCT, denotando valores entre 90% y 85% para el inóculo de 50 cel./g, entre un 65% y 55% con 10 cel./g y un 85% y 30% en niveles de 1 cel./g, según el agar de aislamiento utilizado. Considerando los tres niveles de inóculo y los diferentes agares diferenciales y/o selectivos ensayados, el porcentaje promedio de recuperación de aislados viables del patógeno, al utilizar CST-VCT, fue del 70%. Estos porcentajes disminuyeron significativamente ($p < 0,05$) con el enriquecimiento en APB-V y APB-VC. El rango de recuperación cuando se utilizó APB-V estuvo comprendido entre 80% y 40% para inóculos de 50 cel./g, disminuyendo significativamente, con niveles de inoculación de 10 y 1 cel./g respectivamente. Valores similares se obtuvieron con el enriquecimiento en APB-VC, de este modo, unidades experimentales contaminadas con 50 cel./g del patógeno arrojaron porcentajes de recuperación en un rango del 85% a 68%, mientras que con inóculos de 10 cel./g y 1 cel./g el promedio de recuperación fue de 40% y 43,5% respectivamente. El análisis de los datos indica, que los porcentajes de recuperación, al utilizar tanto APB-V como APB-VC, no difieren significativamente entre sí.

GRAFICO 1

Porcentaje de aislamiento de *Escherichia coli* O157:H7 confirmado por bioquímica y serología; inóculo de 50 cel/g de crema de leche

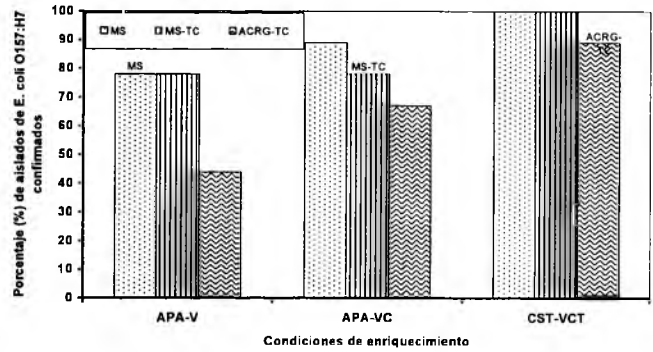


GRAFICO 2

Porcentaje de aislamiento de *Escherichia coli* O157:H7 confirmado por bioquímica y serología; inóculo de 10 cel/g de crema de leche

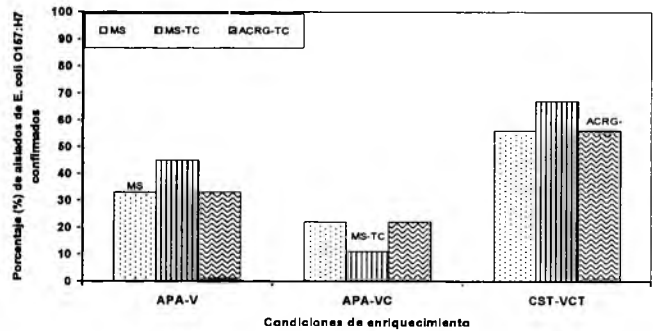
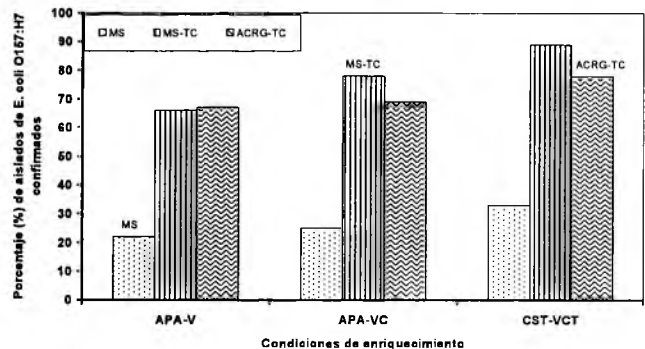


GRAFICO 3

Porcentaje de aislamiento de *Escherichia coli* O157:H7 confirmado por bioquímica y serología; inóculo de 1 cel/g de crema de leche



Comparación de medios de aislamiento: No existió diferencia significativa en el porcentaje de células recuperadas y confirmadas como *Escherichia coli* O157:H7 según el medio de aislamiento utilizado ($p > 0,05$). El comportamiento del aislado en los agares AMS, AMS-TC y ACRG-CT es reflejado en los Gráficos 1, 2 y 3. Las variaciones en los porcentajes de recuperación son influenciados, por las condiciones de enriquecimiento y no por el tipo de agar diferencial o selectivo usado. Del mismo modo, la flora asociada aparentemente no mostró indicios de haber sido afectada por el uso de sustancias inhibitoras o reveladores cromogénicos suplementadas en dichos agares (datos no tabulados).

Comportamiento de las tasas de recuperación según el nivel de inóculo: El nivel de inóculo influyó significativamente ($p < 0,05$) en la tasa de recuperación de células del patógeno para los distintos protocolos de aislamiento. La recuperación fue mayor en las unidades experimentales inoculadas con 50 cel./g, promediando un 83% de aislamientos positivos cuando se usó el esquema CST-VCT/ISM/+siembra en AMS/AMS-TC/ACRG-CT, un 78% para APB-V/ISM/+siembra en AMS/AMS-TC/ACRG-TC y 68% con APB-VC/ISM+siembra en AMS/AMS-CT/ACRG-CT. Para los inóculos de 10 cel./g y 1 cel./g, los porcentajes de recuperación fueron significativamente menores. En promedio, el esquema CST-VCT/ISM+siembra en AMS/AMS-TC/ACRG-TC, permitió un porcentaje de recuperación de 58 % para el nivel de 10 cel./g y 62% para inóculos de 1 cel./g. Con APB-V/ISM+siembra AMS/AMS-TC/ACRG-TC la recuperación promedio, para los niveles de 10 y 1 cel./g, fue del 50% y 38% respectivamente. Al utilizar APB-VC/ISM+siembra AMS/AMS-TC/ACRG-TC un 16% de los aislados, para el inóculo de 10 cel./g, fueron confirmados como *Escherichia coli* O157:H7, mientras que un 55% de los aislados resultaron positivos con este esquema para inóculos de 1 cel./g.

DISCUSION

El ganado bovino ha sido identificado como uno de los principales reservorios de *Escherichia coli* O157:H7 verotoxigénicas en regiones como Norteamérica, Europa y Asia, donde se reportan porcentajes de colonización que varían entre un 1,5% y 10% en rebaños de pastoreo (4). Así mismo, en Latinoamérica, algunos estudios reportan datos cercanos a estos resultados en cuanto a tasas de colonización del ganado vacuno (17,18). Es por esto, que la mayor cantidad de brotes ocurridos en estas áreas geográficas han tenido su asociación con alimentos de origen bovino en especial derivados lácteos y de los cuales, un gran porcentaje han tenido consecuencias graves para la población afectada.

Esto permite inferir que las cremas de leche que se expenden en mercados populares de Venezuela, representan

un derivado lácteo con todas las potencialidades para ser vehículo de muchos patógenos, entre ellos, *Escherichia coli* O157:H7. De hecho, del análisis microbiológico efectuado sobre las cremas de leche utilizadas en el presente estudio se desprende que su calidad sanitaria no es la más apropiada. El recuento de aerobios mesófilos fue de $6,3 \times 10^7$ UFC/g, mientras que el número de coliformes totales se ubicó en $2,6 \times 10^4$ UFC/g, valores que se encuentran fuera de especificación según las normativas Venezolanas de calidad alimentaria (19). En estudios previos esta condición de precariedad higiénica del producto ha sido reportada, incluyendo tanto cremas de leche pasteurizadas como no pasteurizadas. Pita y Reyes (15), en un estudio sobre cremas de leche no pasteurizadas, reportan que el 100% de las unidades analizadas presentaron recuentos de aerobios mesófilos por encima de los niveles permisibles y un 75% contienen cifras de coliformes totales, fuera de los parámetros establecidos por las normas regulatorias. De igual forma, de Tamsut y García (14), al evaluar cremas de leche pasteurizadas obtuvieron resultados comparables, reportando un 75% de las muestras fuera de la normativa nacional e internacional en relación con el número de aerobios mesófilos, y un 91% de las mismas con recuentos de coliformes totales por encima de lo permitido.

Ante estas evidencias sobre la poca calidad sanitaria que presentan las cremas de leche, condicionada por la presencia de un elevado número de microorganismos saprófitos y quizás algunos patógenos, este producto resultó ser un sustrato adecuado para desafiar la utilidad de la ISM como método de aislamiento de *Escherichia coli* O157:H7, microorganismo que de encontrarse en el producto estará en bajo número. Otro aspecto importante es lo relacionado con sus características tales como el contenido graso y proteico, presentándose como una matriz compleja para la recuperación de este germen. Esto permite inferir que de existir contaminación por *Escherichia coli* O157:H7 es necesario aumentar su número e inhibir considerablemente la flora acompañante, de allí que la relación de un adecuado caldo de enriquecimiento previo a ISM, así como el uso de medios selectivos y diferenciales para la siembra del inmunoseparado es indiscutible.

En este estudio se demostró la influencia que ejerce, el tipo de caldo de enriquecimiento seleccionado, en la proporción de células viables de *Escherichia coli* O157:H7 recuperadas a partir de cremas de leche inoculadas artificialmente. Los resultados obtenidos al evaluar tres caldos de enriquecimiento suplementados con distintas sustancias inhibitoras, denotan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el porcentaje de aislamientos confirmados como *Escherichia coli* O157:H7 según el caldo de enriquecimiento aplicado. El enriquecimiento en CST-VCT resultó el de mayor eficiencia para el incremento del número de blancos a ser capturados por ISM (Gráficos 1, 2 y 3). El porcentaje de colonias del patógeno confirmadas fue en promedio del 70%,

porcentaje obtenido sobre la base de los tres medios de aislamiento y los tres niveles de inóculo ensayados. Estos valores fueron significativamente menores con el uso de APB-V y APB-VC, ubicándose en 52% y 50% respectivamente. Datos aportados por otros autores, denotan diferencias considerables, en las tasas de recuperación de este patógeno al aplicar ISM, según el procedimiento de enriquecimiento empleado (10,20,21). En este sentido, muchos factores tales como tiempo de incubación, temperatura, composición del medio, pH y uso de sustancias inhibitoras (antibióticos y/o sales inorgánicas) afectan el crecimiento y posterior detección de este microorganismo.

Comparando los resultados de este estudio con datos aportados por otros autores se puede determinar que el caldo CST, suplementado con distintas sustancias inhibitoras, ofrece resultados variables en cuanto a su eficiencia como medio de enriquecimiento para la recuperación de *Escherichia coli* O157:H7 en matrices complejas, incluyendo alimentos y heces, caracterizadas éstas por la presencia de una microflora abundante. En este sentido, Hara-Kudo y col. (10), describen excelentes porcentajes de recuperación en el aislamiento de los serotipos O26 y O157 en cárnicos al enriquecer en CST suplementado con cefixime, cefsulodin y vancomicina al igual que con CST-VCT, ensayando inclusive distintas temperaturas de incubación (37 y 42°C). Así mismo, Ogden y col. (11), al utilizar CST suplementado con novobiocina y sales biliares obtuvieron una alta proporción de aislamientos viables recuperados, en alimentos tales como quesos, cidras de manzana y peperoni. Sin embargo, en algunos reportes la utilidad del CST ha sido desestimada, de hecho, Voitoux y col. (21), destacan el bajo desempeño del CST, bien sea sólo o con la adición de inhibidores, en comparación con el caldo EC con novobiocina en la recuperación de este patógeno en carne molida y alfalfa.

Al igual que en el análisis anterior, la eficiencia de APB, suplementada o no con distintos inhibidores, presenta amplia variabilidad en sus índices de eficiencia en la recuperación de *Escherichia coli* O157:H7 según el tipo de sustrato a enriquecer. Foster y col. (22), en un estudio efectuado en heces de bovinos, hallaron excelentes resultados en la recuperación del microorganismo al utilizar APB sin inhibidores y acoplada a ISM; destacan la habilidad de APB en favorecer la recuperación de células lesionadas. No obstante, estos mismos autores al enriquecer en APB suplementada con vancomicina, cefsulodin y cefixime reportaron una disminución significativa en las tasas de recuperación en este mismo sustrato. Así mismo, Chapman y col. (23), al usar APB sin aditivos, lograron tasas de recuperación cercanas al 72,6%. Esto refleja que el tipo de enriquecimiento a aplicar sobre el sustrato, previo a ISM, es un elemento vital para no subestimar la presencia del patógeno en un alimento u otro sustrato, por cuanto, tanto en este estudio como en investigaciones anteriores, es muy variable la

respuesta de la ISM según el caldo empleado, de hecho, en la presente investigación el desenvolvimiento de los caldos APB-V y APB-VC fue menos eficiente en comparación con CST-VCT. En todo caso, la recomendación más importante es poder aplicar al menos dos tipos de caldos para garantizar una mayor probabilidad en la recuperación.

En los Gráficos 1, 2 y 3, se presenta además, el efecto que sobre los porcentajes de recuperación ejerció el tipo de medio diferencial y/o selectivo ensayado. Tal y como fue descrito, el tipo de agar de aislamiento no influyó significativamente en los porcentajes de recuperación. Tanto el AMS como el AMS-TC arrojaron resultados similares en la proporción de células confirmadas como *Escherichia coli* O157:H7, así mismo, estos dos medios, en relación con la eficiencia de un medio cromogénico ensayado, no fue significativa ($P > 0,05$). Muchos autores destacan la importancia en la selección del agar de aislamiento para la siembra del inmunoseparado, por cuanto, permitirá la adecuada diferenciación del patógeno frente a un grupo considerable de flora acompañante que debería ser inhibida. Esto cobra aún mayor fuerza dado el reporte, por parte de muchos autores, sobre la absorción inespecífica de grupos bacterianos (*Proteus spp*, *Enterobacter spp*, otros serotipos de *E. coli*) distintos a *Escherichia coli* O157, que sobre las inmunoperlas ocurre al aplicar la ISM, aspecto que también fue corroborado en el presente estudio (datos no tabulados) (9,24). El agar AMS es el medio recomendado dada la incapacidad de los serotipos O157 de fermentar el sorbitol, lo que facilita su reconocimiento en este medio, además de la ausencia de sustancias inhibitoras favorece la recuperación de células estresadas (11). Sin embargo, la existencia de otros géneros de la familia *Enterobacteriaceae* incapaces de fermentar el sorbitol puede inducir falsos positivos. En este sentido, es recomendable la adición de sustancias inhibitoras como antibióticos (cefixime, cefsulodin, vancomicina) o sales inorgánicas (telurito) para hacerlo selectivo frente a estos géneros de la familia *Enterobacteriaceae* que interfieren en el reconocimiento de *Escherichia coli* O157. Sin embargo, los datos aportados por este estudio no permiten establecer una diferencia en cuanto a la proporción de células de *Escherichia coli* O157:H7 al usar AMS y los medios inhibidores AMS-TC o ACRG-TC. No obstante, autores como Weagant y col. (12), obtuvieron resultados satisfactorios con la aplicación de AMS-TC y un medio cromogénico para la siembra del inmunoseparado. Con este último se logró discernir claramente entre los aislados MUG positivos y las colonias de *Escherichia coli* O157 MUG negativas. En este mismo orden, Restaino y col. (25), al emplear un medio cromogénico, sin compuestos inhibitoras, logró eficiencia en la recuperación del patógeno, siendo significativamente mayores, la proporción de células recuperadas, en comparación con el agar AMS. Esta variabilidad en los datos aportados por diferentes autores

indica que las probabilidades de recuperación aumentan en función del abanico de posibilidades que se le ofrezca a las células adheridas a las inmunoperlas para desarrollarse, lo que implica utilizar desde medios menos selectivos a medios de mayor selectividad. Además, es importante reconocer que en la selección del medio también juega un papel importante la propiedad que presente el medio para poder distinguir más de una característica fenotípica del serotipo O157, es decir su incapacidad para fermentar el sorbitol e incapacidad para hidrolizar el ácido β -D-glucurónico aspecto que se destaca en muchos medios comerciales conocidos como cromogénicos.

Se desprende del presente estudio que la técnica ISM resultó ser una herramienta valiosa para la recuperación de *Escherichia coli* O157:H7 en una matriz compleja como cremas de leche a inóculos bajos. Aunque se observó diferencias significativas en los porcentajes de recuperación para los tres inóculos ensayados se logró su recuperación en cada uno de ellos, ubicándose siempre para los distintos tratamientos aplicados, sobre el 50%. En conclusión, la eficiencia de la técnica está condicionada por el tipo de caldo de enriquecimiento, el número en que se encuentre este patógeno, así como, la calidad y cantidad de la flora asociada. En función de esto se puede establecer que el mejor esquema de aislamiento, sobre la base de ISM, para recuperar *Escherichia coli* O157:H7 en cremas de leche sería el enriquecimiento de la muestra en CST-VCT incubado a 35°C por 24 horas, aplicación de ISM y siembra tanto en medio diferencial poco selectivo (AMS) y uso de algún medio diferencial cromogénico suplementado con alguna sustancia inhibidora.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo brindado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela (CDCH-UC), por el financiamiento parcial del presente proyecto, así como también, al Personal Técnico del Departamento de Microbiología de la facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo por el soporte técnico.

REFERENCIAS

- DeCory RT, Durst RA, Zimmerman SJ, Garringer LA, Paluca G, DeCory HH, *et al.* Development of an immunomagnetic assay for rapid detection of *Escherichia coli* O157:H7 in aqueous samples and comparison of the assay with a standard microbiological method. *Appl Environ Microbiol.* 2005; 71(4): 1856-1854.
- Pradel N, Livrelli V, De Champs C, Palcoux J, Reynaud A, Scheutz F, *et al.* Prevalence and Characterization of shiga-toxin-producing *Escherichia coli* isolated from cattle, food and children during a one year prospective study in France. *J Clin Microbiol.* 2000; 38 (9): 1023-1031.
- Hiramatsu R, Matsumoto M, Miwa Y, Suzuki Y, Saito M and Miyasaki, Y. Characterization of shiga toxin-producing *Escherichia coli* O26 strains and establishment of selective isolation media for these strains. *J Clin Microbiol.* 2002; 40 (3):922-925.
- MacDonough P, Rossiter C, Rebhum R, Stehman S, Lein D and Shin S. Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 from cull dairy cows in New York state and comparison of culture methods used during preharvest food safety investigations. *J Clin Microbiol.* 2000; 38(1): 318-322.
- Osawa R., Iyoda S, Nakayama S, Wada A, Yamai, S. and Watanabe H. Genotypic variations of Shiga toxin-converting phages from enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 isolates. *J Med Microbiol* 2000; 49: 565-574.
- Stephan R and Untermam F. Virulence factors and phenotypic traits of verotoxin-producing *Escherichia coli* strains isolate from asymptomatic human carriers". *J Clin Microbiol.* 1999; 37 (5): 1570-1572.
- Chiueh L, Shiang W and Shih D. Characterization of *Escherichia coli* serotype O157 strains isolated in Taiwan by PCR and multilocus enzyme analysis. *J Food. And Drug Analysis.* 2001; 9(1): 12-19
- Fujisawa T, Sata S, Aikawa K, Takahashi T, Yamai S and Shimada T. Modification of sorbitol MacConkey sorbitol medium containing cefixime and tellurite for isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from radish sprouts. *Appl Environ Microbiol.* 2000; 66(7): 3117-3118.
- Tomoyasu T. Improvement of the immunomagnetic separation methods selective for *Escherichia coli* O157 strains. *Appl Environ Microbiol.* 1998; 64(1): 376-382.
- Hara-Kudo Y, Ikeda M, Kodaka H, Nakagawa H, Goto K, Masuda H, *et al.* "Selective enrichment with a resuscitation step for isolation of freeze-injured *Escherichia coli* O157:H7 from Foods". *Appl Environ Microbiol.* 2000; 66(7): 2866-2872.
- Ogden I, Hepburn N and MacRae R. "The optimization of isolation media used in immunomagnetic separation methods for detection of *Escherichia coli* O157 in food". *J Appl Microbiol.* 2001; 91: 373-379.
- Weagant S and Bound R. Evaluation of techniques for enrichment and isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from artificially contaminated sprouts". *Int J Food Microbiol.* 2001; 71(1):87-92.
- Novicki TJ, Daly JA, Mottice SL, and Carroll KC. Comparison of sorbitol MacConkey agar and a two-step method which utilizes enzyme-linked immunosorbent assay toxin testing and a chromogenic agar to detect and isolate enterohemorrhagic *Escherichia coli*. *J Clin Microbiol.* 2000; 38 (2): 547-551.
- de Tamsut, L y García, E. "Calidad microbiológica de las cremas de leche pasteurizadas elaboradas en Venezuela". *Arch Latinoamer Nutri.* 1999; 49(1):76-80.
- Pita, M y Reyes, C. Calidad microbiológica y caracterización de *Escherichia coli* O157 en cremas de leche no pasteurizadas de fabricación artesanal. Tesis de Pregrado. Escuela de Bioanálisis, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. 2003.

16. American Public Health Association (APHA). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Third edition. Compilado por la APHA technical committee on microbiological methods for foods. Washington DC. 1992.
17. Chinen I, Tanaro J, Miliwebsky E, Lound L, Chillemi G, Ledri S, *et al.* Isolation and characterization of *Escherichia coli* O157:H7 from retail meats in Argentina. *J Food Prot.* 1999; 64(9):1346-1351.
18. Rivas M, Caletti M, Chinen I., Refi S, Roldán C, Chillemi G, *et al.* Home-prepared hamburger and sporadic hemolytic uremia syndrome, Argentina. *Emerg Inf Dis.* 2003; 9(9): 1184-1186.
19. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Crema de leche para consumo directo. 1993; Norma 3046-93. Venezuela.
20. Lejeune JT, Besser TE, Rice DH, and Hancock DD. Methods for isolation of water-borne *Escherichia coli* O157. *Lett Appl Microbiol.* 2001; 32: 316-320.
21. Voitoux E, Lafarge V, Collette C, and Lombard B. Applicability of the draft standard method for the detection of *Escherichia coli* O157 in dairy products. *Int J Food Microbiol.* 2002; 77(3): 213-221.
22. Foster G, Hopkins G, Gunn G, Tement H, Thomson F, Knight H, *et al.* A comparison of two pre-enrichment media prior to immunomagnetic separation for the isolation of *Escherichia coli* O157 from bovine faeces. *J Appl Microbiol.* 2003; 95(1):155-160.
23. Chapman P, Malo A, Siddons C, and Harkin P. Use of comercial enzyme immunoassays and immunomagnetic separation systems for detecting *Escherichia coli* O157 in Bovine fecal samples. *Appl Environ Microbiol.* 1997; 63(7): 2549-2553.
24. Ribeiro AR, do Nascimento VP, Cardoso MO, dos Santos LR, da Silveira SL. Utilization of immunomagnetic separation for detection of *Salmonella* in raw broiler parts. *Braz J Microbiol.* 2002; 33:339-341.
25. Restaino L, Frampton E, Turner K, and Allison D. A chromogenic plating medium for isolating *Escherichia coli* O157:H7 from beef. *Lett Appl Microbiol.* 1999; 29:26-30.

Recibido: 25-04-2006

Aceptado: 14-08-2006

Efecto sinérgico y cuantificación de los 5'-ribonucleótidos en una sopa de pollo

Carla Gutiérrez y Elba Sangronis

Departamento de Química de Alimentos, Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel", Caracas, Venezuela
Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMEN. La normativa nacional e internacional permite adicionar a las mezclas deshidratadas para caldos y sopas resaltadores del sabor tales como glutamato monosódico (GMS) y los ácidos inosínico y guanílico o sus sales fosfatadas (IMF y GMF, respectivamente), solos o combinados para lograr un efecto sinérgico. Los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar mediante un panel sensorial, el efecto sinérgico en el sabor de una sopa de pollo deshidratada cuando se usa mezcla de resaltadores y 2) cuantificar los 5'-ribonucleótidos en dicha matriz. La intensidad del sabor a pollo se determinó empleando un panel de 6 personas previamente entrenadas. Los 5'-ribonucleótidos se cuantificaron empleando HPLC. Los resultados con el panel entrenado comprobaron que la combinación utilizada de GMS, IMF y GMF potencia significativamente ($p < 0,05$) el sabor de la sopa de pollo deshidratada. El análisis químico de los 5'-ribonucleótidos reflejó un porcentaje de recuperación de 93,6% para GMF y 90,5% para IMF.

Palabras clave: 5'-ribonucleótidos, glutamato monosódico, resaltadores del sabor, sopa de pollo.

SUMMARY. Synergistic effect and quantification of 5'-ribonucleotides in a chicken soup. The international and national regulation permits the addition of flavour enhancers such as monosodium glutamate (MSG) and inosinic and guanilic acids and their fosfated salts (IMP or GMP, respectively) alone or combined to dehydrated mixtures of broths and soups in order to obtain a synergistic. The objectives of this study were: 1) to determine, through a sensorial panel, the synergistic effect on the flavour of a dehydrated chicken soup to which flavour enhancers were added and 2) quantify the 5'-ribonucleotides in such matrix. The intensity of the chicken flavour was determined using a previously trained 6-member panel. The 5'-ribonucleotides were determined using the HPLC technique. The results using the panel demonstrated that the combination of GMS, IMF and GMF used potentiates significantly ($p < 0.05$) the flavour of the dehydrated chicken soup, which allows the use of less quantity of them to obtain the same effect on the flavour. The chemical analysis of the 5'-ribonucleotides in the dehydrated chicken soup reflected a percentage of recovery of 93.6% for MSG and 90.5% for IMF.

Key words: 5'-ribonucleotides, monosodium glutamate, flavor enhancers, chicken soup.

INTRODUCCION

El sabor de los alimentos puede ser mejorado con la adición de ingredientes naturales denominados resaltadores del sabor, los cuales se definen como "sustancias que a las concentraciones que se utilizan normalmente en los alimentos, no aportan un sabor propio, sino que intensifican o resaltan el sabor de los otros componentes presentes" (1). Los resaltadores del sabor más usados son: la sal de mesa, el glutamato monosódico (GMS) y los 5'-ribonucleótidos como son la inosina 5'-monofosfato (IMF) y la guanosina 5'-monofosfato (GMF) o sus sales. Dichos ribonucleótidos se encuentran naturalmente en muchos alimentos, la carne de cerdo, pollo y pescado contienen IMF, mientras que en los moluscos, crustáceos y algunos vegetales está presente el adenosinmonofosfato (AMP), el cual es un precursor para la formación de IMF (2). El uso de los resaltadores del sabor es más efectivo en alimentos proteínicos y vegetales con pH entre 5,5 y 8,0, siendo altamente efectivo en productos lácteos,

carnes, aves, pescados y otros alimentos marinos (3,4).

El gusto Umami, también llamado el quinto gusto ya que difiere de los cuatro gustos clásicos: dulce, ácido, salado y amargo, se encuentra involucrado en la actividad potenciadora del sabor por parte de los resaltadores. Se sugiere la participación de un sitio receptor para dichas sustancias o posiblemente una ocupación conjunta de los sitios receptores que participan en la percepción de los cuatro gustos básicos (4). Según Nagodawithana (5) el GMF y el IMF tienen la habilidad de incrementar la afinidad del sitio receptor del GMS, y se produce un efecto sinérgico que permite utilizar menor cantidad de ellos para obtener el mismo efecto potenciador del sabor. Además, se ha observado que la presencia de 1,2% de cloruro de sodio en combinaciones de GMS-GMF (1:1) acentúan el efecto sinérgico (6). Estudios con paneles sensoriales indican que el óptimo efecto potenciador del sabor se logra usando GMS en concentraciones que van entre 0,2-0,8% (p/p), pero cuando se usan mezclas de GMF-IMF solo se requiere entre 0,02-0,04% (p/p) de GMS para obtener el

mismo efecto. En ciertos alimentos procesados, el empleo de 0,9g de una mezcla de GMS e IMF (50:50) permite reducir el uso de GMS en un 170%, con una consecuente reducción de costo entre un 25 y 30% (6,7). Se debe considerar que siempre esa cantidad va a ser dependiente del tipo de alimento, el resaltador elegido para el propósito y la aplicación (7).

Los resaltadores del sabor son sustancias generalmente reconocidas como seguras (GRAS) y aprobadas por la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) de los Estados Unidos como aditivos alimentarios seguros, sin requisito de IDP (ingesta diaria permitida). En Venezuela existe la Norma Venezolana COVENIN de Mezclas Deshidratadas para Caldos y Sopas (8) y la Norma General para Aditivos Alimentarios (9), la cual permite la adición de GMS y de los ácidos inosínico y guanílico y sus sales de sodio y/o potasio, solos o en mezclas limitados por las buenas prácticas de manufactura. Los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar mediante un panel sensorial el efecto sinérgico de los resaltadores de sabor adicionados a una sopa de pollo y 2) cuantificar los 5'-ribonucleótidos en dicha matriz mediante la técnica de HPLC.

MATERIALES Y METODOS

Muestras

Se utilizó una mezcla deshidratada de sopa de pollo desarrollada por Hernández y Guerra (10) como base, a partir de ella se prepararon 5 tratamientos con las concentraciones de los diferentes resaltadores del sabor que se indica a continuación:

- Tratamiento A: sopa preparada con 0,6% de GMS
- Tratamiento B: sopa preparada con 0,6% de GMS y 0,030% de IMF
- Tratamiento C: sopa preparada con 0,6% de GMS y 0,015% de GMF
- Tratamiento D: sopa preparada con 0,6% de GMS, 0,023% de IMF y 0,023% de GMF
- Tratamiento E: sopa preparada sin resaltadores, para ser usada como control.

Los resaltadores fueron marca Ajinomoto donados por su fábrica en Brasil y se usaron cantidades entre el rango sugerido por el proveedor. Se midieron 3 cucharadas de la sopa deshidratada, se reconstituyeron en 120 mL de agua y se cocinó durante 2 min con agitación constante (10).

Evaluación sensorial

Para conformar el panel entrenado, se siguieron los lineamientos de la Norma Española UNE 87 024-1 (11), Wittig de Penna (12), Torricella y col. (13), sobre las etapas de reclutamiento, selección y entrenamiento de los panelistas. Para el reclutamiento y selección de los panelistas se realizó un

cuestionario a 12 personas del Departamento de Química de Alimentos del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel", a fin de determinar su motivación, interés, salud, tiempo disponible, entre otros factores. Se seleccionaron 8 personas que fueron entrenadas utilizando las pruebas de gustos básicos, pruebas de umbral, ordenamiento de colores y sabores, además se realizaron pruebas triangulares para detectar diferencias entre sopas donde se le varió la concentración de uno o varios ingredientes. Considerando los resultados obtenidos, el panel se conformó con 6 personas de edades comprendidas entre 20 y 40 años, quienes evaluaron la intensidad del sabor a pollo en los 4 tratamientos de sopas con resaltadores de sabor (A, B, C, D), comparadas con el control (E). Para evaluar la intensidad de sabor se empleó la planilla presentada en la Fig. 1. Es importante aclarar que la aceptabilidad de la sopa base fue previamente evaluada con consumidores y entre las observaciones más importantes suministradas fue su débil sabor a pollo (10).

Determinación de los 5'-ribonucleótidos

Preparación de los patrones: se pesaron 250 mg de IMF y GMF, de cada uno de ellos por separado, se disolvieron en agua y se llevaron a 100 mL. A partir de cada solución madre se preparó la solución patrón de IMF y GMF al 0,025 mg/mL. En un balón aforado de 50 mL, se colocó una alícuota de 5 mL de la solución patrón de cada ribonucleótido, se llevó a volumen y se obtuvo la solución de trabajo de IMF y GMF, la cual contiene 0,0252 y 0,0251 mg/mL, respectivamente, ambas estables por 5 días a 4°C.

Preparación de las muestras: la mezcla de sopa deshidratada que el panel identificó como la de sabor a pollo mas intenso, se molió hasta un tamaño de partícula de 0,85 mm y se pesó una cantidad de muestra que debería contener aproximadamente 0,30% de IMF y 0,15% de GMF por triplicado, se le adicionó 40 mL de agua caliente y se colocó en un baño maría hirviendo por 30 min, se trasvasó a un balón aforado de 100 mL con agua, se llevo a volumen, se tomaron 50 mL y se centrifugaron a 4000 rpm por 20 min. Se tomaron 10 mL del sobrenadante, se ajustó el pH a 3,5 con HCl al 10 %, se llevó a 100 mL con agua y se filtró a través de un filtro desechable de 0,45 µm. La metodología usada fue una adaptación de la propuesta por el Laboratorio de Análisis de Ajinomoto Interamericana.

Determinación analítica: se preparó la fase móvil (24 g de dihidrógenofosfato de sodio en 1000 mL de agua) el pH se ajustó a 4,3 y se procedió a equilibrar el flujo del sistema (1,0 mL/min). Se utilizó el detector UV-visible, a 254 nm, y el equipo usado fue un HPLC marca PERKIN ELMER, modelo 250. Se inyectaron las soluciones de cada uno de los patrones. Se inyectó la solución de trabajo con la mezcla de los 5'-ribonucleótidos para comprobar la separación y el orden de elusión, seguidamente se inyectaron dos veces cada triplicado

de la muestra. Se cuantificaron los 5'-ribonucleótidos por comparación con los patrones, se obtuvieron 6 cromatogramas. Se calculó el porcentaje de recuperación del método por comparación con la cantidad de los 5'-ribonucleótidos adicionados.

Análisis estadístico

A los datos obtenidos en la evaluación sensorial se aplicó ANOVA usando el programa SPSS, versión 9.0 para observar diferencias significativas ($p < 0,05$) en la intensidad del sabor a pollo entre los 5 tratamientos evaluados. Las medias fueron posteriormente comparadas usando la prueba de Duncan. A los resultados analíticos se les calculó la media de cada duplicado, se calculó el porcentaje de recuperación promedio de los 6 resultados, su desviación estándar y coeficiente de variabilidad (CV).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presentan los resultados del puntaje sensorial promedio asignado por los panelistas entrenados. El ANOVA indicó diferencias significativas en la intensidad de sabor a pollo de las 5 sopas evaluadas. La sopa D presentó la mayor intensidad del sabor a pollo, con un puntaje promedio de 6,6 lo que significa que su intensidad de sabor a pollo es superior a la sopa control en grado entre moderado y extremo (Figura 1), por lo tanto la mezcla de los 3 resaltadores (GMS, IMF y GMF) intensifica más el sabor que cuando se utiliza GMS solo o combinado con uno de los 5'-ribonucleótidos. El test de Duncan indicó que la intensidad de sabor a pollo de la sopa que contenía solo 0,6% de GMS (A), no se diferenció significativamente de la que contenía 0,6% de GMS y 0,030% de IMF (B) y de la que contenía 0,6% de GMS y 0,015% de GMF (C). Todas las sopas que contenían resaltadores, la intensidad de sabor a pollo fue superior a la de la sopa control.

TABLA 1
Resultados de los puntajes sensoriales

Tratamiento	Puntaje sensorial ($\bar{X} \pm DS$)
A - sopa con 0,6% de GMS	5,0 \pm 0,4 ^a
B - sopa con 0,6% de GMS y 0,030% de IMF	5,1 \pm 0,6 ^a
C - sopa con 0,6% de GMS y 0,015% de GMF	5,2 \pm 0,5 ^a
D - sopa con 0,6% de GMS y 0,023% de IMF y GMF	6,4 \pm 0,5 ^b

Resultados de 6 panelistas. Letras iguales indican no diferencias significativas ($p < 0,05$)

FIGURA 1
Planilla para determinar la intensidad del sabor
a pollo de la sopa

Instrucciones:

- 1.- Se le darán 4 muestras de sopas de pollo cuya intensidad de sabor a pollo requiere ser comparada con la muestra control, la cual está debidamente identificada
- 2.- Use la escala dada para hacer la comparación
- 3.- Asegúrese de enjuagarse la boca entre muestra y muestra

	Puntaje	
Diferencia por Inferioridad	Extrema	1
	Moderada	2
	Poca	3
No diferencia con el control	4	
Diferencia por superioridad	Poca	5
	Moderada	6
	Extrema	7

Muestra	Sabor

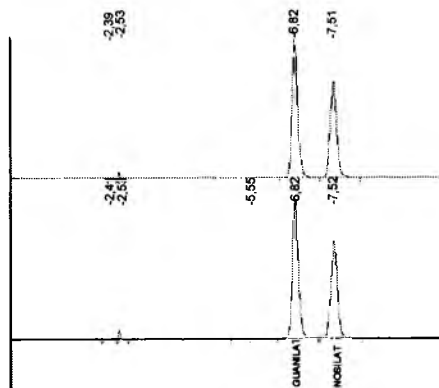
Observaciones:

Nombre: _____ Fecha: _____

En las Figura 2 se presentan los duplicados de los cromatogramas de la solución de trabajo de los 5'-ribonucleótidos. Por comparación de los tiempos de retención y por el área de los picos correspondientes se identificaron y cuantificaron los 5'-ribonucleótidos. El tiempo de retención para el GMF fue aproximadamente 6,5 min y el de IMF aproximadamente 7,5 min. Cuando se analizaron los duplicados de la muestra (Sopa D) se obtuvieron 6 resultados los cuales se resumen en la Tabla 2. Los porcentajes de recuperación fueron 93,6% y 90,5% para GMF y IMF, respectivamente, los cuales se consideran altos. De acuerdo a lo reportado (10), el contenido de grasa de la sopa utilizada es 17% y 56% de carbohidratos, lo que quizás ocasionó que fuera necesario centrifugar 3 veces el extracto de la muestra previo a la determinación analítica, y que el porcentaje de recuperación no fuese mayor. Para corroborar esta presunción, se aplicó la misma metodología a una mezcla deshidratada para preparar caldos y sopas de una marca comercial la cual declaraba IMF como ingrediente, y un contenido de grasa no mayor de 4%. Se observó que la solución obtenida de dicha muestra comercial presentó una mínima cantidad de sólidos suspendidos y observables visualmente, razón por la cual no

requirió centrifugación y la filtración por papel Whatman N°1 fue suficiente para clarificar la solución. El porcentaje de recuperación en este caso fue 97% para GMF y 98% para IMF, valores mayores a los obtenidos cuando se analizó la sopa de pollo deshidratada utilizada en éste estudio.

FIGURA 2
Duplicados de los cromatogramas de la solución de trabajo de los 5'-ribonucleótidos



Se puede concluir que el panel empleado corroboró el efecto sinérgico de la mezcla de los 5'-ribonucleótidos con el GMS en la intensidad de sabor a pollo de una mezcla deshidratada para preparar sopa. La metodología química aplicada resultó efectiva para la cuantificación de los 5'-ribonucleótidos en este tipo de mezclas deshidratadas, lo cual se demostró por los altos niveles de recuperación de la técnica empleada. En consecuencia, dicha técnica se implementó como análisis rutinario en la sección de control de calidad de productos diversos del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel", ente gubernamental encargado de la vigilancia y el control sanitario de productos de uso y consumo humano.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Compañía Ajinomoto interamericana Brasil por donar las muestras de los resaltadores empleados y a la Profesora Silvia Mendoza por su asesoría, así como también al personal adscrito al Departamento de Química de Alimentos del INH"RR" que participaron como panelistas.

TABLA 2
Porcentaje de recuperación de los 5'-ribonucleótidos en la sopa deshidratada de pollo

GMF*	IMF**					
Triplicados	Cantidad añadida (mg)	Valor experimental (mg)*	% de recuperación	Cantidad añadida (mg)	Valor experimental (mg)	% de recuperación
1	15,300	14,30/14,30	93,464	37,700	34,10/34,20	90,450
2	13,600	12,50/12,70	92,650	30,900	27,40/28,40	90,290
3	15,800	15,10/14,80	94,620	33,900	30,90/30,70	90,860
Promedio	14,900	13,96/13,93	93,578	34,130	34,13/31,10	90,533
Desv Est. (CV)	_____	_____	0,99	_____	_____	0,29
	_____	_____	0,33	_____	_____	0,10

* guanosina 5'-fosfato ** inosina 5'-monofosfato CV: Coeficiente de variabilidad

REFERENCIAS

- Vaclavik V. Fundamentos de Ciencia de los Alimentos. 1ª ed. Editorial Acribia S.A. España. 1998. p 416.
- Yamaguchi S, Ninomiya K. Umami and Food Palatability. Amer Soc Nutr Sci 2000; 4S: 921S-926S.
- Okiyama A, Beauchamp GK. Taste Dimensions of Monosodium Glutamate (MSG) in Food System: Role of Glutamate in young American Subjects. Physiol Behav 1998; 65: 177-181.
- Lindsay R. Flavores. En Fennema O. Química de los Alimentos. 2ª ed. Editorial Acribia S.A. España. 2000. p 855-906.
- Nagodawithana T. Flavor Enhancers: Their Probable Mode of Action. Food Tech 1994; 48: 79-85.
- Maga J. Flavor Potentiators. CRC Crit Rev Food Sci Nutr 1983; 18: 231-312.
- Löliger J. Function and Importance of Glutamate for Savory Foods. Amer Soc Nutr Sci 2000S: 915S-920S.
- COVENIN 2302-1985. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Mezclas Deshidratadas para Caldos y Sopas. Fondonorma.
- COVENIN 910-2000. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma General para Aditivos Alimentarios. Fondonorma.
- Hernández B, Guerra M. Desarrollo y Evaluación de una fórmula para niños con diarrea a base de auyama, arroz, pollo y aceites vegetales. Arch Latinoam Nutr 1997; 47:57-62.
- UNE 87 024-1-1995. Análisis sensorial: Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces. Parte 1: catadores. Norma Española AEN/CTN 87. Editada por AENOR. España.
- Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos. Chile: Talleres Gráficos USACH. 1986. p 139.
- Torricella R, Zamora E, Pulido H. Evaluación Sensorial en la Industria Alimentaria. Cuba: Centro de Información y Documentación Científico-Técnica IIIA Minal Edit. 1989.

Recibido: 09-02-2006

Aceptado: 12-07-2006

Barra de cereais de elevado teor protéico e vitamínico: estabilidade enzimática e das vitaminas C e E durante armazenamento

Daniela Freitas G. C. y Roberto Moretti H.

Departamento de Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos.
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, Brasil

RESUMO. Produtos a base de cereais vêm se tornando um excelente veículo para se incluir ingredientes com alegação funcional no mercado consumidor. Uma tendência emergente são os produtos formulados com proteína de soja, por providenciarem benefícios à saúde. Devido ao grande potencial destes produtos, foi considerado de interesse determinar a estabilidade de barra de cereais à base de proteína de soja, gérmen de trigo e aveia, suplementada de vitamina C (ácido ascórbico) e fortificada de vitamina E (acetato de α -tocoferol 50%), durante o armazenamento. Três filmes (A: PET/PEBD; B: PETMET/PEBD; C: PET/PEBD/AL/PEBD) foram utilizados como embalagens e as barras de cereais foram estocadas em condições de temperatura ($25\pm 2^\circ\text{C}$) e umidade relativa (56%) ambiente por um período de 180 dias. A estabilidade da vitamina C, vitamina E, e a atividade de lipase e peroxidase foram verificadas. Durante o estudo, as barras de cereais embaladas nos três filmes testados apresentaram uma retenção de vitamina C menor que 50%. No entanto, a embalagem estruturada com folha de alumínio (C), proporcionou menor velocidade de reação ao longo do período de armazenagem, $k=0,00473$ (-dia), e maior tempo de meia vida (146 dias). Os teores de vitamina E (acetato de α -tocoferol) nas barras de cereais apresentaram pequenas variações durante o armazenamento. Houve um aumento significativo ($p\leq 0,05$) na atividade de peroxidase aos 90 dias de estocagem nas embalagens testadas, enquanto que a atividade de lipase não demonstrou aumento significativo durante o período estudado.

Palavras-chave: barra de cereais, estocagem, lipase, peroxidase, vitamina C, vitamina E.

INTRODUÇÃO

A tendência de consumir mais alimentos nutritivos no lugar de doces e guloseimas tem levado ao aparecimento de novos tipos de produtos tais como barras de cereais diversificadas, com variações como cobertura de chocolate ou incorporação de diferentes frutas e castanhas. Como o consumo de cereais vem se expandindo além do café da manhã para qualquer hora do dia, estes produtos vêm se tornando um excelente veículo para se incluir ingredientes com alegação funcional no mercado consumidor. Os cereais estão crescentemente exercendo papel vital no estilo de vida moderno por causa da

SUMMARY. High protein and vitamin cereal bars: enzymatic and vitamins C and E stability during storage. Cereal-based products have become an excellent vehicle for delivering tasty functional food ingredients to busy consumers. One emerging trends is food products formulates with soy protein because of its proven health benefits. Because of the potential usefulness of these products, it was considered of interest to determine the stability of cereal bars based on soy protein, wheat germ and oat, enriched with vitamin C (ascorbic acid) and E (acetate of α -tocopherol 50%), during the storage. Three films with different properties of barrier (A: PET/PEBD; B: PETMET/PEBD; C: PET/PEBD/AL/PEBD) were used as packing and the cereal bars were stored at temperature ($25\pm 2^\circ\text{C}$) and relative humidity ambient (56%) for six months. The stability of vitamin C, vitamin E and, its lipase and peroxidase activity was verified. During the study, the cereal bars packed in three tested films presented retention in the vitamin C lesser that 50%. However, packing structuralized with aluminum (C) leaf provided to minor speed of reaction during the storage, $k=0,00437$ (-day), and greater time of half-life (146 days). The vitamin E (acetate of α -tocopherol) in the cereal bars presented a little variation during the storage. It had a significant ($p\leq 0,05$) increase in the peroxidase activity at 90 days of storage in the packages tested, while that the lipase activity demonstrated no significant increase during the period studied.

Key words: Cereal bars, storage, lipase, peroxidase, vitamin C, vitamin E.

conveniente forma os quais podem ser utilizados, incluindo produtos prontos para consumir, instantâneos, barras de cereais e barras energéticas. Uma tendência emergente são os produtos formulados com proteína de soja por promoverem benefícios à saúde. As mulheres, em especial, representam um novo nicho de mercado de produtos desenvolvidos para encontrar necessidades nutricionais específicas (1).

Dentro dos produtos a base de cereais, as barras podem fornecer importante suplementação de calorias e elementos nutritivos como lipídeos, fibras, proteínas, minerais e vitaminas. Entretanto, possuem considerável conteúdo de lipídeos e grande quantidade de ácidos graxos polinsaturados,

tornando-os susceptíveis á deterioração oxidativa, que reduz sua estabilidade durante o armazenamento (2). A rancidez oxidativa das gorduras pode resultar no desenvolvimento de produtos tóxicos, mudanças de coloração, de textura e perda de valor nutricional, devido à destruição de vitaminas e ácidos graxos essenciais (3). A oxidação é catalisada por uma série de fatores tais como oxigênio, luz, calor, metais, pigmentos, condições alcalinas, e grau de insaturação das gorduras.

Assim, foi considerado de interesse determinar a estabilidade de vitaminas e a atividade das enzimas peroxidase e lipase em barra de cereais a base de proteína de soja, gérmen de trigo e aveia, suplementada de vitamina C (ácido ascórbico) e fortificada de vitamina E (acetato de α -tocoferol 50%), durante armazenamento de seis meses em três diferentes tipos de embalagens.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparação das barras de cereais

Os ingredientes utilizados na manufatura das barras de cereais, bem como o processo de fabricação seguem o descrito por Freitas e Moretti (4). A Tabela 1 mostra a formulação e a composição centesimal aproximada da barra de cereais desenvolvida.

Armazenamento

Foram utilizados três filmes de embalagem com diferentes características de espessura, taxa de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) e ao oxigênio (TPO₂) os quais foram especificados por Freitas e Moretti (4).

As barras de cereais foram embaladas e armazenadas em condições de temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) e umidade relativa (56%) ambiente por um período de seis meses. A atividade das enzimas lipase, peroxidase, e determinações das vitaminas C e E foram realizadas durante o armazenamento logo após o processamento, após 45 dias, 90 dias, 135 dias e 180 dias, conforme ASTM (5).

Análise de vitamina C e vitamina E

Foram realizadas as determinações quantitativas de ácido ascórbico pelo método padrão da AOAC (6) modificado por Benassi (7); e de vitamina E por HPLC segundo Leenheer et al. (8). O teor de vitamina E na barra de cereais foi extraído a partir de 2,5 g de amostra de barra de cereais, previamente congelada e reduzida em moinho, em 25,0ml de dimetilsulfóxido (DMSO) em agitação magnética por 20 minutos. Foi utilizada Coluna ODS 2 (150 x 4,6 mm) e detector UV a 280nm. A fase móvel foi metanol 100% a 2,0ml/min. Utilizou-se padrão vitamina E 50% tipo CWS/F (Roche Vitaminas Brasil Ltda).

TABELA 1
Formulação e composição centesimal aproximada da barra de cereais desenvolvida

Formulação	g/100g
Xarope de aglutinação	
Açúcar integral*	25,5
Xarope de glicose	12,5
Malto-dextrina	6,5
Glicerina	1,5
Gordura vegetal	1,5
Água	2,5
Ingredientes secos	
Proteína texturizada de soja	15,4
Gérmen de trigo torrado**	10,5
Aveia laminada integral	10,5
Lecitina de soja	4,5
Banana desidratada	7,7
Vitamina C (ácido ascórbico)	1,1
Vitamina E (acetato de α -tocoferol 50%)	0,3
Composição centesimal^a	(% base úmida)
Proteínas (N x 6,25)	15,31 \pm 0,035
Matéria Graxa	5,64 \pm 0,05
Fibras Totais	5,17 \pm 0,004
Fibras Insolúveis	4,30 \pm 0,004
Fibras Solúveis	0,87 \pm 0,0007
Cinzas	2,20 \pm 0,009
Umidade	10,71 \pm 0,25
Carboidratos [†]	60,97

* Mistura de açúcar cristal e melão de cana na proporção de 95:5

** O gérmen de trigo teve seu teor de umidade ajustado para 28% e a torração foi realizada em estufa a 180°C por 8 minutos.

^aFreitas e Moretti (2004)[†]; dados representam média de três replicatas \pm estimativa do desvio padrão

[†] Teor de carboidratos calculado por diferença.

Atividade enzimática

A atividade de lipase foi medida através de método usado por Kaur et al. (9). A atividade de peroxidase foi medida por espectrofotometria de acordo com Ekstrand et al. (10). Depois de inversão rápida da cubeta, fez-se a leitura a 420nm. Foram realizadas triplicatas de cada amostra em leituras de 5 minutos.

Previamente às análises, a homogeneização das amostras foi realizada através da desintegração da barra nas soluções tampão indicadas nos respectivos métodos, numa proporção de 1:2 (amostra : solução).

*FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Desenvolvimento, caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais de alto teor protéico e vitamínico à base de proteína texturizada de soja, gérmen de trigo e aveia. In: FREITAS, D. G. C. Desenvolvimento e Estudo da Estabilidade de Barra de Cereais de Elevado Teor Protéico e Vitamínico. 2005. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

Análise dos dados

Os dados obtidos foram avaliados pelo método de análise de variância (ANOVA) e teste F com comparação de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), ambos do software estatístico SAS (11). O modelo matemático para a cinética da reação de degradação de vitamina C, segundo Labuza (12), foi definido pelo método de estimação linearizada (ou não linearizada) no programa Statistica 5.0 (13).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cinética de reação de degradação da vitamina C

Na Tabela 2 estão descritos os teores de vitamina C nas barras de cereais durante o período de estocagem. A partir destes dados, determinou-se a ordem da reação e os parâmetros da cinética de sua degradação nas barras de cereais embaladas nos filmes A, B e C (Tabela 3).

TABELA 2

Teores de vitamina C (ácido ascórbico) (mg/100g) em barra de cereais durante estocagem em diferentes materiais de embalagem sob condições de temperatura e umidade relativa ambientes

Dias	Embalagem A	Embalagem B	Embalagem C
0	^A 655,89±2,51 ^a	^A 664,52±10,58 ^a	^B 622,52±4,52 ^a
45	^A 352,35±7,89 ^b	^C 518,36±4,51 ^b	^B 536,38±2,96 ^b
90	^C 217,49±5,30 ^c	^B 334,16±0,63 ^c	^A 427,79±3,44 ^c
135	^B 201,02±4,06 ^d	^B 198,25±2,97 ^d	^A 276,22±2,29 ^d
180	^B 196,86±4,52 ^d	^C 178,48±3,42 ^e	^A 298,78±4,62 ^e

Dados representam média de três replicatas ± estimativa do desvio padrão

^{a-c}: Médias com letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) durante tempo de estocagem

^{A-C}: Médias com letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre as embalagens

Embalagem A: PET/PEBD; embalagem B: PETmet/PEBD; embalagem C: PET/PEBD/AL/PEBD.

As reações de degradação da vitamina C se ajustaram ao modelo cinético de primeira ordem, linearizado, para os três filmes de embalagem. Nos alimentos, a maioria das reações que representam importantes perdas de qualidade é caracterizada por modelos de ordem zero (qualidade de alimentos congelados, escurecimento não enzimático) ou modelos de primeira ordem (perda de vitaminas, crescimento ou morte de microorganismos, oxidação da cor, perda de textura em termicamente processados) (14).

Os parâmetros utilizados na determinação do modelo mais ajustado para a reação de perda de vitamina C nas embalagens testadas foram o valor do coeficiente de correlação linear R^2

(o mais próximo da unidade), e o valor do desvio percentual médio (P), que é a média da diferença percentual relativa entre os valores experimentais e valores preditos. Lomauro et al. (15) mostraram que valores de P menores que 5 representam bom ajuste do modelo, enquanto que valores de P maiores que 10, um ajuste deficiente do modelo.

TABELA 3

Parâmetros cinéticos da degradação de vitamina C em barras de cereais armazenadas em diferentes materiais de embalagem sob condições de temperatura e umidade relativa ambientes

Embalagem	Ordem de reação	Constante de velocidade de reação k (-dia)	Tempo de meia-vida $t_{1/2}$ (dias)	Coefficiente de correlação (R^2)	Desvio percentual médio (P)
A	0	2,376401	138,00	0,791814	23,47
	1 linear	0,006596	105,07	0,892961	2,46
	1 não-linear	0,008537	81,18	0,92681	13,24
B	0	2,871501	115,71	0,949079	15,58
	1 linear	0,007978	86,87	0,967933	1,33
	1 não-linear	0,007866	88,11	0,97974	7,40
C	0	2,016913	154,32	0,922814	8,93
	1 linear	0,00437	146,31	0,900309	1,36
	1 não-linear	0,004772	145,23	0,94229	8,12

Embalagem A: PET/PEBD; embalagem B: PETmet/PEBD; embalagem C: PET/PEBD/AL/PEBD.

Para a cinética da reação de primeira ordem, o cálculo da constante de velocidade de reação (k) é dado pela equação $k = (\ln A - \ln A_0)/t$, onde a linha reta é obtida plotando o logaritmo neperiano da variável versus o tempo da reação. Através da constante de velocidade da reação (k) pôde-se calcular o tempo de meia vida ($t_{1/2}$) da reação, isto é, o tempo para que a concentração de vitamina C se reduza à metade do valor inicial.

No período de 180 dias, as barras de cereais embaladas nos três filmes testados apresentaram uma retenção de menos que 50%, variando o conteúdo final de ácido ascórbico entre 178,48mg/100g e 298,78mg/100g. A embalagem C, composta com folha de alumínio, proporcionou menor velocidade de reação ao logo do período de armazenagem, $k=0,00437$ (-dia), e maior tempo de meia vida de 146 dias (Tabela 3). Embora o filme A composto de polietileno e polipropileno tenha apresentado maior taxa de permeabilidade ao oxigênio que o filme B, com estrutura metalizada, proporcionou menor velocidade de degradação da vitamina C nas barras de cereais e maior tempo de meia vida, apresentando uma diferença de 19 dias.

A principal causa da degradação da vitamina C é a oxidação aeróbica ou anaeróbica, ambas levando à formação de furaldeídos, compostos que polimerizam facilmente e formam pigmentos escuros (16). Segundo Nagy (17), após o consumo do oxigênio livre das embalagens, as reações anaeróbicas predominam, entre elas, a degradação de ácido ascórbico, mas em menor velocidade que sob condições aeróbicas. A degradação do ácido ascórbico foi atribuída à reação de oxidação aeróbica, uma vez que ambas as embalagens apresentaram-se permeáveis ao oxigênio. Íons metálicos e as enzimas ácido ascórbico oxidase, citocromo oxidase, fenolase e peroxidase, são catalisadores da reação de oxidação da vitamina C (18), o que justificaria o fato da maior velocidade de reação nas barras de cereais embaladas no filme B, de maior taxa de permeabilidade ao vapor de água, o que proporcionaria a interação da umidade e oxigênio, favorecendo o efeito de catalisadores na reação de degradação.

Estabilidade de vitamina E

Os teores de vitamina E nas barras de cereais apresentaram pequenas variações durante o armazenamento (Tabela 4), não havendo diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os teores determinados no primeiro e último dia do período analisado, para ambas as embalagens testadas.

TABELA 4

Teores de vitamina E (acetato de α -tocoferol) (mg/kg) em barra de cereais durante estocagem em diferentes materiais de embalagem sob condições de temperatura e umidade relativa ambientes

Dias	Embalagem A	Embalagem B	Embalagem C
0	1174,33 \pm 3,21 ^b	1176,33 \pm 12,01 ^a	1189,33 \pm 24,84 ^a
90	1235,66 \pm 11,93 ^a	1229,00 \pm 13,00 ^a	1224,33 \pm 7,57 ^a
180	1153,66 \pm 3,05 ^b	1201,00 \pm 32,04 ^a	1171,00 \pm 28,16 ^a

Dados representam média de três replicatas \pm estimativa do desvio padrão

^{a,b}: Médias com letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey

Embalagem A: PET/PEBD; embalagem B: PETmet/PEBD; embalagem C: PET/PEBD/AL/PEBD.

O comportamento da vitamina E adicionada nas barras de cereais confirmou a maior estabilidade dos derivados do tocoferol. Os tocoferóis são lentamente oxidados pelo oxigênio atmosférico. Por outro lado, esta oxidação é acelerada com exposição à luz (radiação UV), calor e álcali e na presença de sais de ferro e cobre. Os ésteres derivados dos tocoferóis, como o acetato de α -tocoferol e succinato de α -tocoferol, apresentam maior estabilidade em relação ao oxigênio, íons metálicos, luz e calor, sendo formas de maior interesse comercial (19,20).

Atividade enzimática

Os valores da atividade das enzimas peroxidase e lipase nas barras de cereais durante o período de estocagem nas diferentes embalagens estão descritos na Tabela 5.

O desenvolvimento de rancidez em cereais e seus produtos tem tomado grande atenção na literatura, pois são conhecidas por alterar flavor, cor, textura e qualidade nutricional de alimentos *in natura* e processados. O processo é facilitado ou catalisado por diversos fatores. Os principais agentes são, no entanto, as enzimas, particularmente lipase, lipoxigenase e peroxidase, e temperatura (21). As lipases, as quais atacam somente as ligações acil de triacilgliceróis insolúveis, provocam a rancificação hidrolítica que é o resultado desta hidrólise de glicerídeos produzindo características organolépticas indesejáveis ao alimento (22).

A peroxidase, um membro de um extenso grupo de enzimas chamadas oxidoredutases, tem uma relação empírica com "off-flavors" e "off-colors" em vegetais *in natura* e processados (23). Segundo Bruemmer et al. (24), a enzima é relativamente estável a inativação pelo calor e pode ser regenerada sob certas condições. Burnette (23) afirma que quanto mais curto o tempo de exposição ao calor, maior a porção de enzima subsequentemente regenerada. O autor reporta que 6 minutos a 121°C é necessário para inativar a peroxidase em ervilhas. Amostras tratadas a 130°C por 36 segundos reduziram em 6% a atividade de peroxidase depois de 1-2 dias de estocagem. Após 5 dias, a atividade aumentou para 10% da preparação original.

Os resultados apresentados na Tabela 5 indicaram que houve um aumento significativo da atividade da peroxidase durante o período de 90 dias de estocagem, provavelmente devido à regeneração. Embora o tratamento de torração do gérmen de trigo tenha sido severo (180°C durante 8 minutos), o processo não dotava de um sistema de homogeneização, o que implicaria na possível inativação incompleta nas camadas inferiores. Segundo Sehyan et al. (21), tratamentos térmicos aplicados por maior tempo que o usual são requeridos para prevenir a regeneração da atividade da peroxidase em alimentos. A regeneração ocorre provavelmente devido à enzima não ser completamente ou irreversivelmente inativada. Os fatores que afetam a regeneração da atividade de peroxidase compreendem método usado para detecção da atividade, a severidade do tratamento térmico combinado com o tempo, e as condições de estocagem da enzima inativada. Aos 90 dias de estocagem, a maior atividade se deu nas barras de cereais embaladas no filme A (PET/PEBD), de maior permeabilidade ao oxigênio (TPO₂ 0,215cm³/m².dia.atm), diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) das embalagens B (PETmet/PEBD) e C (PET/PEBD/AL/PEBD) no mesmo período.

TABELA 5

Atividade enzimática em barras de cereais durante armazenamento sob condições de temperatura e umidade relativa ambientes

Dias	Atividade de peroxidase (abs/min.g)			Atividade de lipase (% de hidrólise)		
	Embalagem A	Embalagem B	Embalagem C	Embalagem A	Embalagem B	Embalagem C
0	^B 13,86±0,98 ^d	^C 5,28±0,13 ^c	^A 41,42±2,01 ^b	^A 7,87±0,26 ^{ab}	^A 7,10±0,51 ^{cb}	^A 8,04±1,15 ^{ab}
45	^A 20,07±6,85 ^{dc}	^A 13,45±3,21 ^d	^A 23,60±0,53 ^c	^B 7,79±0,19 ^{ab}	^A 8,50±0,81 ^a	^A 9,73±0,24 ^a
90	^A 107,66±1,89 ^a	^C 38,97±0,03 ^a	^B 72,50±4,08 ^a	^A 7,30±0,18 ^b	^B 6,62±0,12 ^c	^A 7,21±0,17 ^b
135	^A 29,09±2,73 ^c	^B 20,11±0,65 ^c	^B 21,70±1,01 ^c	^A 7,96±0,14 ^a	^A 7,50±0,18 ^{ca}	^A 7,45±0,29 ^b
180	^A 40,36±1,84 ^b	^B 30,77±3,05 ^b	^A 38,17±1,92 ^b	^C 6,39±0,10 ^c	^A 8,31±0,22 ^{ab}	^B 7,39±0,18 ^b

Dados representam média de três replicatas ± estimativa do desvio padrão

^{a-c}: Médias com letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) durante tempo de estocagem

^{A-C}: Médias com letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre as embalagens
Embalagem A: PET/PEBD; embalagem B: PETmet/PEBD; embalagem C: PET/PEBD/AL/PEBD.

A temperatura ambiente durante o armazenamento favoreceu a atividade e regeneração da enzima. Como para todas as enzimas, a atividade de peroxidase aumenta com o aumento da temperatura até aproximadamente 40°C, devido à ação normal da temperatura sobre todas as reações químicas e bioquímicas (21). Em um trabalho com ervilhas que foram branqueadas suficientemente para inativar a atividade da peroxidase original, Burnette (23) reportou que a regeneração usualmente ocorre em poucas horas se o produto é deixado à temperatura ambiente.

Após 90 dias de estocagem, houve um declínio significativo na atividade de peroxidase nas barras de cereais, em todas as embalagens testadas. Este fato foi atribuído à diminuição do oxigênio disponível no interior das embalagens, o oxigênio residual do processo de selagem. O aumento na atividade da enzima até o final do período estudado foi atribuído ao oxigênio transferido do ambiente através das embalagens, sendo a atividade da peroxidase mais elevada nas barras embaladas no filme A, de maior taxa de permeabilidade ao oxigênio, diferente estatisticamente dos filmes B e C no mesmo período.

Durante o armazenamento sob condições ambiente, a atividade da lipase se apresentou de maneira muito semelhante nas barras de cereais embaladas nos filmes B e C, sem variações significativas. No filme A, a atividade de lipase se manteve constante até 90 dias de armazenamento, tendendo a um declínio significativo após este período. A atividade de lipase não demonstrou aumento significativo durante os 180 dias de estocagem, o que não acarretaria danos e perdas de qualidade a barra de cereais com relação a rancidez hidrolítica, demonstrando o efeito eficaz do tratamento térmico de torração realizado nos ingredientes gérmen de trigo e aveia, para esta enzima.

CONCLUSÃO

As diferentes propriedades dos filmes de embalagem estudados tiveram influência significativa ($p \leq 0,05$) na estabilidade da vitamina C e atividade da peroxidase nas barras de cereais durante o armazenamento. As barras de cereais embaladas em filme de PET/PEBD/AL/PEBD (C) apresentaram maior preservação da vitamina e estabilidade enzimática, conferindo maior eficiência com relação a estas características. As reações de degradação da vitamina C atribuídas à oxidação aeróbica se ajustaram ao modelo cinético de primeira ordem, linearizado, representando uma retenção menor que 50% durante o período de estocagem. Houve regeneração da enzima peroxidase durante o início do período de estocagem, e a variação na sua atividade foi dependente do conteúdo de oxigênio residual ou transferido do ambiente através das embalagens.

Os teores de vitamina E (acetato de α -tocoferol) e a atividade de lipase nas barras de cereais apresentaram pequenas variações durante o armazenamento nos três filmes de embalagens testados.

REFERÊNCIAS

1. Tockman J. Capitalizing on increasing consumer interest in soy protein. *Cereal Foods World* 2002; 47: 172-174.
2. Estévez AM, Escobar B, Vázquez M, Castillo E, Araya E, Zacarías I. Cereal and nut bars, nutritional quality and storage stability. *Plant Food Hum Nutr* 1995; 47: 309-317.
3. Dziezak, J. D. Preservatives: antioxidants. The ultimate answer to oxidation. *Food Technol.* 1986; 40: 94-102.
4. Freitas DGC, Moretti RH. Barras de cereais elaboradas com proteína de soja e gérmen de trigo, características físico-químicas e textura durante armazenamento. *Arch Latinoamer Nutr* 2005; 55: 299-304.

5. ASTM. American Society For Testing And Material. Standard guide for the shelf life determination of consumer products by sensory evaluation. Philadelphia: ASTM International; 1993.
6. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. 3rd rev. Gaithersburg, MD: AOAC International; 1997.
7. Benassi MT. Análise dos estudos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados. MS Thesis, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, BR; 1990.
8. Leenheer AP, Lambert WE, Ruyter MGM. Modern Chromatographic Analysis of the Vitamins. New York: Marcel Decker; 1985.
9. Kaur J, Ramamaurthy V, Kothari RM. Characterization of oat lipase for lipolysis of rice bran oil. *Biotechnology Letters* 1993; 15: 257-262.
10. Ekstrand B, Gangby I, Akesson G. Lipase activity in oats – Distribution, pH dependence, and heat inactivation. *Cereal Chem* 1992; 69: 379-381.
11. SAS Institute. SAS User's Guide: statistics. Cary, USA: SAS Inst., 1993.
12. Labuza TP. Shelf life dating of foods. Westport: Food & Nutrition Press Inc; 1982.
13. StatSoft, Inc. Statistica for Windows (Computer program manual). Tulsa, OK: StatSoft, Inc; 1995.
14. Taoukis PS, Labuza TP, Saguy IS. Kinetics of Food Deterioration and Shelf-life Prediction. In: Valentas KJ, Rotstein E, Singh RP. *The Handbook of Food Engineering Practice*. Boca Raton: CRC Press, pp 361-402; 1997.
15. Lomauro CJ, Bakshi AS, Labuza TP. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part I: Fruit, vegetables and meat products. *Lebensm Wiss U-Technology* 1985; 18: 111-117.
16. Bobbio FO, Bobbio PA. *Introdução à Química de Alimentos*. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela; 2003.
17. Nagy S. Vitamin C content of citrus fruit and their products. *A Review. J Agric Food Chem* 1980; 28: 8-18.
18. Buss D, Robertson J. *Manual of Nutrition*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF). 8th ed. London: HMSO; 1982.
19. Ames SR. Industrial preparations and production, estimation in foods and foods supplements, occurrence in foods. In: Sebrel Jr WH, Harris RS *The Vitamins*. 2 ed. New York: Academic Press, pp 225-233; 1972.
20. Machlin LJ. *Handbook of Vitamins*. New York: Marcel Decker; 1982.
21. Seyhan F, Tijskens LMM, Evranuz O. Modelling temperature and pH dependence of lipase and peroxidase activity in Turkish hazelnuts. *J Food Eng* 2002; 52: 387-395.
22. Bobbio PA, Bobbio FO. *Química do Processamento de Alimentos*. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela; 2001.
23. Burnette FS. Peroxidase and its relationship to food flavor and quality: a review. *J Food Sci* 1977; 42: 1-6.
24. Bruemmer JH, Bongwoo R, Bowen ER. Peroxidase reactions and orange juice quality. *J Food Sci* 1976; 41: 186-189.

Recibido: 10-02-2006

Aceptado: 14-07-2006

Migração de minerais de panelas brasileiras de aço inoxidável, ferro fundido e pedra-sabão (esteatito) para preparações culinárias

Késia Diego Quintaes, Jaime Amaya Farfan, Fernanda Mariana Tomazini, Marcelo Antônio Morgano

Universidade Estadual de Campinas – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Química de Alimentos e Nutrição - Campinas - SP, Brasil

RESUMO. Os utensílios culinários podem liberar alguns elementos inorgânicos durante a cocção de alimentos. A migração destes pode ser interessante desde que ocorra em quantidades adequadas às necessidades nutricionais do usuário ou não tenham implicações toxicológicas. O presente estudo avaliou a migração de minerais (Fe, Mg, Mn, Cr, Ni e Ca) durante sete cocções seqüenciais para duas preparações alimentares (arroz polido e molho de tomate comercial, este último como alimento ácido) efetuadas em panelas brasileiras de vários materiais novas de aço inoxidável, ferro fundido e pedra-sabão, utilizando o vidro refratário como branco. O teor dos minerais foi quantificado por espectrometria de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (ICP OES). Os utensílios estudados apresentaram quantidades e comportamento de migração distintos e susceptíveis à variação, conforme o tipo de alimento a ser cozido. Análise de regressão dos dados revelou que, em função do uso, as panelas de ferro apresentam acréscimo da migração de ferro quando cozido o molho de tomate ($y = 70,763x + 276,75$; $R^2 = 0,77$). As panelas de pedra-sabão liberaram concentrações médias de cálcio (35 e 26mg/kg), magnésio (25 e 15mg/kg) e para o molho de tomate comercial e arroz polido cozidos, respectivamente. O molho de tomate comercial cozido em panelas de pedra-sabão apresentou migração de manganês (3,9 mg/kg) e níquel (1,0mg/kg), este último indesejavelmente por ser tóxico. As panelas de inox apresentaram migração menor de níquel, com tendência decrescente em função do número de cocções do molho de tomate, liberando ainda ferro e cromo para as preparações. Conclui-se que apesar de os utensílios de ferro fundido e vidro serem os mais adequados para a saúde nutricional do consumidor, as panelas de aço inox e esteatito podem ser utilizadas com risco relativamente baixo, desde que o preparo rotineiro de alimentos ácidos seja evitado.

Palavras-chave: Nutrição, anemia, alimentos, utensílios culinários, panelas, saúde pública.

INTRODUÇÃO

Durante o processamento e preparo dos alimentos, industrial ou doméstico, ocorre o contato dos alimentos com o recipiente por período de tempo e temperatura variáveis. Como resultado, pode haver alteração no conteúdo de nutrientes da preparação bem como implicações sensoriais (1-6). O impacto nas características sensoriais está, no mínimo,

SUMMARY. Mineral migration from stainless steel, cast iron and soapstone (steatite) Brazilian pans to food preparations. Culinary utensils may release some inorganic elements during food preparation. Mineral migration can be beneficial for as long as it occurs in amounts adequate to the needs of the consumer or no toxicological implications are involved. In this study, the migrations of Fe, Mg, Mn, Cr, Ni and Ca, along seven cooking cycles were evaluated for two food preparations (polished rice and commercial tomato sauce, the latter as an acid food), performed in unused stainless steel, cast iron and soapstone pans, taking refractory glass as a blank. Minerals were determined by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP OES). The utensils studied exhibited different rates, patterns and variability of migration depending on the type of food. Regression analysis of the data revealed that, as a function of the number of cycles, the iron pans released increasing amounts of iron when tomato sauce was cooked ($y = 70.76x + 276.75$; $R^2 = 0.77$). The soapstone pans released calcium (35 and 26mg/kg), magnesium (25 and 15mg/kg) into the tomato sauce and rice preparations, respectively. Additionally, the commercial tomato sauce drew manganese (3.9 and 0.6mg/kg) and some undesirable nickel (1.0mg/kg) from the soapstone material, whereas the stainless steel pans released nickel at a lower rate than steatite and in a diminishing fashion with the number of cooking cycles, while still transferring some iron and chromium to the food. We conclude that while cast iron and glass could be best for the consumer's nutritional health, stainless steel and steatite can be used with relatively low risk, provided acid foods are not routinely prepared in those materials. **Keywords:** Nutrition, anaemia, meal, food utensils, cookware, public health.

parcialmente relacionado à migração de elementos minerais presentes na composição do material do utensílio (4-6).

A liberação de minerais presentes nos utensílios culinários pode ter interesse nutricional, especialmente quando há carência dos mesmos na alimentação do comensal, ou desinteressante quando existe migração de elementos e/ou compostos em quantidades que possam trazer efeitos adversos à saúde do consumidor (1,5,7).

Entre os primeiros materiais usados na confecção de panelas está a pedra-sabão (esteatito), ainda muito usada em algumas cidades de Minas Gerais, Brasil. Esta rocha possui diversos minerais de interesse nutricional, entre os quais se destacam o cálcio, magnésio, ferro e o manganês (8). O conhecimento popular indica que pode haver um efeito positivo decorrente do uso regular das panelas de pedra na incidência de anemia ferropriva (9). Todavia, trabalhos sobre migração de ferro a partir do esteatito são recentes, feitos com simulantes de alimentos (8,9), não havendo dados sobre a migração de seus componentes para os alimentos em si.

As panelas de ferro, que perderam espaço para as de alumínio no século passado, têm sido estudadas sobretudo fora do Brasil⁷. Atualmente, estas panelas são fabricadas com liga de ferro fundido (GG-10), apresentando em sua composição além do ferro, o manganês e outros minerais minoritários (10). O uso das panelas de ferro está associado à prevenção de anemia ferropriva, devido à quantidade e biodisponibilidade do ferro liberado pelo material (6,7,11).

O Fe também está presente na composição do aço inoxidável, popularmente conhecido como inox. A liga usada na confecção de panelas é a 304, a qual possui em torno de 10% de níquel, 18% de cromo e aproximadamente 70% de ferro (2,5,9). Tanto o ferro como o cromo (III) são elementos dos quais a população mais pode sofrer de carência do que de excesso (5). Por sua vez, há controvérsia com respeito à toxicidade do níquel, que pode migrar das panelas de inox (5,12). É estimado que a ingestão de níquel em quantidade superior a 250mg/dia possa ser tóxica (5,13). Não há dados disponíveis sobre o comportamento migratório dos componentes de panelas de inox brasileiras para alimentos nelas preparados.

Os principais fatores que afetam a migração dos elementos componentes do material das panelas incluem a acidez da preparação, o tempo de contato entre o alimento e o recipiente e o teor de água da preparação. A área de contato, temperatura, agitação, presença de agentes quelantes no alimento e a própria qualidade da liga, são fatores que influenciam em menor escala a dissolução dos minerais contidos nos materiais das panelas (6,9,14,15).

Tendo em vista o limitado número de trabalhos sobre materiais e produtos brasileiros para panelas e o crescente interesse sobre o significado da interação dos materiais com os alimentos, o presente objetivo foi estudar os possíveis benefícios nutricionais e a inocuidade de panelas brasileiras de inox (304), ferro fundido (GG-10) e pedra-sabão (esteatito), o presente estudo avaliou a dissolução dos minerais ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), cromo (Cr), níquel (Ni), cálcio (Ca), para arroz polido e molho de tomate comercial. As panelas de aço inoxidável foram avaliadas quanto à dissolução de Fe, Ni, Cr e Mn, enquanto que as de ferro fundido para Fe e Mn. As panelas de pedra-sabão foram estudadas

quanto à liberação de Ca, Mg, Fe, Mn, e Ni. O estudo ainda avaliou a variabilidade da migração dos minerais entre panelas do mesmo material e o comportamento da migração dos minerais em função do uso sequencial da panela.

MATERIAL E MÉTODOS

Arroz polido e molho de tomate foram os alimentos selecionados para avaliar o comportamento da migração dos minerais oriundos das panelas de ferro fundido, pedra-sabão e inox. Os alimentos foram selecionados por serem habitualmente consumidos pela população brasileira, e por apresentar diferença nos teores de acidez e no conteúdo de água.

Os testes de cocção com cada preparação foram realizados em duplicatas de panelas novas de inox (304, Tramontina[®]), de ferro fundido (GG-10, Fumil[®]) e de vidro (Visions[®]) e em triplicada para as panelas de pedra-sabão (esteatito), considerando a variabilidade intrínseca deste material. As panelas de pedra-sabão eram todas procedentes da região de Santa Rita de Ouro Preto, MG, Brasil. As panelas do estudo possuíam capacidade aproximada de 2 litros e foram codificadas pelo lado externo. Os valores de migração obtidos com as panelas de vidro serviram como branco para os demais, uma vez que esse material não libera quantidade significativa dos minerais estudados (2,9).

Antes do início das cocções, as panelas de pedra-sabão receberam tratamento (cura) com óleo vegetal refinado e calor (8) e as de ferro fundido foram curadas com óleo vegetal refinado, segundo recomendação do fabricante. Considerando as reais condições de manipulação do utensílio, antes da primeira cocção e entre as cocções, as panelas foram lavadas com detergente biodegradável e esponja polimérica macia. O enxágüe foi feito em água corrente e concluído com água deionizada. A secagem foi feita vertendo os recipientes de boca para baixo sobre um tecido limpo e não felpudo.

Os tratamentos que os alimentos receberam foram: cru, cozido em panela de vidro, cozido em panelas de ferro fundido, inox e pedra-sabão. Quantidades idênticas dos mesmos ingredientes foram usadas em cada uma das repetições da preparação, sendo efetuadas duas nas panelas de vidro e sete nas panelas dos demais materiais, visando determinar o comportamento da migração de minerais nestes utensílios em relação à frequência de uso. Os ingredientes usados pertenciam a um único lote de fabricação, sendo adquiridos de uma única vez e mantidos sob refrigeração até o uso. As cocções das preparações se deram no prazo de uma semana. O preparo do arroz envolveu óleo vegetal refinado, sal iodado refinado e água deionizada. No preparo do molho de tomate foi usado sal refinado iodado e óleo vegetal refinado.

O tempo de cocção das preparações foi o mesmo em todos os tratamentos e replicações, estabelecido em 11 minutos a contar do momento de ebulição. As cocções foram realizadas

em fogão a gás. As panelas permaneceram tampadas durante a cocção, exceto por um período de três minutos, quando se simulou a mistura do conteúdo com uma espátula de polipropileno. Sete cocções sequenciais foram efetuadas em cada panela, a fim de avaliar a migração no decorrer do tempo de uso do utensílio. O pH de cada preparação antes da cocção foi determinado com pHmetro digital previamente calibrado em pH 4 e 7 (PG 2002 Gehaka).

Após o cozimento e o resfriamento, o alimento foi homogeneizado dentro do recipiente com espátula de plástica previamente lavada com detergente biodegradável, enxaguada em água corrente seguida por água deionizada, sem ocasionar qualquer perda ou abrasão da superfície de ensaio. A seguir foi coletada amostra em duplicata (50g). As amostras foram codificadas e armazenadas sob refrigeração à temperatura de $4 \pm 2^\circ\text{C}$, até a determinação dos minerais de interesse, segundo o material da panela.

Cerca de 50g de cada preparação na forma crua foi homogeneizada em triturador com hélice de tungstênio (M20, IKA Labortechnik - Staufen, Baden, Ge), sendo coletadas amostras em triplicata (5g) para determinação de umidade e dos minerais de interesse. Cabe enfatizar que toda a vidraria empregada foi material novo e previamente descontaminado com detergente (Extran, Merck) e ácido nítrico (Merck, p.a.) preparado a 20 % com água desionizada.

A determinação de umidade ocorreu em estufa a 105°C até atingir peso constante, usando triplicata de 5g de cada preparação e tratamento. As amostras foram então calcinadas em mufla à 425°C até a obtenção de cinzas (16). As cinzas foram dissolvidas em ácido nítrico, transferidas quantitativamente para balão volumétrico, filtradas em papel apropriado, e analisadas quanto ao teor de minerais por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP OES), usando um espectrômetro simultâneo BAIRD, modelo ICP 2000 (Bedford, Massachusetts, USA).

Na Tabela 1 podem ser observadas as condições de operação do equipamento para a determinação multielementar. Foi efetuada a correção de radiação de fundo para todos os elementos determinados. As curvas analíticas definidas para cada elemento foram preparadas a partir de soluções padrões dos minerais (Titrisol, Merck) em concentração de 1000 mg/L e mostraram-se lineares em toda a faixa de trabalho, cobrindo todas as concentrações das amostras. As faixas de concentração usadas na construção das curvas analíticas para cada elemento foram: Ca e Mg (0,25 a 200 mg/L); Fe (0,005 a 20 mg/L); Mn e Ni (0,005 a 5 mg/L) e Cr (0,0025 a 2,5 mg/L). Detalhes sobre o comprimento de onda e limites de detecção e quantificação podem ser visualizados na Tabela 2.

TABELA 1
Condições de operação do espectrômetro de emissão (ICP OES)

Potência do plasma	1,1 kW
Gás refrigerante (Ar)	15 L min ⁻¹
Gás auxiliar (Ar)	1,5 L min ⁻¹
Vazão da amostra	2,1 mL min ⁻¹
Altura de observação vertical	19 mm ^a
Pressão do nebulizador ^b	3 bar

^a acima da bobina de indução; ^b nebulizador pneumático concêntrico

TABELA 2
Comprimento de onda para os elementos estudados, limites de detecção e quantificação

Elementos	λ (nm)	Limite de detecção (mg/L)	Limite de quantificação (mg/L)
Cálcio	317,93	0,006	0,02
Ferro	259,94	0,001	0,0004
Níquel	231,60	0,0004	0,001
Magnésio	279,08	0,04	0,14
Manganês	257,67	0,0005	0,002
Cromo	267,71	0,0008	0,003

Limite de detecção: determinado como 3 vezes o desvio padrão de 10 brancos; Limite de quantificação: determinado como 10 vezes o desvio padrão de 10 brancos

Análise estatística

Os resultados do estudo envolvendo as preparações cruas e em panelas de materiais distintos foram estatisticamente analisados, considerando o valor médio das duplicatas de panelas e de amostra. As diferenças entre as concentrações dos minerais numa mesma preparação e entre as preparações foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) fator duplo sem repetição, sendo consideradas significantes aquelas com $p \leq 0,05$. Para a comparação entre as médias foi aplicado teste de Tukey. Visando descrever o comportamento da migração em função do uso das panelas de ferro foi aplicada a análise de regressão linear simples (17), modelo assumido por outros autores em estudos de migração envolvendo utensílios culinários (9,18).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos resultados obtidos para os elementos minerais com as panelas de inox (Fe, Ni, Cr e Mn); ferro fundido (Fe e Mn) e pedra-sabão (Ca, Mg, Fe, Mn e Ni) foram comparados com os resultados médios dos minerais encontrados nas panelas de vidro (Fe, Mn, Ni, Ca, Cr e Mg).

A acidez e umidade das preparações em função do recipiente de cozimento podem ser observadas a seguir na Tabela 3. As preparações do estudo mostraram teores distintos de acidez e umidade. Todavia, não houve diferença estatística no teor médio de umidade do arroz polido e do molho de tomate em função do material do recipiente onde o alimento foi cozido. Por outro lado, o molho de tomate é mais ácido que o arroz polido, sendo o valor de ambos os produtos similares aos relatados por Brittin & Nossaman (19).

TABELA 3
Umidade do arroz e molho de tomate comercial preparados em panelas de vidro, ferro, inox e pedra-sabão

Preparações	Umidade média* (%)			
	Cozido em panelas de vidro	Cozido em panelas de ferro	Cozido em panelas de inox	Cozido em panelas de pedra-sabão
Arroz polido	60,71 ± 2,08	62,40 ± 1,07	62,70 ± 1,93	62,40 ± 1,59
Molho de tomate	84,98 ± 0,30	86,06 ± 1,85	85,70 ^b ± 1,48	85,83 ± 0,96

*Média de uma triplicata de amostras ± desvio-padrão

Nas Tabelas 4 e 5 podem ser observados os teores médios dos elementos migrantes no molho de tomate e no arroz polido cru e após cozimento por onze minutos nas panelas dos materiais avaliados no estudo.

TABELA 4
Valores médios dos teores dos minerais (mg/kg) encontrados no molho de tomate comercial sem cozimento e após cozido em panelas de vidro, inox, ferro e pedra-sabão

Elementos	Sem cozimento	Tratamentos*			
		Cozido em panelas de vidro	Cozido em panelas de ferro	Cozido em panelas de inox	Cozido em panelas de pedra-sabão
Fe	12,88 ^c ± 0,2	12,0 ^c 5	55,9 ^a ± 88	16,6 ^b 21	14,2 ^c ± 21
Ca	74,8 ^b ± 14	74,8 ^b ± 20	ND	ND	109,8 [±] 125
Mg	74,2 [±] 16	84,8 [±] 12	ND	ND	109,9 [±] 149
Mn	6,7 ^c ± 0,1	6,1 ^c 0,1	8,7 ^b 0,7	9,0 ^b ± 1	10,0 [±] 1
Ni	<0,001	<0,001	ND	0,4 ^b ± 0,9	1,0 [±] 0,9
Cr	<0,003	<0,003	ND	0,5 ± 0,1	ND

ND – Não determinado;

Letras sobrescritas diferentes na horizontal representam valores estatisticamente diferentes (p<0,05).

* Valores médios ± desvio-padrão de duas replicatas para os recipientes de vidro e de sete para os demais materiais.

TABELA 5
Valores médios dos teores dos minerais (mg/kg) encontrados no arroz polido cru e cozido em panelas de vidro, inox, ferro e pedra-sabão, valores em base úmida

Elementos	Sem cozimento	Tratamentos			
		Cozido em panelas de vidro	Cozido em panelas de ferro	Cozido em panelas de inox	Cozido em panelas de pedra-sabão
Fe	2,4 ^d ± 0,2	2,5 ^d ± 0,2	8,7 ^a ± 0,2	5,1 ^b ± 0,6	3,5 ^c ± 0,2
Ca	56,6 ^b ± 0,7	56 ^b ± 1	ND	ND	82 ^a ± 1
Mg	323 ± 5	316 ± 4	ND	ND	331 ± 5
Mn	15,0 ^a ± 0,3	12,8 ^b ± 0,2	12,6 ^b ± 0,5	12,6 ^b ± 0,8	13,4 ^a ± 0,4
Ni	<0,001	<0,001	ND	0,32 ± 0,05	<0,001
Cr	<0,003	<0,003	ND	0,10 ± 0,04	ND

ND – Não detectado;

Letras sobrescritas diferentes na horizontal representam valores estatisticamente diferentes (p<0,05).

* Valores médios ± desvio-padrão de duas replicatas para os recipientes de vidro e de sete para os demais materiais.

A variabilidade da migração dos elementos foi similar nas duplicatas das panelas de vidro, ferro e inox, mostrando discrepância nas triplicatas de panela de pedra-sabão. Tal variação pode ser explicada pela natureza heterogênea do material, o qual pode ainda variar em função de sua procedência geográfica (20,21), embora no estudo as panelas fosse oriundas de uma mesma localidade.

As quantidades de ferro no molho sem cozimento e no cozido em panela de vidro e de pedra-sabão foram estatisticamente iguais. Por outro lado, a panela de ferro transferiu o mais alto teor de ferro para o molho de tomate, seguida pela panela de inox (Tabela 4). A liberação de ferro de panelas de ferro e de inox para alimentos, em especial aqueles ácidos e aquosos, tem sido demonstrada em outros estudos (2,4,5,11,15).

Os teores de ferro encontrados no arroz aumentaram progressivamente quando cozido em panelas de pedra-sabão, inox e ferro, nesta ordem. Já o produto cozido em panela de vidro não mostrou aumento, com relação ao produto cru. O ferro é encontrado na composição dos três materiais diferentes do vidro (9), tendo sua migração sido evidenciada por outros autores (2-5,7-9). O teor de ferro encontrado no arroz cozido na panela de ferro apresentou em média 6,19mg/kg de alimento a mais em relação ao produto cozido na panela de vidro (Tabela 5).

Esta migração de ferro pode ser considerada relevante se levarmos em conta que a recomendação de ingestão diária de ferro para indivíduos adultos do gênero feminino é de 18mg (13). Adicionalmente, o acréscimo de ferro nos alimentos por intermédio dos utensílios culinários pode ser benéfico à saúde humana tanto pela biodisponibilidade apresentada pelo elemento migrante como pelo fato da deficiência de ferro ser

a deficiência nutricional mais frequentemente diagnosticada no âmbito mundial, em especial em países em desenvolvimento (7,22). Todavia, para eventuais indivíduos que apresentem distúrbios no metabolismo do ferro, como na hemocromatose, materiais que liberem o mineral devem ser contra-indicados (23).

O teor de cálcio foi significativamente mais elevado no arroz cozido em panela de pedra-sabão em relação ao cozido em panela de vidro, sendo a diferença entre ambos de 26,4mg/kg (Tabela 5). Já o teor de magnésio se mostrou similar em todos os tratamentos estudados, embora fosse esperado que houvesse uma maior contribuição no produto cozido em panela de pedra-sabão, segundo o obtido em testes com soluções simulantes de alimentos (8,9).

Liberação de quantidade expressiva de magnésio e cálcio foi observada no molho de tomate cozido em panela de pedra-sabão. O molho de tomate preparado em panela de pedra-sabão apresentou 35,0 de cálcio e 25,2mg/kg de magnésio a mais, em relação ao preparado em panela de vidro (Tabela 4). A migração constatada foi favorecida pelo meio ácido e aquoso do molho de tomate (pH=4,12), ambiente propício à dissolução da dolomita, carbonato que contém o cálcio e o magnésio na rocha⁸. A liberação de cálcio e magnésio de panelas de pedra-sabão foi verificada em ensaios envolvendo simulantes de alimentos (8,9), sendo agora constatado que tal migração também se faz presente quando preparado alimento ácido e aquoso no recipiente. A recomendação de ingestão diária de cálcio para indivíduos de ambos os gêneros com idade entre 19 e 50 anos é de 1000mg, enquanto para o magnésio é recomendando 420 e 320mg/dia para homens e mulheres com idade entre 31 e 50 anos, respectivamente.

Quanto ao manganês, o teor encontrado no molho sem cozimento e após onze minutos de cozimento em panela de vidro foi similar (Tabela 4). Foi observado maior teor de manganês no molho cozido na panela de pedra-sabão, seguido do produto cozido em panela de inox e de ferro. A migração de magnésio no arroz polido cozido em panelas de pedra-sabão não foi estatisticamente significativa. Todavia, o arroz polido cru ou cozido na panela de pedra-sabão apresentou teor superior de manganês em relação ao conteúdo encontrado no arroz preparado nos demais recipientes (Tabela 5). A recomendação de ingestão diária de manganês para adultos é de 1,8 e 2,3mg/dia, para os gêneros feminino e masculino, respectivamente (13).

Liberação de níquel pode ser constatada a partir das panelas inox e pedra-sabão. Foi notado que a panela de inox liberou quantidade significativa de níquel para o arroz cozido em comparação com as dos demais materiais, sendo mais elevada na primeira cocção em relação às demais (Tabela 5). A panela de pedra-sabão, que não liberou níquel para o arroz cozido, liberou quantidade expressiva de níquel para o molho de tomate, seguida pela panela de aço inoxidável. Kuligovski e Halperin (5) utilizando ácido acético 0,88M mantido em

ebulição por cinco minutos em panelas de inox, observaram migração de 0,01 a 0,21mg/kg de níquel, sendo que a migração de níquel neste material tende a decrescer com o uso contínuo (9,15). No caso das panelas de pedra-sabão, há evidência de que a cura da panela de pedra-sabão auxilia na prevenção da migração indesejável de níquel (8). O tempo de contato entre o alimento e a pedra-sabão, assim como a acidez e teor de água do alimento são fatores que promovem a migração de níquel do material (9).

Um adulto tem o valor de 1mg como limite de tolerância de ingestão máxima diária de níquel (13). Todavia, segundo vários estudos o comportamento da migração de níquel em panelas de inox em função do número de vezes de uso é decrescente, não representando um problema de saúde pública (9,12,15). Tem sido aconselhado que antes do primeiro uso efetivo da panela de inox, seja fervida água por três ou quatro vezes consecutivas (9). No caso dos utensílios de pedra-sabão, os resultados obtidos reforçam recomendações anteriores de que o recipiente não deve ser usado para manter alimentos ácidos e aquosos por períodos prolongados (8).

O cozimento do arroz em panela de inox propiciou ainda um acréscimo no teor de cromo em relação ao produto cozido em panela de vidro e sem cozimento (Tabela 5). O teor de cromo no molho de tomate cozido em panela de inox foi de aproximadamente 0,5mg/kg (Tabela 4). O cromo derivado de panelas de inox apresenta valência três (12), elemento do qual a população geralmente carece (5). Em estudo utilizando ácido acético 0,88M mantido em ebulição por cinco minutos em panelas de inox, observou-se migração de 0,01 a 0,31mg/L de cromo (5). Outros autores, utilizando ácido láctico 0,1M em contato por uma hora com panelas de inox, verificaram que concentrações de 0,06 a 0,09mg/L de cromo (3). Devido à ausência de dados, ainda não foi estabelecido o limite máximo tolerável de ingestão diária de cromo, sendo considerado 35 e 25µg como ingestão adequada para adultos do gênero masculino e feminino, respectivamente (13).

Quanto à tendência de migração do ferro em relação ao número de vezes de uso do recipiente, foi observada tendência à redução quando o arroz polido era preparado nos recipientes de ferro, inox e pedra-sabão, sendo esta fortemente marcada no produto preparado na panela de ferro (Figura 1).

Em se tratando do molho de tomate, o comportamento da migração de ferro oriundo das panelas de ferro foi crescente (Figura 2), similar ao constatado por Cheng e Brittin (18) que estudaram a migração de ferro de panelas deste metal para molhos de tomate e maçã durante 50 cocções sequenciais. A migração de ferro para o molho de tomate cozido em panela de inox foi decrescente, enquanto que na panela de pedra-sabão foi observado um discreto aumento com o incremento no número de vezes de uso do recipiente. Cabe salientar que o ferro derivado das panelas de ferro contribui para a prevenção e tratamento da anemia ferropriva (1,7).

FIGURA 1
Concentração de ferro no arroz polido cozido em panelas de ferro, inox e pedra-sabão

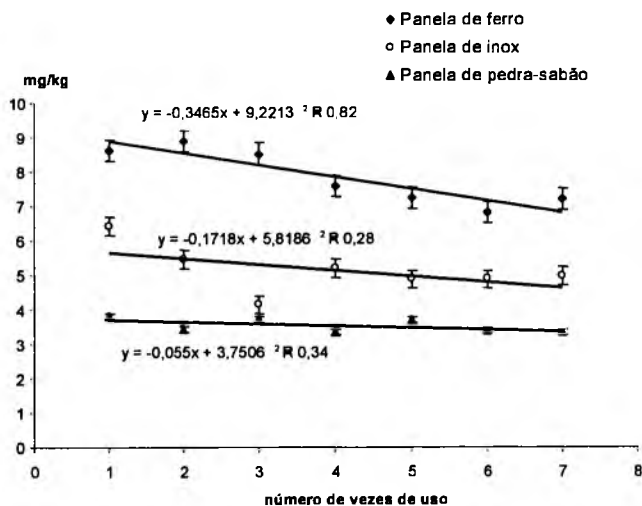
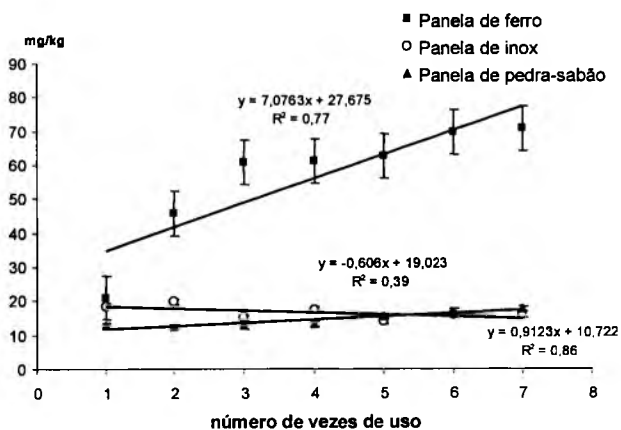
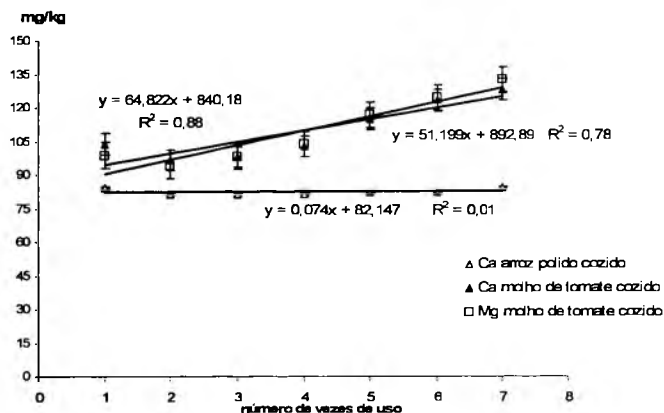


FIGURA 2
Concentração de ferro no molho de tomate cozido em panelas de ferro, inox e pedra-sabão



O comportamento da migração do cálcio e magnésio em função do número de vezes do uso das panelas de pedra-sabão no cozimento do molho de tomate e arroz polido pode ser observado na Figura 3. No molho de tomate foi notada forte tendência ao aumento da migração de ambos os elementos até a sétima vez de cozimento. O comportamento exibido pelo cálcio e magnésio em função das repetições do cozimento do arroz foi constante e ligeiramente ascendente.

FIGURA 3
Concentração de minerais no molho de tomate e arroz polido cozidos em panelas de pedra-sabão



A acidez e o maior teor de água do molho de tomate podem ter favorecido a migração de cálcio e magnésio da panela de pedra-sabão, já que a dolomita apresenta dissolução em meio ácido especialmente sob temperatura elevada (24).

CONCLUSÕES

Os utensílios estudados apresentaram quantidades e comportamento de migração distintos e susceptíveis à variação, conforme o tipo de alimento a ser cozido. Enquanto os alimentos cozidos em panelas de ferro fundido adquirem teor considerável de ferro, arroz e molho de tomate preparado em panela de pedra-sabão apresentam acréscimo na quantidade de cálcio, magnésio e manganês. As panelas de aço inoxidável liberam quantidades mínimas de ferro aos alimentos nelas preparados, sendo que nas primeiras vezes de uso ocorre ainda transferência indesejável de níquel. Independente do número de cocções, este metal também é encontrado no molho de tomate cozido em panela de pedra-sabão, sendo por este motivo o material não adequado para o preparo de alimentos ácidos e aquosos. A variabilidade na migração dos minerais somente foi observada para a pedra-sabão, material heterogêneo com origem geográfica variável. Considerando ainda que o esteatito, o aço inox e o ferro fundido são materiais susceptíveis à abrasão, os dados aqui apresentados são válidos para superfícies não perturbadas por processos de polimento após cada ciclo de uso. Os resultados obtidos podem contribuir para orientações aos consumidores visando a melhoria do seu estado nutricional, sendo que a escolha por um determinado tipo de material deve estar fundamentada nas necessidades nutricionais específicas do comensal e também do tipo de preparação a ser elaborada e intenção de uso (cozinhar ou guardar alimentos).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Tramontina S.A e à Oro Preto Art's pela doação dos utensílios testados, e à Fundação Mineira Ltda. (FUMIL) pelos utensílios cedidos e o apoio financeiro, à Cargill Agrícola S.A. e à Coniexpress S.A. indústrias que acreditaram e apoiaram este estudo.

REFERÊNCIAS

- Quintaes KD. Utensílios para alimentos e implicações nutricionais. *Rev Nutr.* 2000;13(3):151-6.
- Park J, Brittin HC. Increase iron content of food due to stainless steel cookware. *J Am Diet Ass.* 1997; 97(6):659-61.
- Agarwal P, Srivastava S, Srivastava M, Prakash S, Ramanamurthy M, Shirivastav R, Dass S. Studies on leaching of Cr and Ni from stainless steel utensils in certain acids and in some Indian drinks. *Sci. Total Environ.* 1997; 199(3):271-5.
- Park J, Brittin HC. Iron content, sensory evaluation, and consumer acceptance of food cooked in iron utensils. *J Food Qual.* 2000; 23(2):205-15.
- Kuligowski J, Halperin KM. Stainless steel cookware as a significant source of nickel, chromium, and iron. *Arch Environ Contam Toxic.* 1992; 23(2):211-5.
- Quintaes KD. Influência dos utensílios culinários nas características sensoriais dos alimentos. *Nutr Brasil.* 2005; 4(2):106-10.
- Adish AA; Esrey SA, Gyorkos TW, Jean-Baptiste J, Rohani A. Effect of consumption of food cooked in iron pots on iron status and growth of young children: a randomised trial. *Lancet.* 1999; 353(9154):712-6.
- Quintaes KD, Farfan JA, Morgano MA, Mantovani DMB. Soapstone (steatite) cookware as a source of minerals. *Food Addit Contam.* 2002; 19(2):134-43.
- Quintaes KD, Farfan JA, Tomazini FM, Morgano MA. Migração de minerais de panelas brasileiras de aço inoxidável, ferro fundido e pedra-sabão (esteatito) para simulantes de alimentos. *Ciência Tec Alimen.* 2004; 24(3):397-402.
- Quintaes KD, Farfan JA, Tomazini FM, Morgano MA. Migração de ferro, manganês e zinco em panelas de ferro fundido e laminado. *Nutr Brasil.* 2003; 2(4):208-10.
- Coutsoucos SM, Colli C. Iogurte preparado em panela de ferro: uma alternativa para fortificação de alimentos com ferro. *Hig Alimen.* 1994; 8(29):14-7.
- Flint NG, Packirisamy S. Purity of food cooked in stainless steel utensils. *Food Addit Contam.* 1997; 14(2):115-26.
- Trumbo P, Yates AA, Schlicker S, Poss M. Dietary reference intakes: vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. *J Am Diet Ass.* 2001; 101(3):294-301.
- Cheng XL, Ma HY, Chen SH, Yu R, Chen X, Yao ZM. Corrosion of stainless steel in acid solutions with organic sulfur-containing compounds. *Corros Sci.* 1999; 41(4):321-33.
- Kumar R, Srivastava PK, Srivastava SP. Leaching of heavy metals (Cr, Fe and Ni) from stainless steel utensils in food simulants and food materials. *Bull Environ Contam Toxic.* 1994; 53(2):259-66.
- Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis.* pp. 912, 915, 931-932. 15th edn. Washington (DC): AOAC; 1990
- Statistical Analysis System. *User's Guide Statistics.* Version 6. Cary, NC: SAS Institute; 1989.
- Cheng YJ, Brittin HC. Iron in food: effect of continued use of iron cookware. *J Food Sci.* 1991; 56(2):584-5.
- Brittin HC, Nossaman CE. Iron content of food cooked in iron utensils. *J Am Diet Ass.* 1986; 86(7): 897-901.
- Roeser H, Roeser U, Shultz-Dobrick B, Tobschall HJ. Pedra Sabão, uma rocha metassomática. *Anais do IV Simpósio de Geologia de Minas Gerais; 1987 Sep 13-15; Belo Horizonte, BR.* p. 206-308; 1987.
- Roeser U, Roeser H, Mueller G, Tobschall HJ. Petrogênese dos esteatitos do sudeste do quadrilátero ferrífero. *Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia; 1980 Ago 02-05; Camburiú, BR.* p. 2230-45; 1980.
- Geerligts P, Brabin BJ, Omari AAA. Food prepare in iron cooking pots as an intervention for reducing iron deficiency anaemia in developing countries: a systematic review. *J Hum Nutr Diet.* 2003; 16(4):275-81.
- Bothwell TH. Overview and mechanisms of iron regulation. *Nutr Rev.* 1995; 53(9): 237-45.
- Leinz V, Campos JES. *Guia para determinação de minerais.* São Paulo: Companhia Editora Nacional; 1968.

Recibido: 19-05-2006

Aceptado: 06-09-2006

Identificación de proteínas extrínsecas en jamones cocidos por SDS-PAGE: Nivel de detección en sistemas modelo

Laura Beatriz López, Carola Beatriz Greco, Patricia Ronayne de Ferrer y Mirta Eva Valencia

Cátedra de Bromatología. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires-Argentina

RESUMEN. Con el fin de establecer el nivel de detección de materias primas proteicas en mezcla con carne porcina en jamones cocidos se realizó la extracción de proteínas de diversos sistemas modelo y la posterior separación por electroforesis en gel de poliacrilamida, según el sistema de Laemmli (SDS-PAGE). Se estudiaron sistemas modelo de jamones cocidos con aislado de soja, caseinato, leche en polvo descremada, plasma bovino, plasma porcino y suero lácteo. El nivel de cuantificación del método fue de 0,5% de aislado de soja, de caseinato y de plasma bovino y de 1,0% de plasma porcino, de leche en polvo descremada y de suero lácteo en jamones cocidos. De acuerdo con estos resultados esta metodología resulta útil para controlar el agregado de ciertas materias primas proteicas por lo que resulta válida para verificar el cumplimiento de la legislación vigente para salazones cocidas y puede ser utilizada como metodología de control.

Palabras clave: SDS-PAGE, proteínas, jamón cocido, identificación, electroforesis.

INTRODUCCION

La Resolución SENASA N° 395/03 establece que los jamones, paletas y lomos de cerdo cocidos no deben incluir en su formulación sustancias amiláceas ni aislados proteínicos de soja (1). El Boletín Oficial N° 30676 del 16 de junio de 2005 incorporó modificaciones en el Código Alimentario Argentino estableciendo que el jamón cocido (art. 294), la paleta cocida (art. 296) y el lomo de cerdo cocido (art. 297 bis) no pueden contener proteínas agregadas ni otros extensores, permitiendo el agregado de proteínas de soja según el límite para chacinados (2% de aislado de soja) únicamente para "fiambre de cerdo cocido" (art. 360 bis) (2). En la elaboración de los productos cárnicos es frecuente el agregado de proteínas extrínsecas debido a que sus propiedades funcionales mejoran las características organolépticas y el rendimiento de este tipo de productos (3). Las proteínas de soja son las que se agregan con mayor frecuencia pero muchos productos pueden contener no sólo proteínas vegetales sino también otras materias primas proteicas.

Si bien en Argentina la metodología propuesta para el control del agregado de soja en salazones cocidas es un método de ELISA, el mismo tiene un costo excesivamente elevado, lo

SUMMARY. Identification of extrinsic proteins in boneless cooked ham by SDS-PAGE: Detection level in model systems. Protein extraction and separation in polyacrylamide slab gel electrophoresis with Laemmli system (SDS-PAGE) were used to establish the detection level of protein raw materials in mixtures with porcine meat in boneless cooked ham. Model systems of boneless cooked ham with soy protein isolates, caseinate, skim powdered milk, bovine plasma, porcine plasma and whey proteins were studied. The quantification level of this method was 0.5% for soy protein isolates, caseinate and bovine plasma and 1.0% for porcine plasma, milk powder and whey proteins in boneless cooked ham. The electrophoretic method proved to be useful to identify some proteinic raw materials in porcine meat products and verify compliance with Argentine legislation. It may be used as a control methodology.

Key words: SDS-PAGE, proteins, boneless cooked ham, identification, electrophoresis.

que hace que sea de muy difícil aplicación por los organismos de control. Esta circunstancia, sumada al hecho de que ese kit comercial únicamente permite detectar proteínas de soja, hace que sea necesario contar con una metodología más económica que permita la detección de diversas materias primas proteicas frecuentemente agregadas a las salazones cocidas. Entre las materias primas proteicas que se comercializan para ser utilizadas en la industria cárnica se encuentran además de las proteínas de soja, plasma bovino, plasma porcino, diversas materias primas de origen lácteo como por ejemplo leche en polvo, suero lácteo y caseinatos, mezclas de plasma bovino con proteínas lácteas y "mezclas proteicas" que contienen caseinato de sodio, lactoalbúmina, proteínas de cerdo deshidratadas y aislado de soja, entre otros. Estas materias primas proteicas actúan como agentes de retención de agua y emulsionantes de grasa; mejoran la liga durante el masajeo, permiten obtener muy buena coagulación durante la cocción y confieren brillo y humectación al producto terminado.

En trabajos previos, utilizando electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato de sodio, se estableció el nivel de detección de proteínas de soja en mezcla con carne vacuna utilizando una solución extractiva de proteínas totales; y de harina de trigo, leche en polvo y caseinato en mezcla con carne vacuna utilizando un solvente selectivo para prolaminas

y caseínas, el isopropanol 55° + 2% 2-mercaptoetanol (ISO 55° + 2-ME) (4-8).

En el presente trabajo se estudió la posibilidad de detección, mediante esta metodología, de diversas materias primas proteicas (aislado de soja, plasma bovino, plasma porcino, leche en polvo descremada, caseinato y suero lácteo) en sistemas modelo de jamones cocidos y se establecieron los niveles de detección y de cuantificación en cada caso.

MATERIALES Y METODOS

Muestras

Sistemas modelo

Jamones cocidos con aislado de soja: 0,5%; 1,0% y 2,0% de aislado de soja.

Jamones cocidos con plasma bovino: 0,5%; 1,0% y 2,0% de plasma bovino.

Jamones cocidos con plasma porcino: 0,5%; 1,0% y 2,0% de plasma porcino.

Jamones cocidos con leche en polvo descremada: 1,0%, 2,0% y 3,0% de leche en polvo descremada.

Jamones cocidos con caseinato: 0,5%; 1,0% y 2,0% de caseinato.

Jamones cocidos con suero lácteo: 0,5%; 1,0% y 2,0% de suero lácteo.

Los niveles agregados de las materias primas proteicas son los de uso habitual en la industria cárnica.

Para que todas las piezas a analizar fueran representativas se procedió a elaborar los jamones de tal forma de lograr una correcta y homogénea distribución de los distintos ingredientes a determinar, como se describe mas adelante.

Se utilizaron como controles aislado de soja, plasma bovino, plasma porcino, caseinato, leche en polvo descremada, suero lácteo y jamón cocido sin agregado de ninguna materia prima proteica.

Las preparaciones fueron elaboradas con carne porcina, agua e ingredientes secos: sales, polifosfatos, eritorbato de sodio y glutamato de sodio, además de las materias primas proteicas mencionadas anteriormente y agregadas a los distintos tipos de jamones. La preparación se realizó de la siguiente manera: se colocaron en una cutter Seydelmann los cortes cárnicos junto con el 50% de los ingredientes secos y el 50% del agua, se mezcló 5 minutos y se agregaron los ingredientes restantes, se continuó mezclando y se agregó el resto del agua, mezclando aproximadamente 10 minutos más. Se controló que la temperatura no superara los 12°C. Una vez que se logró un correcto mezclado se embutieron los jamones y se colocaron en un horno industrial Alkar a inyección a vapor por 2 horas hasta llegar aproximadamente a los 74°C en el centro de la pieza.

Análisis de las muestras

Desgrasado/deshidratado de las muestras

El desgrasado/deshidratado de las muestras previamente molidas se realizó con acetona. Se suspendió la muestra en relación 1/10 con acetona y se homogeneizó en VirTis modelo 23 a baja velocidad durante 5 minutos. Posteriormente se centrifugó a 1200 rpm durante 20 minutos y se descartó el sobrenadante. Las muestras fueron desgrasadas con acetona dos veces.

Extracción de proteínas

La extracción de proteínas totales se realizó con buffer Tris-HCl 0,0625M (pH: 6,8) con 3% de dodecilsulfato de sodio (SDS) y 2% de 2-mercaptoetanol por calentamiento en baño de agua a 100°C durante 5 minutos con agitación y posterior centrifugación a 2500 rpm durante 15 minutos. Se pesaron 30 mg de muestra desgrasada/deshidrata con acetona de cada sistema modelo y de cada materia prima proteica control y se extrajeron con 2 mL de solución extractiva.

La extracción de caseínas de los jamones que contenían caseinato o leche en polvo descremada, de leche en polvo y de caseinato, se realizó con isopropanol 55% (v/v) + 2% de 2-mercaptoetanol (ISO 55° + 2-ME). De cada sistema modelo se pesaron 350 mg de muestra desgrasada deshidrata con acetona, de leche en polvo descremada se pesaron 80 mg y de caseinato 50 mg, en todos los casos la extracción se efectuó con 2 mL de ISO 55° + 2-ME. Las mezclas se homogeneizaron en VirTis modelo 23 a baja velocidad durante 5 minutos, se dejaron en reposo 1 hora y se agitaron nuevamente en homogeneizador durante 5 minutos. Luego se centrifugaron 15 minutos a 2500 rpm.

Electroforesis

Se utilizó básicamente el sistema de Laemmli (9). Se trabajó con placas de geles de poliacrilamida en sistema discontinuo, con gel de separación (poro fino) y gel de concentración (poro grueso). El gel de separación se preparó con 10% de acrilamida en una solución 1,5 M Tris-ClH con 0,4% de SDS (pH: 9,2). El gel de concentración se preparó con 3% de acrilamida en una solución 0,5 M Tris-ClH con 0,4% de SDS (pH: 6,8).

Para la siembra de los extractos de proteínas totales y de proteínas solubles en ISO 55° + 2-ME de los sistemas modelos de jamones cocidos se realizaron en cada caso las siguientes mezclas:

- 1 volumen de extracto de proteínas totales de la muestra + 1/2 volumen de glicerina 50% + 1/2 volumen de solución de azul de bromofenol (0,001% en agua).

- 1 volumen de extracto de proteínas solubles en ISO 55° + 2-ME de la muestra.

+ 1 volumen de glicerina 50% + 1/10 volumen de solución de azul de bromofenol (0,001% en agua).

Para la siembra de los extractos de proteínas totales de aislado de soja, plasma bovino, plasma porcino, leche en polvo descremada y suero lácteo se realizaron en cada caso las siguientes mezclas:

- 1/6 volumen de extracto de proteínas totales de la muestra + 1 volumen de glicerina 50% + 1 volumen de solución de azul de bromofenol (0,001% en agua).

Para la siembra de los extractos de ISO 55° + 2-ME de leche en polvo descremada y de caseinato se realizaron en cada caso las siguientes mezclas:

- 1 volumen de extracto de proteínas solubles en ISO 55° + 2-ME de la muestra

+ 3 volúmenes de glicerina 50% + 1/3 volumen de solución de azul de bromofenol (0,001% en agua).

Las alícuotas sembradas fueron de 5 uL para los extractos de proteínas totales y de 20 ul para los extractos de proteínas solubles en ISO 55° + 2-ME.

La electroforesis se realizó con equipo "Mini-Protean II Electrophoresis Cell" de BioRad a 180 V durante 40 minutos. La tinción se realizó con Coomassie Brilliant Blue R 250 al 0,25% en solución metanol 50% y ácido acético 9% durante 30 minutos. La destinción de las placas se realizó por difusión con solución etanol 50% y ácido acético 9% durante aproximadamente 2 horas con renovación constante. En todos los casos las placas se conservaron en solución de ácido acético 7%.

La densitometría de las resoluciones proteicas de las distintas muestras se realizó con equipo Shimadzu Dual - Wavelength Chromatogram Scanner Model CS - 910. Se trabajó con longitud de onda de máxima absorción de 550 nm. La adquisición de datos se realizó con el programa Chromatography Station CSW de DataApex Ltd.

Se consideró como límite de detección la menor concentración de una materia prima proteica agregada que puede ser detectada por electroforesis por la aparición de bandas características de dicha materia prima proteica y como límite de cuantificación la menor cantidad agregada a partir de la cual se puede efectuar la cuantificación utilizando sistemas modelos con agregado de distintos niveles de la materia prima proteica en cuestión.

RESULTADOS Y DISCUSION

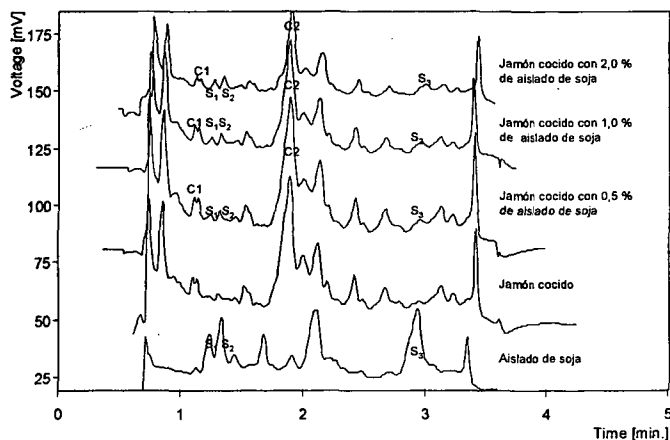
Sistemas modelo jamones cocidos con agregado de aislado de soja

Del análisis de las muestras con agregado de soja surge que es posible detectar la presencia de proteínas de soja en mezcla con proteínas de carne de cerdo en los tres niveles agregados. En la Figura 1 se presentan los densitogramas co-

rrespondientes a las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 0,5% de aislado de soja, jamón cocido con 1,0% de aislado de soja, jamón cocido con 2,0% de aislado de soja y de aislado de soja analizadas con solución extractiva de proteínas totales. Se señalan en los densitogramas de los sistemas modelo y de aislado de soja los picos S1 y S2 característicos de proteínas de soja que permiten detectar la presencia de soja en mezcla con proteínas de carne de cerdo. Dichos picos se incrementan al aumentar el porcentaje de aislado de soja agregado. El pico S3 de la soja también se observa en los densitogramas de los sistemas modelos, sin embargo su incremento no es tan evidente como el de los picos S1 y S2. A medida que aumenta el porcentaje de soja se observa un aumento relativo de S3 respecto de los picos de carne que se encuentran a ambos lados de dicho pico.

FIGURA 1

Densitogramas correspondientes a proteínas totales de las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 0,5% de aislado de soja, jamón cocido con 1,0% de aislado de soja, jamón cocido con 2,0% de aislado de soja y aislado de soja, separadas por SDS-PAGE. S1, S2 y S3: picos característicos de proteínas de aislado de soja. C1 y C2: picos característicos de proteínas de carne de cerdo



Se graficaron las relaciones de áreas de picos de soja ($S1+S2$ y $S1+S2+S3$) / áreas de picos de carne de cerdo que no se superponen a picos de soja ($C1+C2$) en función del % de aislado de soja agregado. La mejor correlación se obtuvo graficando áreas de $S1+S2$ /áreas de $C1+C2$ en función del % de aislado de soja agregado. La correlación obtenida fue R^2 de 0,998.

En mezcla con aislado de soja el límite de detección y de cuantificación es de 0,5%.

Sistemas modelo jamones cocidos con agregado de plasma bovino o plasma porcino

Con el agregado de plasma porcino o de plasma bovino se observan las mismas modificaciones en los densitogramas de la carne porcina. Esto se debe a que el plasma porcino y el plasma bovino presentan prácticamente el mismo patrón electroforético, diferenciándose únicamente en la intensidad de las bandas. El plasma porcino presenta bandas de menor intensidad que el plasma bovino.

Del análisis de las muestras con agregado de plasma bovino surge que es posible detectar la presencia de proteínas de plasma bovino en mezcla con proteínas de carne de cerdo en los tres niveles agregados. En la Figura 2 se presentan los densitogramas correspondientes a las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 0,5% de plasma bovino, jamón cocido con 1,0% de plasma bovino, jamón cocido con 2,0% de plasma bovino y de plasma bovino analizadas con solución extractiva de proteínas totales. Se señalan en los densitogramas de los sistemas modelo y de plasma bovino los picos P1 y P2 característicos de proteínas de plasma bovino que permiten detectar la presencia de esta materia prima en mezcla con proteínas de carne de cerdo. Dichos picos se incrementan al aumentar el porcentaje de plasma bovino agregado.

Se graficó la relación de áreas de picos de plasma bovino (P1+P2)/áreas de picos de carne de cerdo que no se superponen a picos de plasma bovino (C1+C2) en función del % de plasma bovino agregado. Se observó que existe muy buena correlación siendo el R^2 de 0,9975.

En mezcla con plasma bovino el límite de detección y de cuantificación es de 0,5%.

Como resultado del análisis de los sistemas modelo con agregado de plasma porcino se observó que con el agregado de 0,5% de plasma porcino no resulta tan evidente la presencia de esta materia prima proteica por la menor intensidad de los picos característicos, pero sí se detecta claramente la presencia de 1,0% y 2,0% de plasma porcino, observándose una buena correlación cuando se grafica la relación de áreas de picos de plasma porcino (P1+P2)/áreas de picos de carne de cerdo que no se superponen a picos de plasma porcino (C1+C2) en función del % de plasma porcino agregado, siendo el R^2 de 0,9984. Con esta materia prima proteica el límite de cuantificación es 1,0%.

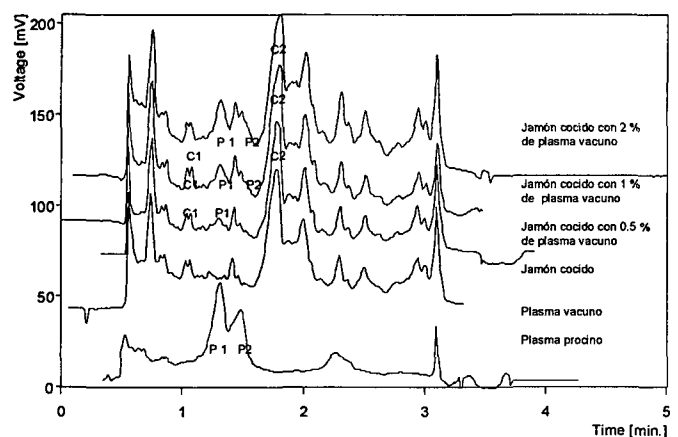
Debe mencionarse que si se desconoce cuál es la materia prima proteica agregada (si es plasma bovino o plasma porcino) no hay posibilidades de establecerlo a través del análisis electroforético. Con el agregado de plasma bovino los picos de plasma (P1 y P2) aparecen más intensos que cuando se agrega igual concentración de plasma porcino pero al ser los mismos picos no es posible distinguir el origen de la materia prima.

Ante el análisis de una muestra incógnita si la misma pre-

senta picos característicos de plasma es posible realizar la cuantificación y expresar los resultados obtenidos en porcentaje de plasma bovino o porcino según los sistemas modelo utilizados.

FIGURA 2

Densitogramas correspondientes a proteínas totales de las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 0,5% de plasma bovino, jamón cocido con 1,0% de plasma bovino, jamón cocido con 2,0% de plasma bovino y plasma bovino, separadas por SDS-PAGE. P1 y P2: picos característicos de plasma vacuno. C1 y C2: picos característicos de proteínas de carne de cerdo



Sistemas modelo jamones cocidos con agregado de leche en polvo descremada

De acuerdo con resultados previos el isopropanol 55° + 2% de 2-mercaptoetanol (ISO 55° + 2-ME) resulta de utilidad para extraer caseínas en mezcla con proteínas cárnicas, ya que las proteínas cárnicas son muy poco solubles en este solvente mientras que las caseínas presentan una buena extracción (7,8). Por este motivo se analizaron estos sistemas modelo con ISO 55° + 2-ME.

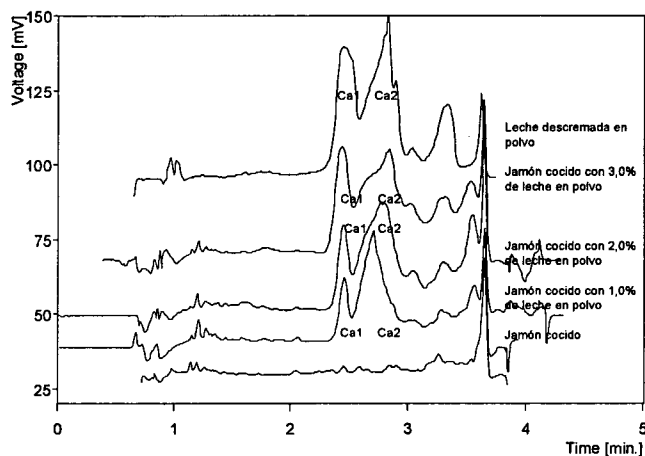
En la Figura 3 se presentan los densitogramas correspondientes a las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 1,0% de leche en polvo, jamón cocido con 2,0% de leche en polvo, jamón cocido con 3,0% de leche en polvo y de leche en polvo analizadas con ISO 55° + 2-ME. En los respectivos densitogramas se observa que el agregado de 1,0% de leche en polvo se puede detectar ya que se observan claramente los picos correspondientes a caseínas (Ca1 y Ca2), dichos picos se incrementan con el aumento de leche agregada. Es posible graficar las áreas de picos característicos de caseínas en función del % de leche agregado y se obtiene una buena correlación R^2 : 0,9967.

De acuerdo con los resultados obtenidos es posible detectar el agregado de leche en las muestras de jamones en los

niveles analizados e incluso se presume que es posible detectar cantidades menores aún (8).

FIGURA 3

Densitogramas correspondientes a proteínas solubles en ISO 55° + 2-ME de las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 1,0% de leche en polvo, jamón cocido con 2,0% de leche en polvo, jamón cocido con 3,0% de leche en polvo y leche en polvo descremada, separadas por SDS-PAGE. Ca1 y Ca2: picos característicos de leche en polvo



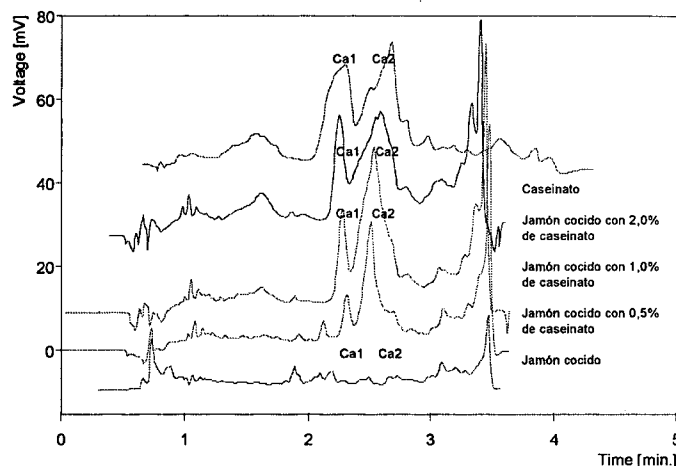
Sistemas modelo jamones cocidos con agregado de caseinato

Estas muestras fueron analizadas con ISO 55° + 2-ME. En la Figura 4 se presentan los densitogramas correspondientes a las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 0,5% de caseinato, jamón cocido con 1,0% de caseinato, jamón cocido con 2,0% de caseinato analizadas con ISO 55° + 2-ME. En los tres jamones con agregado de caseinato se observan claramente las bandas correspondientes a caseínas (Ca1 y Ca2), incluso cuando se agrega 0,5% de caseinato. En estas muestras también hubo una buena correlación cuando se graficó áreas de picos característicos de caseínas en función del porcentaje de caseinato agregado (R^2 : 0,9207). Al igual que en las mezclas con leche sería posible detectar cantidades menores de caseinato agregadas (8).

Tanto en los jamones con agregado de leche como en los jamones con agregado de caseinato lo que se observa en los respectivos densitogramas son los picos característicos de caseínas. Por este motivo si en una muestra incógnita se visualizan picos característicos de caseínas no es posible confirmar si lo que se le agregó fue leche o caseinato. Se puede realizar una cuantificación de caseínas utilizando sistemas modelo con caseinato o con leche y expresando los resultados en porcentaje de caseínas.

FIGURA 4

Densitogramas correspondientes a proteínas solubles en ISO 55° + 2-ME de las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 0,5% de caseinato, jamón cocido con 1,0% de caseinato, jamón cocido con 2,0% de caseinato y de caseinato, separadas por SDS-PAGE. Ca1 y Ca2: picos característicos de caseinato



Sistemas modelo jamones cocidos con agregado de suero lácteo

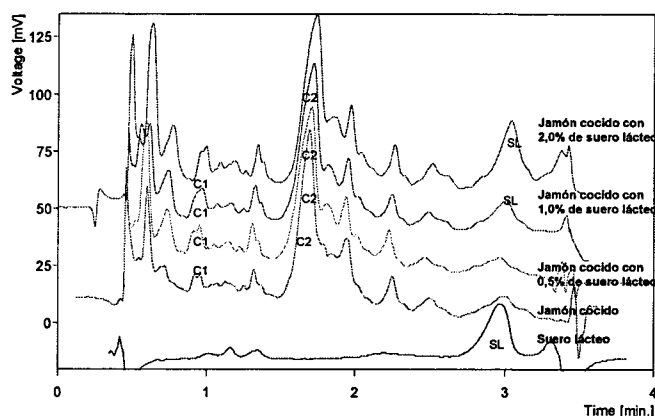
Del análisis de las muestras con agregado de suero lácteo surge que es posible detectar la presencia de proteínas de suero lácteo en mezcla con proteínas de carne de cerdo cuando se agrega 1,0% y 2,0% de suero lácteo. No es posible detectar el agregado de 0,5% de suero lácteo. En la Figura 5 se presentan los densitogramas correspondientes a las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 0,5% de suero lácteo, jamón cocido con 1,0% de suero lácteo, jamón cocido con 2,0% de suero lácteo y de suero lácteo analizadas con solución extractiva de proteínas totales. En los densitogramas de las muestras analizadas y de suero lácteo se señalan el pico SL característico de proteínas de suero lácteo que permite detectar la presencia de esta materia prima en mezcla con proteínas de carne de cerdo. Dicho pico se incrementa con el agregado de 1,0% y 2,0% de suero lácteo.

Se graficó la relación de áreas de picos de suero lácteo (SL)/áreas de picos de carne de cerdo que no se superponen a picos de suero lácteo (C1+C2) en función del % agregado, para las muestras de jamón sin agregado, con agregado de 1,0% y de 2,0% de suero lácteo. Se observó que existe muy buena correlación siendo el R^2 de 0,9868.

En mezcla con suero lácteo el límite de detección y de cuantificación es de 1,0% de suero lácteo. Por debajo de 1,0% se podría presumir la presencia de suero lácteo pero no cuantificar.

FIGURA 5

Densitogramas correspondientes a proteínas totales de las muestras jamón cocido control, jamón cocido con 0,5% de suero lácteo, jamón cocido con 1,0% de suero lácteo, jamón cocido con 2,0% de suero lácteo y de suero lácteo, separadas por SDS-PAGE. SL: picos característicos de suero lácteo. C1 y C2: picos característicos de proteínas de carne de cerdo



De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo en una misma muestra es posible detectar y cuantificar con solución extractiva de proteínas totales la presencia de proteínas de soja, de plasma y de suero lácteo dado que cada una de estas materias primas proteicas presentan picos característicos que no se superponen entre sí. Además en dicha muestra utilizando un solvente selectivo (ISO 55° + 2-ME) es posible detectar y cuantificar la presencia de proteínas caseínas.

CONCLUSIONES

El nivel de cuantificación del método fue de 0,5% de aislado de soja, de caseinato y de plasma bovino y de 1,0% de plasma porcino, de leche en polvo descremada y de suero lácteo en jamones cocidos. De acuerdo con estos resultados esta metodología resulta útil para controlar el agregado de diversas materias primas proteicas en salazones cocidas.

Dado que la legislación actual prohíbe la incorporación de proteínas agregadas u otros extensores en la elaboración de jamones, paletas y lomos de cerdo, se propone esta metodología como una de las posibles para efectuar el control de este tipo de productos.

REFERENCIAS

1. Resolución 395/03 del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). www.senasa.gov.ar/dinamicas/prensa/muestra.php?id=18690, visitada abril 2006.
2. Código Alimentario Argentino, actualizado, 2006. www.anmat.gov.ar/principal.html, visitada abril 2006.
3. Giese J. "Proteins as ingredients: Types, functions, applications". *Food Technol.* 1994;48 (10): 49-60.
4. Olivera Carrión M. "Separación de proteínas alimenticias por electroforesis: Estudio de los cambios inducidos por el procesado, identificación de especies y detección de proteínas en mezclas". [Tesis Doctoral]. Universidad de Buenos Aires. Argentina; 1988.
5. Olivera Carrión M y Valencia M. "Detección y cuantificación de soja en productos cárnicos por electroforesis. I. Estudio en sistema modelo." *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.* 1990; 30 (4): 509-517.
6. Olivera Carrión M y Valencia M. "Detección y cuantificación de soja en productos cárnicos por electroforesis. II. Identificación e interferencias de otras proteínas diferentes de soja". *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.* 1990; 30(4): 518-528.
7. López Laura B. "Separación, identificación y cuantificación de proteínas en alimentos procesados". [Tesis Doctoral]. Universidad de Buenos Aires. Argentina; 2000.
8. López LB y Valencia ME. "Detección de proteínas extrínsecas en productos cárnicos comerciales por SDS-PAGE". *Revista Chilena de Nutrición.* 2001; Vol. 28 N° 3: 447-456.
9. Laemmli UK. "Cleavage of structural proteins during the assembly of the head bacteriophage t4". *Nature.* 1970; 227: 680-685.

Recibido: 02-06-2006

Aceptado: 05-09-2006

Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz

Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Ahmed A. El-Dash

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - Departamento de Tecnologia de Alimentos
Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, S.P. Brasil

RESUMO. A procura pela produção de pão sem glúten (PSG) é muito importante nutricional, técnica e economicamente para pacientes celíacos e para países em desenvolvimento, que importam trigo. Os maiores problemas tecnológicos na produção de PSG é obter um substituto de glúten, que tenha baixo custo e que seja capaz de reter gás durante a fermentação e assamento do pão. O uso de amido gelatinizado parece ser promissor para substituir o glúten. Neste trabalho foi feito pão sem glúten, usando farinha de arroz crua (100%) e adição de 10% de farinha pré-gelatinizada de arroz, como substituto de glúten. Farinhas pré-gelatinizadas de arroz (FPG) produzidas num extrusor mono-roscas Brabender, variando-se a temperatura de extrusão (108 - 192°C) e a umidade da matéria-prima (19,2 a 24,8%) foram usadas ao nível de 10% (em base de 100% de farinha de arroz) na produção do pão sem glúten. Os resultados mostraram que a farinha extrusada de arroz a alta temperatura (180°C) e baixa umidade (20%) produziu pães com as melhores características tecnológicas, com cor de crosta e miolo semelhantes ao pão de trigo, mas volume e textura ainda não foram iguais.

Palavras-chave: Pão sem glúten, extrusão termoplástica e farinha de arroz.

SUMMARY. Extruded rice flour as a gluten substitute in the production of rice bread. Research regarding the production of gluten-free bread (GFB) is very important nutritionally, technically and economically speaking, both to celiac patients and to developing countries who import wheat. The main technological problem in the production of GFB is obtaining a gluten substitute that is both inexpensive and capable of retaining gas during bread fermentation and baking. The use of gelatinized starch as an alternative for gluten seems promising. In this project, rice bread was made using pre-gelatinized extruded rice flour as a gluten substitute. Pre-gelatinized rice flours (PRF) were manufactured in a single screw Brabender extruder, varying extrusion temperature (108-192°C) and the moisture of the raw material (19.2 - 24.8 %), and were used in a proportion of 10g for every 100g of raw rice flour, in the production of gluten-free bread. Results showed that rice flour extruded at a high temperature (180°) and low moisture content (20%), rendered bread with the best technological characteristics, presenting crust and crumb color similar to those of conventional wheat bread, although with volume and texture not as satisfactory in the same comparison.

Keywords: Gluten-free bread, thermoplastic extrusion, rice flour.

INTRODUÇÃO

O pão consiste predominantemente de proteínas, amido e água na razão aproximada de 1:6:5, respectivamente (1). O mecanismo da rápida formação de massa viscoelástica, quando a farinha de trigo é misturada com água, está relacionado com as proteínas formadoras de glúten, sendo que muitas hipóteses têm sido publicadas visando explicar este mecanismo (2).

O pão sem glúten (PSG), obtido com farinhas amiláceas nativas de países em desenvolvimento, pode representar a oferta de produtos de custo menor e ser uma fonte de energia para pacientes celíacos, que apresentam intolerância permanente a gliadina e outras proteínas afins que estão contidas em dieta alimentar à base de trigo, aveia, cevada, centeio e triticale (3,4).

Alguns resultados encontrados mostram que o PSG não possui as características de textura e granulidade iguais ao pão com trigo (5). As farinhas sem glúten quando misturadas para formar massa não formam fase contínua e nem estrutura de massa, logo não produzem pão de boa qualidade (6), sendo

que uma das características principais do PSG é o miolo firme e gomoso (7).

Contudo, a farinha de arroz tem sido bem caracterizada para a produção de pão sem glúten. Os melhores resultados na produção de pão de arroz foram com o uso de uma farinha de arroz com baixo teor de amilose (20-25%) e características amilográficas como baixa temperatura de gelatinização (60°C), viscosidade de pasta à quente de 750 UA (Unidades Amilográficas) e viscosidade após resfriamento a 50°C de 715 UA (8,9).

Para melhorar a qualidade do PSG, muitos pesquisadores têm feito uso de aditivos como gomas, emulsificantes, farinhas ou amidos gelatinizados (5,7,10-13). No entanto, pesquisas visando fortalecer a rede de proteínas do arroz através do uso de enzimas tem sido realizadas (14), porém o uso de gomas ainda foi necessário para melhorar o volume do pão.

O amido gelatinizado é um dos pré-requisitos para estabelecer a rede tridimensional capaz de reter gases e de se expandir durante a fermentação e forneamento do PSG (2), este se apresenta como um dos coadjuvantes mais viáveis

economicamente em países do terceiro mundo para obtenção deste tipo de produto. Os métodos de produção de farinhas e amidos gelatinizados são vários (rolos secadores, atomização, cozimento convencional), mas o processo de extrusão apresenta as vantagens de versatilidade, alta produtividade, baixo custo (15) e controle mais rigoroso do grau de gelatinização desejado, onde pequenas modificações no equipamento e/ou na matéria-prima, podem levar a diferentes resultados finais (16).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de farinhas de arroz pré-gelatinizadas por extrusão como substituto do glúten, ao nível de 10g para cada 100g de farinha de arroz crua, nas características tecnológicas de pães sem glúten.

MATERIAL E MÉTODOS

Farinha de arroz, obtida em laboratório

Sal refinado, açúcar refinado, óleo vegetal de soja, fermento biológico seco e gordura vegetal hidrogenada, obtidos no comércio.

Obtenção e caracterização físico-química e tecnológica da farinha de arroz

Arroz em casca, cedido pelo IAC (Instituto Agrônomo de Campinas-SP-Brasil), foi beneficiado, limpo e moído em moinho de trigo Quadrumat Senior Brabender nas passagens de quebra e redução, para transformação em farinha de arroz. A granulometria foi determinada pela passagem de 200 g de farinha de arroz por um conjunto de peneiras vibratórias Produtest, com agitação constante por 15 minutos, posteriormente, as quantidades retidas em cada peneira e no fundo foram pesadas e calculadas as respectivas porcentagens.

Foram determinados a umidade, proteína e cinzas usando os respectivos métodos nº 44-15A, 46-12; 08-01 da AACC (17), lipídios (18) e carboidratos totais foi calculado pela diferença, teor de amilose (19) e propriedades viscoamilográficas (20).

Método de produção de PSG

A formulação básica do PSG pode ser visualizada na Tabela 1. Esta formulação seguiu a utilizada pela FAO (10) e teve algumas modificações segundo resultados obtidos por Machado (21) que obteve PSG com farinha de arroz com maiores volumes, quando utilizou 10g de pasta cozida de arroz para cada 100 g de farinha de arroz crua e quantidade de água de 110-120mL. O fermento biológico fresco foi substituído proporcionalmente pelo fermento seco. A pasta recém cozida de arroz foi substituída por farinha pré-gelatinizada de arroz por extrusão.

TABELA 1
Formulação do pão sem glúten*

Ingredientes	g/100g
Farinha de arroz	100
Farinha pré-gelatinizada de arroz**	10
Sal**	2
Açúcar**	5
Fermento seco**	1
Óleo**	2
Água*	110 mL

*adaptado de FAO (10) e Machado (21)

**emrelação a quantidade de farinha de arroz

A técnica de preparo dos pães foi: os ingredientes secos foram colocados na batedeira planetária e misturados por 30 segundos à velocidade 1 (baixa), a seguir o óleo e água foram adicionados e misturados por 5 minutos à velocidade 2 (alta). Da massa resultante, 120g foram colocadas em forma própria para pão, que media 12x4,5cm na base, h=3,5cm e 6,5 x 12,8cm de topo, fermentada por 90 minutos à 30°C e em seguida, assada a 200°C por 30 minutos.

Obtenção da farinha de arroz pré-gelatinizada por extrusão (FPG)

Para se fazer a extrusão da farinha de arroz foram escolhidas, para o processo, as variáveis temperatura de extrusão e umidade da matéria-prima (Tabela 2), seguindo um delineamento linear exploratório para otimização do processo de uso das FPG na produção do PSG pelo caminho de ascendência máxima, usando o volume específico como resposta.

TABELA 2
Volume específico dos pães com as diferentes FPG (modelo linear), com 3 repetições no ponto central

Processo	Farinhas pré-gelatinizadas		Volume específico dos pães (mL/g)
	x*	y**	
1	120	20	1,93
2	120	24	1,71
3	180	20	2,35
4	180	24	2,19
5	150	22	2,14
6	150	22	2,02
7	150	22	2,03

* x= temperatura (°C);**y= umidade (%)

Características do extrusor Brabender

Foi utilizado um extrusor de laboratório rosca única. A taxa de compressão da rosca foi 3:1 e mantida à velocidade de 120 rpm, a temperatura da primeira zona foi fixada em 80°C, enquanto que as temperaturas da segunda e terceira zonas variaram de acordo com o delineamento estatístico (Tabela 2). O diâmetro da matriz circular foi de 3 mm e o alimentador foi mantido à velocidade de 70-80 rpm.

Preparo das FPG

Após a extrusão termoplástica, os extrusados foram secos, por aproximadamente 15 horas em estufa com circulação de ar à 50°C, até teor de umidade inferior a 10%. Foram passados em moinho de facas e em seguida em moinho Quadrumat Senior, nas passagens de quebra (2 vezes) e redução (2 vezes), obtendo-se assim as respectivas FPG.

Características dos PSG

Foram feitos pães com todas as FPG e as seguintes características foram analisadas:

Volume específico, em duplicata, segundo método de deslocamento de sementes, El-Dash, Camargo e Diaz (22).

Cor da crosta e do miolo, em triplicata, foi utilizado o espectrofotômetro, seguindo o sistema CIE-Lab, medindo os valores L*, a*, b*, com iluminante D e ângulo de 10°. Na representação do sólido do sistema CIE-Lab os valores de L* (luminosidade) vão de 0 (preto) até 100 (branco); +a* (até 100) corresponde ao vermelho, -a* (até -80) corresponde ao verde; +b* (até +70) corresponde ao amarelo e -b* (até -100) ao azul (23).

Textura do pão fresco, foi feito o teste denominado Perfil de Análise de Textura (PAT), no analisador de textura TA-XT2, onde foi utilizado o software XTRA Dimension da Stable Micro System. Para se fazer a textura do miolo dos pães, estes foram resfriados por uma hora a temperatura ambiente, fatiados em fatiadora elétrica e descascados com faca elétrica. Foram, então, colocadas duas fatias do miolo do pão no texturômetro, que mediram juntas 7cm x 2,5cm. O texturômetro foi ajustado, segundo técnica descrita pelo próprio fabricante para textura de pães, nas seguintes especificações: compressão: 5 mm, sonda: diâmetro 25,4 mm, força "threshold" = 20g, distância "threshold" = 0,50 mm, força de contato = 5,0g. Velocidade de teste = 2,0mm/s, velocidade do pré e pós teste = 5,0 mm/s, distância = 5,0 mm, ciclo até contagem de 10 e com medida de força em compressão. Os seguintes parâmetros foram analisados: dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade, fraturabilidade, mastigabilidade.

Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram analisados por metodologia de superfície de resposta (MRS), onde foi feita a análise de variância (ANOVA) para valores reais das variáveis independentes do delineamento quadrático no SAS, para se encontrar a equação mais adequada para descrever as características da região analisada foi feito o stepwise, observando a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 95% de confiança pelo teste F, e também foi analisado o coeficiente de determinação (R²), segundo Barros Neto, Scarminio e Bruna (24). Como forma de comparação de resultados e para facilitar a melhor visualização da influência das FPG nas características tecnológicas do PSG foi feita a Análise de Componentes Principais (ACP).

RESULTADOS

Caracterização da farinha de arroz crua

A farinha de arroz apresentou 63% de tamanho entre 60 e 80 mesh e 37% acima de 100 mesh. A composição centesimal foi 12,88% de umidade; 0,27% de cinzas; 7,56% de proteínas, 0,32% de lipídeos e 78,97% de carboidratos (calculado pela diferença). O teor de amilose foi de 23,88% em base de 14% de umidade. Apresentando, ainda, as seguintes características viscoamilográficas: viscosidade inicial de 0 unidades amilográficas (UA); temperatura inicial de pasta, 66°C; viscosidade máxima à temperatura constante, 1460 UA; e viscosidade final a 50°C, 1560 UA.

Otimização da obtenção de FPG para produção de PSG

A Tabela 2 mostra os valores de volume específico (Vol.esp) obtidos para os PSG. A análise de variância (ANOVA) nas variáveis codificadas mostrou que o modelo foi significativo ($F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$), não apresentou falta de ajuste e explicou 94,14% da variação da resposta. Os fatores temperatura (X) e umidade (Y) foram importantes para a variação do volume específico. A equação da regressão para o volume foi:

$$\text{Vol. esp.} = 2,055 + 0,225X - 0,095Y \quad R^2 = 0,9414.$$

Foi feito o caminho de ascensão máxima para otimização do volume específico de pães sem glúten obtidos com as FPG, que pode ser visto na Tabela 3, porém os resultados mostraram que os novos pães não apresentaram volumes superiores aos já encontrados no delineamento linear. Considerou-se, então, a região como ideal para a produção de FPG de arroz para produção de PSG. Mesmo o delineamento linear tendo se mostrado adequado para o modelo, ele foi acrescido de novos pontos em estrela para se tornar um delineamento composto rotacional, numa tentativa de melhorar ainda mais o coeficiente de determinação (R²) e melhor caracterizar a região a ser estudada. O novo delineamento pode ser observado na Tabela 4.

TABELA 3

Pontos do caminho de ascendência máxima para a equação de regressão do volume específico de pães sem glúten com diferentes FPG

	X (codificado)	Y (codificado)	x* Real	y** Real	volume específico (mL/g)
Condições centrais	0	0	150	22	2,06
Passos do caminho	1	-0,42	180	21	2,18
	2	-0,84	210	20	1,60

*x = temperatura (°C); **y = umidade (%)

TABELA 4

Delineamento estatístico composto rotacional para obtenção da FPG e volume específico de pães sem glúten na região analisada

Processo	Temperatura (codificado)	Umidade (codificado)	x * Real	y ** Real	Volume específico (mL/g)
1	-1	-1	120	20	1,94
2	-1	1	120	24	1,71
3	1	-1	180	20	2,35
4	1	1	180	24	2,20
5	0	0	150	22	2,18
6	$\sqrt{2}$	0	192	22	2,06
7	$-\sqrt{2}$	0	108	22	1,62
8	0	$\sqrt{2}$	150	24,8	1,91
9	0	$-\sqrt{2}$	150	19,2	2,12
10	0	0	150	22	2,02
11	0	0	150	22	2,04
12	0	0	150	22	2,02
13	0	0	150	22	2,03

*x= temperatura (°C); **y= umidade (%)

Análise por MRS das características tecnológicas dos PSG obtidos com FPG

Volume específico

A Tabela 4, a equação ajustada e a Figura 1 apresentam os volumes específicos dos pães sem glúten.

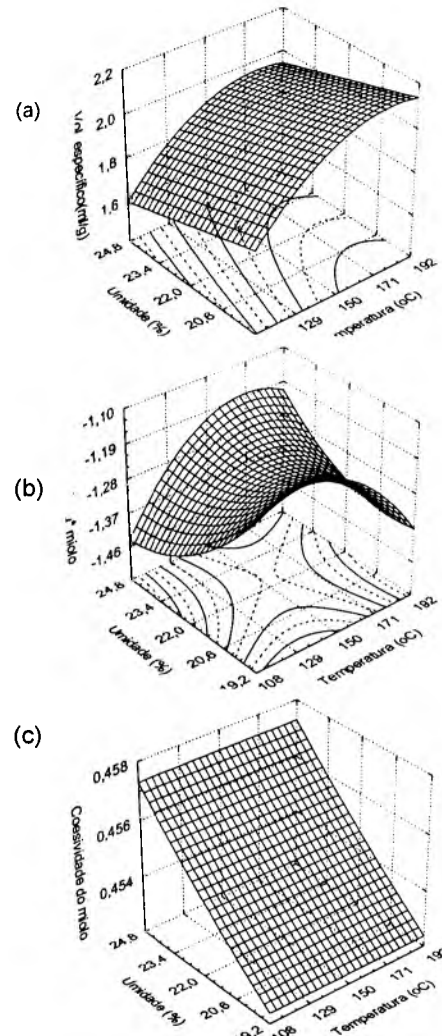
$$\text{Volume específico} = 0,104 + 0,032x - 0,042y - 0,00009x^2$$

$$R^2=0,8456$$

Pela equação ajustada para o volume pode-se observar que os pães feitos com farinhas tratadas a altas temperaturas e baixas umidades apresentaram maior volume em relação aos outros:

FIGURA 1

Volume específico (a), cor a* do miolo (b) e coesividade (c) de pães sem glúten obtidos com diferentes FPG



Cor da crosta e do miolo dos pães sem glúten

Na Tabela 5 estão os resultados para cor da crosta e do miolo do pão nos valores L*, a*, b*.

As análises de variância para os valores L*, a* e b* da cor da crosta, apresentaram características semelhantes, como regressão significativa, uma baixa explicação da variação dos dados observados (R² entre 30 e 40%) e falta de ajuste muito significativa. Logo os modelos não puderam ser analisados, pois indicaram que não houve diferenças significativas destes valores na região estudada. Os valores médios para L*, a* e b* foram 59,01; 6,01 e 27,10, respectivamente.

Os valores de L* e b* dos miolos dos pães sem glúten apresentaram modelo não significativo, logo o valores médio foram 60,50 e 4,47 respectivamente.

A ANOVA para o valor a* da cor do miolo, mostrou que

a regressão foi significativa e o modelo explicou 89% da variação dos dados observados com representação gráfica na Figura 1.

$$\text{Valor } a^* \text{ do miolo} = 5,251 - 0,582y - 0,00008x^2 + 0,0011xy + 0,0092y^2 \quad R^2=0,8912$$

TABELA 5
Análises de cor da crosta e do miolo de pães sem glúten obtidos com as FPG

FPG Processo	Cor da crosta			Cor do miolo		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	58,54	6,36	29,02	60,16	-1,24	3,44
2	60,60	1,87	23,58	62,40	-1,40	5,55
3	54,33	11,56	32,95	65,83	-1,45	5,45
4	54,34	11,04	32,21	61,48	-1,35	4,13
5	58,63	6,42	23,48	61,25	-1,33	4,87
6	58,19	2,76	22,78	52,73	-1,48	4,94
7	59,28	2,95	20,82	63,17	-1,46	4,27
8	63,40	4,73	27,42	57,83	-1,29	3,33
9	60,70	5,76	27,89	59,27	-1,21	3,45
10	58,69	6,75	30,71	59,52	-1,31	4,56
11	61,76	5,51	27,50	62,28	-1,32	4,74
12	59,52	6,27	26,76	59,65	-1,33	4,64
13	59,69	6,23	27,23	61,02	-1,32	4,72

Análise do perfil de textura

Na Tabela 6 estão os resultados da avaliação de textura. As análises de variância para as características de elasticidade, gomosidade, fraturabilidade, dureza e mastigabilidade mostraram valores muito baixo de R^2 e regressão não significativa ao nível de 95% de confiança. Os valores médios na região estudada foram: elasticidade = -1,14; gomosidade = 86,55; fraturabilidade = 194,14g; dureza = 189,23g e mastigabilidade = -94,36.

A ANOVA para a coesividade indicou que a regressão foi significativa, explicou 48% da variação dos dados observados e não apresentou falta de ajuste. O modelo foi ajustado e ocorreu uma grande diminuição do R^2 , de 48% para 33%.

$$\text{Coesividade} = 0,56 - 0,0009x - 0,004y + 0,0000006x^2 + 0,000013y^2 + 0,00003xy, \quad R^2 = 0,4788.$$

Análise de componentes principais (ACP) das características de qualidade dos pães sem glúten obtidos com farinhas pré-gelatinizadas

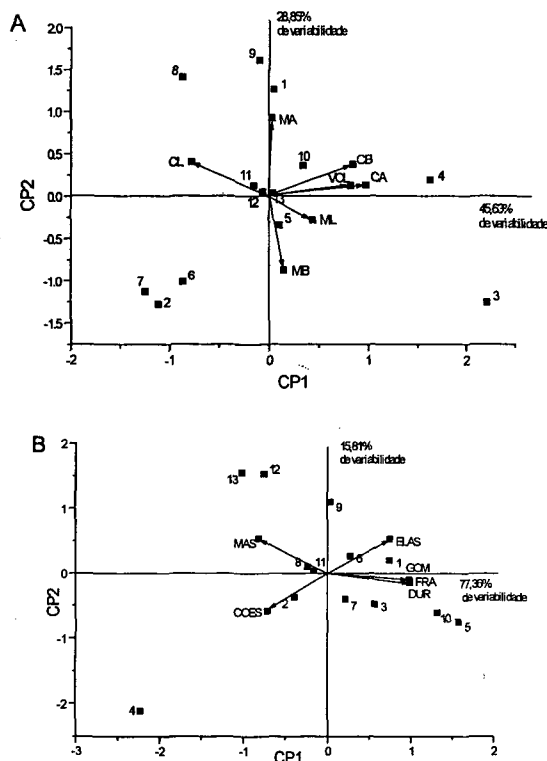
Na Figura 2 está a ACP para as características de qualidade dos pães sem glúten, sendo que o gráfico A mostra as características de volume e cor da crosta e do miolo dos pães e o gráfico B, as características de textura.

TABELA 6
Análise do perfil de textura após 1 hora de resfriamento dos pães sem glúten obtidos com as FPG

FPG	ELAS	GOM	FRAT(g)	COES	DUR(g)	MAS
1	-1,102	94,272	214,05	0,456	207,00	-103,863
2	-1,157	81,935	183,85	0,458	178,85	-94,760
3	-1,127	92,817	212,10	0,457	207,35	-106,848
4	-1,261	64,543	142,75	0,463	139,40	-81,361
5	-1,105	107,78	241,10	0,456	236,50	-119,116
6	-1,140	88,004	199,10	0,455	193,40	-100,379
7	-1,126	89,768	201,15	0,458	196,10	-101,035
8	-1,125	82,576	186,15	0,458	180,70	-92,938
9	-1,128	82,514	187,30	0,454	181,80	-93,095
10	-1,145	103,068	235,20	0,454	227,00	-117,996
11	-1,124	83,580	189,55	0,458	182,75	-93,969
12	-1,122	78,760	167,35	0,457	168,25	-63,126
13	-1,157	75,590	164,20	0,456	161,00	-58,242

Onde: ELAS = elasticidade, GOM = gomosidade, FRA = fraturabilidade, COES = coesividade, DUR = dureza, MAS = mastigabilidade

FIGURA 2
Análise de componentes principais (CP1 e CP2) das características dos pães sem glúten obtidos com as FPG



Onde: 1=120°C-20%, 2 =120°C-24%, 3 =180°C-20%, 4 =180°C-24%, 5, 10, 11, 12, 13 =150°C-22%, 6=192°C-22%, 7= 108°C-22%, 8=150°C-24,8%, 9=150°C-19,2%, VOL=volume específico, CL= valor L* crosta CB= valor b* crosta, CA= valor a* crosta, ML= valor L* miolo, MA= valor a* miolo, MB= valor b* miolo, COES=coesividade, ELAS=elasticidade, FRA = fraturabilidade, DUR = dureza, GOM = gomosidade, MAS= mastigabilidade).

DISCUSSÃO

A avaliação do volume específico dos pães (Figura 1) mostrou que os pães feitos com FPG tratadas a altas temperaturas e baixas umidades apresentaram maior volume em relação aos outros. Os volumes foram ligeiramente menores em comparação com pães sem glúten obtidos com o uso de soja (11,25,26), que apresentaram volumes de 2,35 a 2,9 mL/g. Porém os volumes foram maiores aos obtidos por Kim & Ruitter (27) que fizeram pães com farinha de inhame e farinha desengordurada de amendoim (vol. esp= 1,7 a 2,0 ml/g) e por Machado (21) que obteve volume específico de 0,94 a 1,34 mL/g para pães sem glúten obtidos com farinhas gelatinizadas de arroz em diferentes formulações. Portanto a substituição de farinha de arroz gelatinizadas por FPG, mostrou-se eficiente para aumento do volume do pão.

Os resultados encontrados na literatura para volume específico de PSG são baixos, quando comparados com os pães de farinha de trigo, que é de aproximadamente 6mL/g (23), indicando que as pesquisas devem continuar visando aumentar o volume do PSG.

Os resultados obtidos para a cor do PSG neste trabalho quando comparados com pão de farinha de trigo, obtidos por Yilmaki *et al.* (7) que no sistema Lab foi: $L^*=41,3$; $a^*=13,2$ e $b^*=17,7$, mostrou que o PSG apresentou maior luminosidade, menor a^* (menos vermelho) e maior b^* (mais amarelo) em relação ao pão de trigo.

Machado (21) que obteve, para a cor da crosta de PSG, os valores de $L^*=48$ a 66 , $a^*=14$ a 24 e $b^*=20$ a 25 e comparando este valores com os obtidos neste trabalho, verificou-se que os pães com FPG de arroz nas condições de 120°C-24%, 192°C-22% e 108°C-22% apresentaram valores semelhantes, enquanto que os outros pães tiveram maiores valores de a^* e b^* , indicando pães com melhores colorações de crosta.

Em relação a cor do miolo, os PSG obtidos neste trabalho apresentaram miolo mais claro e com coloração mais uniforme em relação aos encontrados por Machado (21), que foram de $L^*=77-78$, $a^*=0,51-3,20$ e $b^*=4,39-7,14$.

O perfil de textura dos PSG obtidos com as FPG 180°C-20%, 150°C-22% e 120°C-20% foram os que mais se aproximaram do pão de trigo obtido por Gutkoski *et al.* (28), que encontraram os seguintes valores: dureza = 230,8g; mastigabilidade = -116,78; elasticidade = -1,304; coesividade = 0,388; gomosidade = 89,71 e fraturabilidade = 242,6g.

Em comparação com Machado (21) que obteve dureza dos PSG variando entre 1479g até 10479g (indicando pães muitos duros após resfriamento), houve grande melhoria nos PSG obtidos neste trabalho, que já estão apresentando dureza semelhante a de pães com trigo.

Os gráficos de ACP (Figura 2) visaram obter a influência dos diferentes tipos de FPG na qualidade do pão e contribuir para a determinação da escolha de parâmetros de extrusão a

serem utilizados na obtenção de FPG para uso na produção de PSG.

No gráfico A pode-se observar que no CP1, a maior variabilidade entre as amostras foi devido às características de volume (VOL), valor L^* da crosta (CL), valor a^* da crosta (CA), valor b^* da crosta (CB) e valor L^* do miolo (ML) e no CP2, foi devido aos valores a^* e b^* do miolo (MA e MB, respectivamente).

Analisando os tratamentos, verifica-se que as repetições 5, 10, 11, 12 e 13, do ponto central 150°C-22%, estão próximas e indicam que a ACP pode ser usada para descobrir a dependência das características analisadas em relação aos tratamentos.

Os tratamentos 7(108°C-22%), 2(120°C-24%) e 6(192°C-22%) apresentam similaridades em relação às características analisadas: influenciaram negativamente o VOL, CB, CA, MB e CL dos pães sem glúten.

O VOL, CB, CA e ML foram mais influenciados pelos tratamentos 3 (180°C-20%) e 4 (180°C-24%), sendo que o tratamento 3 foi o que apresentou maiores valores de VOL, CB e CA. No entanto, ML e MB foram afetados pelos tratamentos 2, 3 e 7, apresentando nestes tratamentos os maiores valores. CL foi mais afetado pelos tratamentos 8 (150°C - 24,8%) e 9. Já, MA apresentou maiores valores, pelos tratamentos 1(120°C - 20%), 8(150°C - 24,8%) e 9(150°C - 19,2%).

Analisando o gráfico B, no CP1, a variabilidade foi devida a todas as características de textura, já no CP2, foi devida a elasticidade (ELAS), coesividade (COES) e mastigabilidade (MAS).

Em relação aos tratamentos, verifica-se que as repetições no ponto central, 5, 10, 11, 12 e 13, estão muito dispersas tanto no CP1 quanto no CP2, este fato impede que seja feita a relação de dependência entre os tratamentos e as características de textura. Podendo-se considerar que somente o tratamento 4(180°C-24%) se destacou e influenciou os maiores valores de COES e MAS e os menores valores de ELAS, gomosidade (GOM), fraturabilidade (FRA) e dureza (DUR).

A ACP confirmou os resultados obtidos pela MSR, principalmente para as análises de dureza, volume e coloração da crosta e do miolo.

Analisando os diversos parâmetros, pode-se afirmar que o pão obtido com a FPG-180°C - 20% de umidade (tratamento 3) foi o que apresentou melhores características tecnológicas relacionadas ao volume e coloração, em relação a textura todos as FPG apresentam pães de boa qualidade.

CONCLUSÃO

Foi possível usar FPG por extrusão como substituto de glúten na proporção de 10g para cada 100g de farinha de arroz

crua no pão de arroz. Os melhores resultados obtidos foram quando se usou a farinha de arroz pré-gelatinizadas a altas temperaturas (>180°C) e baixa umidades (<20%). A qualidade total do PSG ainda não é igual ao pão de trigo, mas este trabalho mostra que já foi possível obter pães com textura e coloração semelhantes aos pães de trigo e indica que novas pesquisas devem ser feitas visando melhorar o volume do PSG.

REFERÊNCIAS

1. Wilhoft EMA. Bread Staling, I, Experimental Study, II, Theoretical Study. *J. Sci. Food Agricultural*. 1971, (22):176-183.
2. El-Dash AA. Molecular structure of gluten and viscoelastic properties of dough: a new concept. *Proceedings of the First Brazilian Congress Proteins*. Ed. UNICAMP, 1991; p.513-530.
3. Polanco I, Molina M, Pietro GCS & Lama R. Dieta y enfermedad celíaca. *Alimentaria*. 1995; 33 (264):91-93.
4. Jarmo K, Visakorpi J & Mäki M. Variaciones en las características clínicas de la enfermedad celíaca. *Alimentaria*. 1995; 33 (264):93-96.
5. Nishita KD, Roberts RL & Bean MM. Development of a yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chem*. 1976; 53 (5):626-35.
6. Ranhotra GS, Loewe RJ & Puyat LV. Preparation and evaluation of soy-fortified gluten-free bread. *J. Food Sc.* 1975; 40(1):62-4.
7. Ylimaki G, Hawarysh ZJ, Hardin RJ & Thomson ABR. Application of response surface methodology to the development of rice flour yeast breads: objective measurements. *J. Food Sci*. 1988; 53 (6):1800-5.
8. Nishita KD & Bean MM. Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. *Cereal Chem*. 1979;56(3):185-9.
9. Perdon AA & Juliano BO. Amylose content of rice and quality of fermented cake. *Die Stärke*. 1975; 27(6):196-8.
10. FAO. Wheatless bread. January, 1989.
11. Defloor I, De Geest C, Schlekens M, Martens A & Elcour JA. Emulsifiers and/or extruded starch in the production of breads from cassava. *Cereal Chem*. 1991; 68(4):323-7.
12. Schnell M, Carvajal ME e Anchustegui, B. Effect of Cassava Bread Supplementation on Energy-Intake of Rats. *Arch Latinoamer Nutr*. 1993; 43 (3): 217-220.
13. Torres RL, Gonzalez RJ, Sanchez HD, Osella CA, de la Torre MAG. Performance of rice varieties in making bread without gluten. *Arch Latinoamer Nutric*. 1999; 49 (2): 162-165.
14. Gujral HS, Rosell CM. Improvement of the Bread making quality of rice flour by glucose. *Food Research International*. 2004; 37: 75-81.
15. Lorenz K & Jansen GR. Nutrient stability of full-fat soy flour and corn-soy blends produced by low-cost extrusion. *Cereal Foods World*.1980; 25 (4):161-2, 171.
16. El-Dash AA. Application and control of thermoplastic extrusion of cereals for food and industrial uses. In: Pomeranz, Y. & Munch, L. *Cereal a Renewable Resource: Theory and Practice*. American Association of Cereal Chemists, 1982.
17. AACC - *Approved Methods of American Association Of Cereal Chemists*. 8 ed. St. Paul. 1983.
18. Bligh EG & Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian J Biochemistry Physiology*. 1959; (37) 911-917.
19. Sowbhagya CM & Bhattacharya KR. Simplified determination of amylose in milled rice. *Starch*. 1979; 31(5):159-163.
20. Brabender. *Food Quality testing with Brabender*, Germany. s.d.
21. Machado LMP. Pão sem glúten: otimização de algumas variáveis de processamento. Campinas, 1996. Tese de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. 186p.
22. El-Dash AA, Camargo CRO & Diaz N. *Fundamentos de Tecnologia de Panificação, Série Agro-Industrial*, vol.6, 1982.
23. Ferreira VLP. *Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos*. Instruções Técnicas, n.19, 1981.
24. Barros Neto B, Scarminio IS, Bruna RE. *Planejamento e Otimização de experimentos*. Ed. da UNICAMP, 1995, 299p.
25. Akobundu CN; Ubaonu CN & Ndupuh CE. Studies on the baking potencial of non-wheat composite flours. *J. Food Sc. Tech*. 1988; 25(4)211-214.
26. Borges JM, Ferreira E & Alvim CMF. Pão de mandioca e soja. *Boletim de Extensão*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984, 17p.
27. Kim JC & Ruiter D. Bakery products with non-wheat flours- a review. *Bakers Digest*.1969, 43(3):58-63.
28. Gutkoski LC; Pavanelli AP; Miranda MZ & Chang YK. Efeito de melhoradores nas propriedades reológicas e de panificação da massa de farinha de trigo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 1997; 17(1)11-16.

Recibido: 29-12-2005

Aceptado: 24-08-2006

Composição de alimentos: um pouco de história

Eliana Bistriche Giuntini, Franco M. Lajolo y Elizabete Wenzel de Menezes

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas
da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil

RESUMO. Dados sobre nutrientes e outros componentes presentes nos alimentos, *in natura* e processados, são necessários em inúmeros campos de atividades, tais como nutrição, saúde, agricultura, comércio, marketing. Pode-se considerar que, a partir do século XVII, é que se fundamentou o que viria a ser o estudo sistemático em relação à composição de alimentos. O século XIX apresentou inúmeros avanços, com o esclarecimento sobre a produção de energia a partir dos alimentos, a identificação de vários nutrientes e seu papel fisiológico. Começaram a surgir, também, as primeiras tabelas com dados de composição, finalizando o século com a publicação do *The Chemical Composition of American Food Material* do United States Department of Agricultura (USDA) de Atwater e Wood, em 1896. No século XX houve um refinamento em relação aos métodos de análise utilizados e a elaboração de tabelas de composição de alimentos por muitos países. Em 1984 foi criada a rede INFOODS (*International Network of Food Data Systems*), ligada à Universidade das Nações Unidas (UNU) e Food and Agriculture Administration (FAO), que propôs diretrizes e criou ferramentas que implicaram em grande avanço nas tabelas de composição. Atualmente a consciência relativa à biodiversidade de alimentos existentes vem ampliando o enfoque das tabelas e bancos de dados de composição química de alimentos. No Brasil a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA-USP), da Rede Brasileira de Dados de Composição de Alimentos (BRASILFOODS), desde sua criação em 1998, vem adotando esses padrões internacionais e encontra-se disponível da Internet (<http://www.fcf.usp.br/tabela>), atualmente na versão 4.1. **Palavras-chave:** Alimentos, composição química, métodos analíticos, tabelas de composição.

SUMMARY. Food composition: a little bit of History. Data on nutrients and other food components are necessary in several sectors, such as nutrition, health, agriculture, trading and marketing. From the 17th century on, the systematic study of food composition started to be established. During the 19th century, there were many advances, such as the clarification of food energy production, the identification of nutrients and their physiologic role. Also, the first food composition tables began to emerge, finishing the century with the publication of Atwater and Wood's "The Chemical Composition of American Food Material" of the United States Department of Agriculture (USDA), in 1896. In the 20th century, the methods of analysis and the elaboration of food composition tables were improved in many countries. In 1984, INFOODS (*International Network of Food Data Systems*) was created. This network, linked to United Nations University (UNU) and Food and Agriculture Administration (FAO), proposed rules and created tools that brought great advances in food composition tables. Nowadays, the conscious related to food biodiversity has been amplifying the focus of food composition tables and databases. In Brazil, the Brazilian Food Composition Table (TBCA-USP), of the Brazilian Network for Food Composition Data (BRASILFOODS), since its creation in 1998, has been adopting these international patterns and is available on the Internet (<http://www.fcf.usp.br/tabela>), currently on the version 4.1. **Keywords:** Food, chemical composition, analytical methods, composition tables.

INTRODUÇÃO

A informação em relação ao conteúdo de nutrientes e de outros componentes de alimentos, *in natura* e processados, é necessária para a elaboração de programas nos campos da nutrição, saúde e educação, além de agricultura, indústria e marketing de alimentos (1). De acordo com Sevenhuysen (2), "os benefícios econômicos de dados de composição de boa qualidade para a indústria e políticas governamentais são de fundamental importância"; tanto na padronização e regulamentação de alimentos, como no favorecimento do comércio internacional, através da rotulagem. Segundo Southgate (3) bancos de dados de alimentos são usados para inúmeras atividades, porém todos os usuários têm algumas expectativas comuns. Eles esperam que os dados representem os alimentos de sua região, que tenham

sido obtidos por métodos de análise apropriados, de maneira criteriosa, e que reflitam a composição real do alimento.

Dados de composição de alimentos, utilizados para determinar a ingestão de nutrientes, devem representar alimentos consumidos na atualidade, a fim de que seja possível relacionar a ingestão alimentar e a função metabólica (4). Durante a década de 90 inúmeros avanços baseados em dados epidemiológicos esclareceram o papel das dietas na prevenção e controle da morbidade e da mortalidade prematura resultante de doenças crônicas não-transmissíveis como obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares, hipertensão e alguns tipos de câncer (5). Esses avanços só foram possíveis graças à evolução dos métodos analíticos que, cada vez mais, são capazes de fornecer informações fidedignas sobre a composição química dos alimentos.

O início do estudo da composição de alimentos

Durante séculos, estudos químicos começaram a fundamentar o que seria o estudo sistemático sobre composição de alimentos. Robert Hooke publicou, em 1665, uma teoria sobre combustão; Scheele, na Suécia e Priestley, na Inglaterra, descobriram, independentemente, o oxigênio; Cavendish identificou o hidrogênio em 1766, e Black, da *University of Glasgow*, descobriu a formação de gás carbônico na respiração em 1757. Essas descobertas, não diretamente ligadas à nutrição, é que permitiram a Lavoisier, em 1780, demonstrar a natureza da combustão e entender o processo de produção de energia em relação ao alimento (6,7).

Ainda no século XVIII, Rouel sugeriu uma identificação química de vários componentes em material animal e vegetal por aplicações sucessivas de solventes orgânicos; Friederich John, da *University of Nuremberg*, também desenvolveu métodos para análise química para vegetais e compilou resultados seus e de outros pesquisadores sobre cinzas em 135 vegetais (6). De acordo com McMasters (6) a primeira análise quantitativa em alimentos foi feita em batatas por Pearson, na Inglaterra, em 1795. Ele estimou a proporção de água, amido, material fibroso, cinzas e outras eventuais substâncias, e também reconheceu a existência de lipídios, ácidos e açúcar.

A importância do Século XIX

No início deste século os cientistas franceses Gay-Lussac e Thenard publicaram, em 1811, resultados de análises quantitativas de carbono, hidrogênio e nitrogênio; e os cientistas Berzelius (sueco), Scottish (escocês) e o alemão Liebig identificaram esses elementos em compostos carbônicos (7).

Em 1816, Magendie distinguiu as diferenças entre carboidratos, gorduras e proteínas nos alimentos e, em 1844, mostrou que os nutrientes entram no fígado pela circulação portal (8). Mulder, em 1838, introduziu o termo proteína em estudos sobre albumina. Magendie mostrou que as proteínas podem ter diferentes constituições e publicou, em 1841, um trabalho comparando a proteína da gelatina e da carne (6,8); mas só em 1909 Thomas introduziu o conceito de qualidade protéica e o método para identificar o valor biológico das proteínas (8). Liebig dividiu os alimentos em nitrogenados ou plásticos, como carne, sangue e caseína, e alimentos não nitrogenados como gorduras, carboidratos e bebidas alcoólicas, que respondem pelo crescimento e produção de energia no homem. Posteriormente, em 1851, compilou uma tabela com o teor nutritivo de uma lista de alimentos, baseada neste conceito (6,7).

A nutrição animal, com objetivo de promover o desenvolvimento econômico, foi a base da experimentação durante o século XIX; e junto com estudos em humanos avançaram no conhecimento fisiológico, relacionando inclusive a composição dos alimentos e nutrição. Em 1844 o

francês Boussingault publicou uma tabela sobre o valor nutricional da ração animal (6).

Outros pesquisadores foram modificando a visão de Mulder e Liebig sobre as proteínas e o processo de nutrição, assegurando que o trabalho muscular dependia da energia proveniente da oxigenação de compostos não nitrogenados, ou seja, de gordura e carboidratos. O inglês Frankland foi o primeiro pesquisador a estudar a quantidade de energia produzida na combustão dos alimentos e, usando um calorímetro, obteve a energia de 29 alimentos comumente consumidos em seu país; esses dados foram publicados em 1866 (6).

Os estudos sobre respiração e calorimetria permitiram o estudo sobre a necessidade energética do homem. Von Voit, professor de fisiologia da *University of Munich*, foi o principal pesquisador dessa linha; junto com Pettenkofer eles conduziram muitos estudos sobre metabolismo e influenciaram Henneberger, considerado o pai da composição química (6).

Em 1850 um grupo alemão de pesquisa, comandado por Henneberger e Stohmann, iniciou a análise de composição centesimal de alimentos, em ração animal. Essa proposta foi chamada de método Weende e tornou-se um procedimento comum em alimentos, utilizado ainda hoje, embora com algumas adaptações: determinação da umidade através de secagem por aquecimento (*heat-drying*); dos lipídios por meio de extração contínua com éter; teor de proteína obtido pela aplicação do fator 6,25 ao conteúdo de nitrogênio; fibra bruta determinada pela fração insolúvel após tratamento com ácido e álcali em resíduo sem minerais e gordura; carboidratos calculados por diferença. A utilização do fator 6,25 para a conversão de nitrogênio em proteína baseou-se no conteúdo de 16% desse componente em proteína animal isolada, considerando que toda proteína contém a mesma quantidade de nitrogênio e que todo o nitrogênio é produto da proteína; mas, soube-se mais tarde que ambas as hipóteses não eram verdadeiras (7,9). A aplicação desses conceitos na ciência da nutrição foi feita por Max Rubner, médico e fisiologista alemão, que, com sua equipe em 1894, conseguiu demonstrar, com um cão, o resultado da combustão de alimentos pela excreção da uréia e das trocas gasosas ao mesmo tempo (10).

A investigação sistemática do conteúdo de energia bruta dos alimentos pode ser atribuída a Rubner, na Alemanha, e a Atwater (que estudou com Rubner) nos Estados Unidos, usando bombas calorimétricas. Rubner, além de determinar a densidade energética de vários alimentos, demonstrou que o corpo humano não consegue aproveitar toda energia proveniente da combustão dos alimentos. Atwater e Bryant aprofundaram esses estudos e determinaram coeficientes de disponibilidade energética (Tabela 1) para os macronutrientes (11), através da determinação do conteúdo de lipídios e nitrogênio de alimentos consumidos em dietas mistas e da

urina e fezes de indivíduos que consumiram essas dietas; os carboidratos resultaram da diferença entre a quantidade total de material orgânico e a soma de proteína e gordura.

Atwater e Woods (9) lançaram o Boletim 28 em 1986, com dados de uma extensa lista de alimentos, *The Chemical Composition of American Food Materials*. Esse Boletim, revisado alguns anos depois, serviu de referência por quatro décadas e foi utilizado em todo o mundo; tendo sido a base para a determinação das necessidades nutricionais dos aliados durante a I Guerra Mundial (6).

TABELA 1

Fatores de Atwater para a combustão, coeficiente de disponibilidade e energia disponível para macronutrientes em uma dieta mista

Macronutriente	Energia de combustão kcal/g	Coeficiente de disponibilidade %	Energia disponível kcal/g total nutriente
Proteínas	5,65	92	4,0*
Lipídios	9,40	95	8,9
Carboidratos	4,10	97	4,0

* Corrigido para material não oxidado na urina (5,65 kcal/g X 0,923 - 1,25kcal/g). Fonte: BUCHHOLZ; SCHOELLER, (11).

Avanços no Século XX

Os estudos de Thomas sobre as proteínas foram aprimorados por Mitchell, em 1924, e a qualidade protéica foi determinada medindo o balanço nitrogenado em animais (8). Rose e sua equipe, em 1930, iniciaram uma série de experimentos sobre as proteínas e seu conteúdo de aminoácidos, purificando dietas e avaliando o balanço nitrogenado em animais com e sem cada aminoácido. Em 1957 conseguiram definir os aminoácidos essenciais, ou seja, aqueles que não podem ser sintetizados pelo organismo, mas são necessários ao desenvolvimento normal (8).

Em 1941, Jones sugeriu que o fator de conversão 6,25 para cálculo de proteína fosse substituído por fatores específicos, baseado no conhecimento que o nitrogênio pode estar presente em outros compostos, como aminoácidos livres, nucleotídeos, creatina e colina, cujo nitrogênio não proteico (NPN) está disponível apenas em parte para a síntese de aminoácidos não-essenciais; e que o conteúdo de nitrogênio varia de acordo com o peso molecular dos aminoácidos; desse modo o percentual de nitrogênio pode variar de 13 a 19%, dependendo da composição de aminoácidos. Estes fatores específicos, chamados fatores específicos de Jones, apresentam fatores que variam de 5,18 para nozes e sementes a 3,68 para leite (12).

Em 1955, Merrill e Watt refinaram os fatores do sistema de Atwater, criando fatores específicos, baseados na variação do calor de combustão e no coeficiente de digestibilidade de

diferentes proteínas, lipídios e carboidratos (13). Estes fatores, com poucas modificações, foram republicados em 1973 (13,14). Paralelamente, Southgate e Durnin (15) testaram novamente os fatores gerais de Atwater em 1970 e concluíram pela sua validade, exceto quando há grande consumo de carboidratos não disponíveis, pois há um aumento de excreção de lipídios, nitrogênio fecal e, conseqüentemente, da energia derivada destes nutrientes. Durante o início do século XX ocorreram grandes progressos na identificação de vitaminas e do papel dos minerais na nutrição e começaram a surgir tabelas complementares. Em 1936, Waller do University of Michigan Hospital, publicou *Nutritive Values of Foods*, com dados sobre vitaminas (6).

Depois da II Guerra Mundial os estudos sobre composição de alimentos foram se acentuando e a FAO promoveu, através de processo de cooperação internacional, condições para a criação de tabelas regionais. Discordâncias também surgiram, como no caso dos carboidratos, que nos Estados Unidos eram calculados por diferença, e na Grã-Bretanha, os carboidratos disponíveis eram determinados separadamente por açúcares, amido e dextrinas. Na Grã-Bretanha também se utilizavam fatores de conversão de energia propostos por Rubner: 4,1kcal para proteína; 9,3 para lipídios e 3,75 para carboidratos (6,7).

Durante as décadas de 70 e 80 houve um grande avanço na área de análise química de alimentos, quando foram desenvolvidos métodos mais precisos e confiáveis, sendo possível a identificação de vitaminas e seus isômeros por HPLC (*High Pressure Liquid Chromatography*) bem como outros componentes, que ainda não haviam sido considerados importantes anteriormente; ao mesmo tempo, foram ficando mais evidentes as relações entre alimentação, saúde e doenças (16,17).

As primeiras Tabelas de Composição de Alimentos

1844 – o francês Boussingault publicou tabela sobre o valor nutricional da ração animal (6).

1851 – O alemão Liebig publicou uma tabela com o valor nutritivo de alimentos baseado no conceito de alimentos plásticos ou nitrogenados e não nitrogenados (6,7).

1878 – Konig publicou a primeira tabela européia na Alemanha, *Chemie der menschlichen nahrungs und genussmittel* (18).

1891 – Jenkins e Winton publicaram *A Compilation of Analyses of American Feeding Stuffs*, com dados de análise de grãos e hortaliças (6).

1894 – Atwater lançou uma primeira tabela oficial americana de composição de alimentos – *Foods: nutritive value and cost*. (19).

1896 – Atwater e Wood (9) publicaram o Boletim 28 do *United States Departamento de Agricultura (USDA)* com *The Chemical Composition of American Food Materials*.

1906 – Atwater e colaboradores editaram uma revisão do Boletim 28 (6).

1916 – McKillop publicou na Grã-Bretanha tabela com muitos dados de alimentos americanos (6).

1921 – Plimmer publicou *Analyses and energy valuers of foods* em Londres (18).

1925 – McKillop publicou a terceira edição da tabela, já com dados de alimentos britânicos, mas com influência de Atwater (McMASTERS, 1963).

1933 – McCance e Shipp publicam em Londres *The chemie of flesh foods and their losses on cooking* (18).

1936 – Waller da *University of Michigan Hospital*, publicou *Nutritive Values of Foods*, com dados sobre vitaminas (6).

1937 – o *United State Department of Agriculture* (USDA) publicou *Vitamin Content of Foods*, com dados sobre vitaminas A, B, D, G e ácido ascórbico, compilados por Daniel e Munsell. Não havia dados sobre vitamina E, e os autores explicaram que se sabia que a vitamina G (riboflavina) era essencial para algumas espécies, embora fosse desconhecido seu papel para o homem (6).

1940 – Chatfield e Adams publicaram pelo USDA, uma atualização da tabela de 1906, *Proximate Composition of American Food Materials*. O termo proximal foi utilizado em reconhecimento de que cada componente é feito por substâncias que tem propriedades em comum, mas que também pode conter pequenas quantidades de outras substâncias ainda não conhecidas do ponto de vista químico. Não havia dados de vitaminas (6).

1940 – McMance e Winddwson publicaram *The Chemical Composition of Foods*, na Inglaterra, já apresentando maior divergência com relação aos dados americanos, principalmente em função dos métodos aplicados (6, 18).

1942 – Booher, Hartzler e Hewston publicaram *Vitamin Values of Foods in Relation to Processing and Other Variants*, onde são relacionados os fatores que afetam o teor de vitaminas, como variedade, método de cultivo, local de produção, processamento, estocagem, grau de maturação e métodos de análise (6).

1942 – *Vitamin Values of Foods in Terms of Common Measures* foi publicada por Hewston and Marsh; esses dados foram utilizados na publicação *Table of Food Values Recommended for Use in Canada*, no mesmo ano (6).

1945 – *Tables of Food Composition in Terms of Eleven Nutrients*, foi publicada pelo USDA com dados de energia, proteína, lipídios, carboidratos, cálcio, fósforo, ferro, vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina e ácido ascórbico (6).

1944 a 1959 – Vários países lançaram suas primeiras tabelas: Vietnã, França, Alemanha, Noruega, Itália, Groenlândia, Holanda, Grécia, África do Sul, Austrália, Japão, Filipinas, Índia, Coréia, Egito, Havai (6).

1949 – A FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) publicou pela primeira vez uma tabela de

composição, *Food Composition Tables for International Use*, de Chatfield, onde há uma referência datada de 1948 sobre dados de alimentos brasileiros (19).

1954 – A FAO lança, do mesmo autor, *Food Composition Tables – Minerals and Vitamins - for International Use*, a fim de complementar a tabela anterior (6).

Com o progresso da ciência da nutrição, referente às necessidades nutricionais, e ao entendimento sobre a variabilidade do conteúdo dos nutrientes tornou-se evidente a importância de aprimorar o conhecimento sobre os alimentos típicos de cada região; assim, a partir de 1958 a FAO iniciou um programa de criação e publicação de tabelas de composição de alimentos regionais (2).

1961 – Foi lançada a primeira para a América Latina - *Food Composition Table for use in Latin America*, de Leung e Flores, cujos dados foram utilizados em programas de políticas governamentais em nutrição e saúde; mas muitos países na América Latina já tinham suas próprias tabelas (Tabela 2) (1).

TABELA 2
Publicações de Tabelas de Composição de Alimentos na América Latina

País/ região	Primeiras publicações
América Latina	1961
Argentina	1935 - 1942
Bolívia	1966
Brasil	1948* - 1950
Chile	1961
Colômbia	1944
Equador	1954
México	1940
Peru	1960
República Dominicana	1964
Uruguai	1949
Venezuela	1950

Fonte: BRESSANI, (1). *citada pela FAO, (19).

Atuação da FAO e unu após a década de 80

Depois de colaborar na elaboração das tabelas regionais de composição de alimentos, a *Food and Agriculture Organization of United Nations* (FAO) reduziu suas atividades nessa área na década de 70, quando completou sua série de tabelas (20).

Anos mais tarde, baseada na recomendação de um grupo internacional coordenado pela *United Nations University* (UNU), em 1984, foi criada a *International Network of Food Data Systems* (INFOODS), com o objetivo de estimular e coordenar esforços para melhorar a qualidade e disponibilidade de dados analíticos de alimentos através do mundo (21).

Na América Latina, em 1986, ocorreu a primeira Conferência sobre Composição de Alimentos no *Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá* (INCAP), que visava avaliar o grau de desenvolvimento das tabelas de composição dos países individualmente e por região, propor programas para atingir os objetivos propostos pelo INFOODS e ainda desenvolver uma rede de trabalho de composição de alimentos na América Latina – o LATINFOODS (1).

Após a *International Conference on Nutrition* em 1992, a FAO, por meio do INFOODS, vem propondo novas diretrizes e critérios para a área de composição de alimentos, publicando guias e manuais com protocolos a serem usados na geração e compilação de dados, e ampliando a comunicação e o intercâmbio entre laboratórios. Outra proposta surgida, nesta década, foi a de incentivar a cooperação entre governos e indústria de alimentos, para o uso de dados de composição na informação pública e promoção do comércio (2). Instituições governamentais devem usar dados de composição de alimentos na formulação de políticas de saúde, alimentação e segurança alimentar de acordo com a necessidade de grupos populacionais.

A estratégia da FAO é a aplicação de um modelo regional de atuação, baseado na comunicação e controle de qualidade,

e tem como meta a geração, a disseminação e a promoção do uso da informação de composição de alimentos de alta qualidade e em larga escala por profissionais, pesquisadores e instituições governamentais. O modelo fornece bases para a geração e distribuição dos dados através de padrões e critérios continuamente revisados, e dá suporte a comitês governamentais e instituições representativas para a supervisão de procedimentos e atividades relacionadas (20).

Em âmbito internacional, a coordenação e a padronização são necessárias para aumentar a difusão e intercâmbio de dados. Os bancos de dados devem ser compatíveis e padronizados, dessa forma, o trabalho harmonizado promove a redução de gastos associados com a geração e manutenção de dados de composição numa base global, e conseqüentemente diminui custos de produção de dados em países em desenvolvimento (20).

Uma das propostas de padronização é a adoção de identificadores para os nutrientes (21-24). Esses identificadores do INFOODS (*tagnames*) representam o nutriente/componente de forma inequívoca, de acordo com o método utilizado na análise, unidade, e sua utilização em diferentes tabelas (Tabela 3).

TABELA 3
Exemplos de identificadores (*tagnames*) do INFOODS adotados para a descrição de cada componente

Nutrientes	Unidades	Identificadores/descrição
Umidade	g	<Water> Umidade em estufa 105°C
Lípidios totais	g	<FAT> Lípidios totais <FATCE> Lípidios totais obtidos através de extração contínua (método Soxhlet)
Proteínas	g	<PROCNT> Proteína total. Para cálculo das proteínas a partir do nitrogênio total foram usados fatores de conversão da FAO/73 (25). Produtos animais: Carnes e peixes - 6,25; Gelatina - 5,55; Leite e derivados - 6,38; Caseína - 6,40; Leite humano - 6,37; Ovo: inteiro - 6,25, albumina - 6,32, vitelina - 6,12. Produtos vegetais: Trigo: inteiro - 5,83, farelo - 6,31, embrião - 5,80, endosperma - 5,70; Arroz e farinha de arroz - 5,95; Centeio e farinha de centeio - 5,83; Cevada e farinha de cevada - 5,83; Aveia - 5,83; Milho - 6,25; Feijões - 6,25; Soja 5,71. Oleaginosas: Castanha do Pará - 5,46; outras - 5,30.
Fibra alimentar total	g	Para os demais alimentos foi utilizado o fator 6,25. <FIBTG> Fibra alimentar total determinada por método enzimico-gravimétrico ou não enzimico-gravimétrico (para alimentos com baixo teor de amido) da AOAC* (26, 27).
Carboidratos “disponíveis”	g	<CHOAVL> Carboidratos metabolizáveis. Exclui a fração fibra alimentar (100 g – gramas totais de umidade, proteína, lipídios, cinzas e fibra alimentar).
Energia	kJ	<ENERC> Energia total metabolizável expressa em kilojoule (kJ), calculada a partir da energia dos nutrientes, considerando os fatores de conversão de Atwater: (17 x g proteína) + (16 x g carboidratos (total carboidratos - fibra alimentar) + (37 x g total lipídios) + (29 x g etanol).

O modelo regional de atuação funciona por meio de redes como OCEANFOODS, EUROPAFOODS, AMERICANFOODS, ASIAFOODS, AFRICANFOODS e LATINFOODS. Dessa última rede participam países da América Latina; que por sua vez tem suas redes nacionais; assim, o BRASILFOODS (Rede Brasileira de Dados de Composição de Alimentos) está ligado ao LATINFOODS (*Red Latino-americana de Dados de Composição de Alimentos*) e ao INFOODS (*International Network Food Data Systems*). O BRASILFOODS vem cooperando com a *Tabla de Composición de Alimentos de América Latina* (28) e participando de atividades que visam melhorar a qualidade de dados de composição de alimentos da região como as conferências eletrônicas promovidas pelo LATINFOODS (29,30).

Uma nova perspectiva para os bancos de dados

Os bancos de dados, em sua maioria, têm sido elaborados para a avaliação da ingestão nutricional; dessa forma, apresentam principalmente resultados de alimentos produzidos ao longo de todo o ano, valores médios de diversas regiões do país, valores de resultados de amostras compostas ou calculados de amostras individuais. Entretanto, dados de alta qualidade analítica, como de lotes experimentais e de cultivares específicos, têm sido considerados não representativos e são descartados, quando poderiam compor bancos de dados especializados nos campos da saúde, agricultura, comércio, entre outros (31,32).

Desde o início dos anos 60, tradicionalmente, a FAO vem se empenhando na promoção do uso sustentável da biodiversidade em programas de segurança alimentar e nutrição humana. Alguns aspectos devem ser considerados nesse contexto e esses mostram a importância dos dados de composição de alimentos como elo entre nutrição e biodiversidade (33):

- a biodiversidade de espécies selvagens e intra-espécies participam da segurança alimentar global;
- diferentes cultivares têm estatisticamente diferentes conteúdos de nutrientes;
- dados de nutrientes sobre a biodiversidade de alimentos existentes devem ser disponibilizados antes de se iniciar trabalhos com organismos geneticamente modificados (OGM);
- o conteúdo dos nutrientes precisa estar entre os critérios para a promoção de determinado cultivar;
- os dados de nutrientes de alimentos e cultivares selvagens devem ser sistematicamente gerados, compilados e amplamente disseminados;
- perguntas relativas à biodiversidade precisam ser incluídas nos inquéritos alimentares;
- a disponibilização de dados de nutrientes e de ingestão

de determinados cultivares é essencial para se compreender o impacto da biodiversidade sobre os alimentos.

Diante desse novo cenário, os bancos de dados de composição de alimentos devem ter seu enfoque ampliado. Por exemplo, até um passado recente, o nome genérico do alimento era considerado suficiente para muitos propósitos, mas agora é necessário o amplo conhecimento da composição específica de diferentes cultivares. Em vista da nova perspectiva relacionada à biodiversidade, toda informação com qualidade sobre composição de alimentos deve ser utilizada e disseminada (31,32).

Composição de alimentos brasileiros e os padrões internacionais

Uma primeira iniciativa de compilação de dados nacionais no início da década de 90 detectou a reduzida qualidade dos dados de composição de alimentos (34). Muitos dados de alimentos, basicamente de origem vegetal, não apresentavam a descrição dos métodos analíticos utilizados ou haviam sido analisados por métodos inadequados, principalmente em relação à fibra alimentar (FA). Inúmeros dados foram descartados, outros foram utilizados após a complementação de informação com a realização de análise da FA por métodos adequados pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF/USP) (35). Dessa forma, reiterou-se a necessidade de uniformizar procedimentos analíticos.

O Projeto Integrado de Composição de Alimentos, criado pelo BRASILFOODS, tem como objetivo principal a elaboração e manutenção de uma tabela nacional de composição de alimentos, através da análise de novos alimentos, da compilação e avaliação da qualidade de dados de composição (36,37). Para tanto, foi criado um banco de dados de alimentos brasileiros baseado nas diretrizes preconizadas pelo INFOODS, e adotadas pelo LATINFOODS, relativas à identificação de nutrientes e alimentos (25, 38,39), que visam facilitar a troca de informações entre pesquisadores da área e bancos de dados de diferentes regiões do mundo.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA-USP) (40), que se tornou realidade em 1998 (<http://www.fcf.usp.br/tabela>), é o resultado da soma de esforços de mais de 27 laboratórios participantes do Projeto Integrado de Composição de Alimentos. É coordenada pela Rede Brasileira de Dados de Composição de Alimentos (BRASILFOODS), com sede no Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da FCF/USP, e visa disponibilizar informações de qualidade sobre composição de alimentos. Desde sua criação, a TBCA-USP sofreu uma série de atualizações em relação ao número de alimentos e/ou estrutural, que estão resumidas no Tabela 4.

TABELA 4

Versões, data de lançamento e número de alimentos com dados de composição centesimal (CC) e principais alterações da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA-USP), BRASILFOODS

Versão	Lançamento	Dados CC	Alterações principais
TBCA-USP 1.0	Julho/1998	300	Formato de tabela tradicional
TBCA-USP 1.1	Março/1999	390	Número de dados
TBCA-USP 2.0	Junho/2000	390	Apresentação gráfica
TBCA-USP 3.0	Março/2001	696	Tabela blocada, divisão por grupos de alimentos, número de dados
TBCA-USP 4.0	Julho/2004	1200	Sistema de busca por alimento, medidas caseiras, energia em kJ, número de dados
TBCA-USP 4.1	Novembro/2004	1200	Sistema de busca por alimento/ nutriente Conferência Eletrônica

Fonte: Giuntini, (44).

Perfil das principais tabelas utilizadas no Brasil

1948 – Tabela de Alimentos Brasileiros, do Serviço de Alimentação da Previdência Social (19). Essa tabela foi citada pela FAO em 1949 na publicação *Food composition tables for international use*, mas não se têm informações sobre a origem dos dados.

1951 – Tabela de Composição Química de Alimentos, de Guilherme Franco do Serviço de Alimentação da Previdência Social (41). Esta tabela foi reeditada inúmeras vezes e é utilizada até hoje, embora não apresente informações sobre a forma de obtenção dos dados e nunca tenha sido atualizada.

1977 – Tabelas de Composição de Alimentos – Estudo Nacional de Despesas Familiares do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (42). Adaptada aos objetivos do ENDEF, essa tabela é uma compilação de dados nacionais e internacionais, quando foram escolhidos os dados mais representativos, considerando-se números de amostras e métodos analíticos utilizados na época. Essas informações são mencionadas na parte introdutória da publicação, bem como é identificada sua origem. As publicações e metodologias utilizadas são das décadas de 1960 e 1970, em função disso os dados de fibra apresentados referem-se à fibra bruta e no caso de vitaminas e minerais são pouco precisos. Apresenta o nome científico dos alimentos e informações de alimentos crus e preparados.

1995 – Tabela de Composição de Alimentos, de Mendez e colaboradores, editada pela Universidade Federal Fluminense (43). Essa tabela apresenta informações sobre preparo das amostras; nome científico, nome em espanhol e inglês dos

alimentos e metodologia utilizada na análise. Porém a fibra insolúvel foi obtida com solução detergente (ácido e neutro) e a solúvel por método que determina parte da pectina, dessa forma, os dados de fibra podem estar subestimados.

1998 – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – USP, (TBCA-USP), BRASILFOODS, Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.fcf.usp.br/tabela> (40). Trata-se da primeira tabela da América Latina a ser disponibilizada na Internet e vem sendo constantemente atualizada. Adota padrões internacionais (INFOODS/LATINFOODS) no que se refere aos métodos analíticos, identificação de alimentos e nutrientes; apresenta os alimentos de maneira detalhada (nome científico, parte do alimento, processamento, grau de maturação, etc.) e os dados por 100g e também por medidas caseiras mais utilizadas ao respectivo alimento, na versão 4.1, de 2005. As informações são encontradas através do sistema de busca por alimento, que contabiliza 1800 dados entre composição centesimal, fibra alimentar, amido resistente, vitamina A e carotenóides, ácidos graxos e colesterol. Os dados de fibra alimentar foram obtidos por método enzimico-gravimétrico; há informações sobre carboidratos totais e “disponíveis”; os dados sobre energia são apresentados em quilocaloria (kcal) e quilojoule (kJ) calculado sobre o teor de carboidratos “disponíveis”, ou seja, não inclui a fibra alimentar. Oferece, ainda, informações sobre porções recomendadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária e sobre a origem dos dados (44). O resumo das versões da TBCA-USP estão descritas na Tabela 4.

2001 – Tabela de Composição de Alimentos: suporte para decisão nutricional de Phillipi (45). Tem por base o banco de dados utilizado no Virtual Nutri, um programa de nutrição e cálculo de dietas, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (46), que traz dados de várias tabelas, nacionais e internacionais, e dados de rótulos de produtos industrializados.

2004 – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO, do Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação da Universidade Estadual de Campinas (NEPA/UNICAMP). Disponível em <http://www.unicamp.br/nepa/taco/> (47). É uma tabela com dados de energia, macronutrientes, vitaminas e minerais de 198 alimentos, e 112 dados de frações de ácidos graxos, considerados como representativos do hábito alimentar brasileiro. Os dados de vegetais referem-se apenas a alimentos crus, sendo necessário aplicar fatores de conversão. O teor energético foi obtido utilizando dados de carboidratos totais, o que inclui a fração fibra alimentar.

É importante destacar a elaboração de manuscritos internos (compilados e traduzidos de dados internacionais) para seu emprego em Unidades e Instituições, como os utilizados na Faculdade de Saúde Pública, no Curso de Graduação de Nutricionistas, durante as décadas de 70 e 80.

CONCLUSÃO

De acordo com Dwyer (17) os estudos sobre composição de alimentos passaram por quatro revoluções. A primeira, com Atwater, que descreveu a energia advinda dos alimentos, a segunda com a caracterização de vitaminas e minerais que se mostraram importantes para evitar as doenças decorrentes de sua deficiência. Na terceira revolução, conhecendo-se melhor a composição dos alimentos, foram feitas associações entre dieta e doenças, incluindo as relacionadas com má nutrição e as doenças crônicas não-transmissíveis. A quarta relaciona-se com a descoberta de outras substâncias nos alimentos que também podem afetar a saúde humana, como os compostos bioativos e fatores antinutricionais, que vem sendo estudados e evidenciam que há um amplo campo de atuação a ser explorado.

Possivelmente a quinta revolução deverá estar relacionada com a biodiversidade. Segundo a FAO, o amplo conhecimento das informações de composição de alimentos de diferentes cultivares das diversas regiões e países é importante para garantir a preservação e uso sustentável da biodiversidade em programas de segurança alimentar e nutrição humana.

AGRADECIMENTOS

CAPES pela concessão de bolsa e CNPq pelo financiamento de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Bressani R. Report on LATINFOODS. The United Nations University Press. Food and Nutrition Bulletin, vol.12, n.2, 1990. Tóquio [out 2004]. Se consigue en: URL: <http://www.unu.edu/unupress/food/8F122e/8F122E0a.htm>.
- Sevenhuysen GP. FAO's food composition activities. En: FAO celebrates 50 years. 1995 [out 2004]. Se consigue en: URL: <http://www.fao.org/docrep/V7700T/v7700t07.htm>.
- Southgate DA. Data quality in sampling, analysis and compilation. *J Food Compos Anal* 2002;15(4):507-13.
- Holden JM. Expert systems for the evaluation of data quality for establishing the recommended dietary allowances. *J Nutr* 1996; 126 Suppl:2329-36.
- World Health Organization/ Food and Agricultural Organization (WHO/FAO). *Diet, nutrition and prevention of chronic diseases*. WHO technical report series; 916. Geneva, 2003 [set. 2005]. Se consigue en: URL: http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who_fao_expert_report.pdf.
- McMasters V. History of food composition tables of the world. *J Am Diet Assoc* 1963; 43:442-50.
- Koivisto PE. Introduction: the early history of food composition analysis – source of artifacts until now. *Food Chem* 1996;57(1):5-6.
- Savage, G. Experimental chemists: the founders of nutrition. *Nutr Today* 1992 Sept/oct:24-9.
- Atwater WO, Woods CD. The chemical composition of american food materials. Farmers' Bulletin No. 28. U.S. Department of Agriculture. Washington, 1896.
- Carpenter KJ. A short history of nutritional science: Part 1 (1785–1885). *J Nutr* 2003;133:638–45.
- Buchholz AC, Schoeller DA. Is a calorie a calorie? *Am J Clin Nutr* 2004;79 Suppl:899-906.
- Jones DB. Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of protein. U. S. Department of Agriculture, Circular 183, 1941. 22p. Se consigue en: RL: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Classics/cir183.pdf>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). Food energy: methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. FAO, Food and Nutrition Paper, 77, Rome, 2003. Se consigue en: URL: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5022e/y5022e00.pdf>.
- Merril AL, Watt BK. Energy value of foods, basis and derivation (revision). Agric. Handbook n.94, US Department of Agriculture, Washington. 1973. 105p. [jun 2005]. Se consigue en: URL: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Classics/ah74.pdf>.
- Southgate DAT, Durmin JV. Calorie conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets. *Br J Nutr* 1970;24(2):517-35.
- Augustin J. Vitamin analysis. En: Nielsen SS. Introduction to the chemical analysis of foods. New York: Chapman & Hall, 1994. p.249-60.
- Dwyer JT. Future directions in food composition studies. *J Nutr* 1994; 124, Suppl: 1783-88S.
- Church SM. The history of food composition databases. *Nutr Bull* 2006;31:15-20.
- Food and Agriculture Organization (FAO). Food composition tables for international use. Roma, 1949. Se consigue en: URL: <http://www.fao.org/docrep/x5557E/X5557E00.htm>.
- Lupien JR. The FAO/UNU food composition initiative. *Food Chem* 1996; 57(1):171-3.
- Klensin JC. *INFOODS* Food composition data interchange handbook. Tokyo: United Nations University Press, 1992. 165p.
- Burlingame B. Proximate methods and modes of expression: variability as a harmonization issue. En: National Nutrient 21st Databank Conference, June 20–22, 1996, Baton Rouge, Louisiana [jul 2004]. Se consigue en: URL: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/conf/NDBC21/p6-1.pdf>.
- INFOODS - The International Network of Food Data Systems. [nov 2005]. Se consigue en: URL: <http://www.fao.org/infoods>.
- Klensin JC, Feskanich D, Lin V, Truswell AS, Southgate DAT. Identification of food components for INFOODS data interchange. United Nations: University Press, 1989, 106p.
- Greenfield H, Southgate DAT. Food composition data: production, management and use. London: Chapman & Hall, 1992. 243p.
- Cho S, Devries JW, Prosky L. Dietary fiber analysis and applications. Maryland: AOAC International, 1997. 202p.
- Li BW, Cardozo MS. Nonenzymatic gravimetric determination of total fiber in fruits and vegetables. *J AOAC Int* 1992;75(2):372-4.

28. Food and Agriculture Organization/ Rede Latino Americana de Composição de Alimentos (FAO/LATINFOODS). Tabla de composición de alimentos de América Latina. No ar desde 2000 [fev 2006]. Se consigue en: URL: <http://www.rlc.fao.org/bases/alimento>.
29. Food and Agriculture Organization/ Rede Latino Americana de Composição de Alimentos (FAO/LATINFOODS). Conferência eletrônica "Compilación de datos para bases de datos y tabla de composición química de alimentos". 6 a 24 de maio de 2002 [fev 2006]. Se consigue en: URL: <http://www.rlc.fao.org/foro/latfoods/>.
30. Food and Agriculture Organization/ Rede Latino Americana de Composição de Alimentos (FAO/LATINFOODS). Segunda conferencia eletrônica "Avaliação da qualidade dos dados para bases de dados e tabelas de composição química de alimentos". 11 a 29 de novembro de 2004 [fev 2006]. Se consigue en: URL: <http://www.rlc.fao.org/foro/latinfoods/>.
31. Burlingame B. Fostering quality data in food composition databases: visions for the future. *J Food Compos Anal* 2004;17:251-8.
32. Biodiversity and nutrition: a common path. *J Food Compos Anal* 2006;19 (6-7).
33. Toledo A, Burlingame B. Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development. *J Food Compos Anal* 2006;19:477-83.
34. Lajolo FM, Menezes EW. Atividades nacionais sobre composição de alimentos no Brasil, 1995-1997, Simposio FAO/SLAN/LATINFOODS sobre Composición de Alimentos. XI Congreso da Sociedad Latinoamericana de Nutrición. SLAN 97, Guatemala. 1997.
35. Menezes EW, Gonçalves FAR, Giuntini EB, Lajolo FM. Brazilian food composition database: Internet dissemination and others recent developments. *J Food Compos Anal* 2002;15(4):453-64.
36. Lajolo FM. Grupo de trabalho: composição de alimentos. *Bol SBCTA* 1995;29:57-69.
37. Lajolo FM, Menezes EW. Uma análise retrospectiva e contextualização da questão. Grupo de trabalho de composição de alimentos. *Bol SBCTA* 1997;31(2):90-2.
38. Greenfield H, Southgate DAT. Food composition data: production, management and use. 2ed. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Rome. 2003. 288p.
39. Morón C, Zacarías I, Pablo S. Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago. 1997. 356p.
40. Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP. Versão 4.1. No ar desde 1998 [fev 2006]. Se consigue en: URL: <http://www.fcf.usp.br/tabela>.
41. Franco G. Tabela de composição química de alimentos. Rio de Janeiro: Serviço de Alimentação da Previdência Social, 1951. 130p.
42. Estudo Nacional de Despesas Familiares. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (ENDEF - IBGE). Tabela de composição de alimentos. 1977. 220p.
43. Mendez MHM, Derivi SCN, Rodriguez MCR, Fernandes ML. Tabela de composição de alimentos. Rio de Janeiro: EDUFF, 1995. 41p.
44. Giuntini EB. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos TBCA-USP: 2001-2004 [Tese de doutorado]. São Paulo: Programa Interunidades de Nutrição Humana Aplicada - PRONUT FCF/FEA/FSP - USP, 2005. 140p.
45. Philippi ST. Tabela de Composição Centesimal: suporte para decisão nutricional. Brasília: ANVISA, FINATEC/NUT-Unb. 2001. 133p.
46. Philippi ST, Szarfarc SC, Latterza AR. Virtual Nutri: sistema de análise nutricional - versão 1.0. São Paulo: Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo (FSP/USP), 1996.
47. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) / Nepa - Unicamp. Campinas: Nepa-Unicamp, 2004 [out 2004]. 42p. Se consigue en: URL: <http://www.unicamp.br/nepa/taco>.

Recibido:02-08-2006

Aceptado: 12-09-2006

CARTAS AL EDITOR

Drinking water as an iron carrier in Brazil

Water is the largest component of the human body. From 60% to 70% of our weight is water. It is the solution where all nutrients are carried, interact and where metabolic processes take place. The organism keeps its balance through life. Water is available and drunk by everyone and everywhere in the world. Iron, on the other hand, is also an essential nutrient with major roles in human physiology. It acts as oxygen carrier, is present in hemoglobin and myoglobin and is involved in several metabolic mechanisms. It is present in the cytochrome and many proteins of all cells, interchanging, gaining or losing electrons.

In November 2003, the World Health Organization assembled in Geneva, a group of nutrition experts, medical and scientific specialists to address questions related to drinking water and nutrients. The proceedings of that meeting appeared at the end of 2005 (1); it pointed out the health benefits and risks of water, its content of nutrient and toxins, the contribution of drinking water to dietary intake, its minerals related to cardiovascular health, its role as fluoride carrier, etc. The World Food Program called the attention for the need to have local mass food carriers to be fortified in order to really attend the iron need of many iron deficient groups in developing and underdeveloped countries (2).

Considering drinking water to be a locally and possible micronutrient vehicle we have been using it to carry iron and supply iron to the population at low socio economic community groups. Since the earlier 90's, our group have been working on the use of drinking water as an iron carrier to control and prevent iron anemia in young children (3,4,5,6,7). Fortification of drinking water can have an important impact on the nutritional status, anemia and well being of many population groups, especially children in developing countries. Much is known concerning helpful effects of food minerals and vitamins fortification for the prevention of deficiency diseases, but and in spite of these global efforts, its benefits are not reaching all the needed people.

Iron deficiency, and consequent iron anemia, are known as a major, worldwide nutritional problem. Iron deficiency is prevalent in developing countries, mostly affecting women and children. In Brazil it is currently the most important nutritional problem. Iron anemia is present both in the less and the most developed areas of our country, often affecting 30-50% of children one to four years old in poor families. Its presence is linked to inadequate food-borne iron intake and to low bioavailability of most dietary iron. Its prevention and control are to be achieved through improved, iron well bioavailable balanced diets, iron supplements and iron fortification of locally mass consumed foods. Food fortification is currently considered as the best public nutritional preventive approach to this problem. Several experimental and community enriched food studies have been carried out with iron compounds added to many commercial products. Wheat and corn flour, cow's milk, cheese, soya products and rice have shown their carrier effectiveness. Unfortunately, these solutions have not reached most of the needy groups, mainly at underdeveloped countries and regions. They cannot buy the fortified products from developed countries. Pharmacological iron supplements supplied to children and women have also shown to be effective, but has a difficult distribution problem. The fact is that despite of these efforts and known solutions, the prevalence of iron deficiency and iron anemia are still very high and continues to grow.

Drinking water as an iron carrier has shown by our group to have a great potential to prevent and control iron deficiency and anemia. Water is available everywhere, and people drink it every day. We have shown that drinking water can be locally fortified by several bioavailable organic and inorganic iron compounds, and such fortified water can be offered daily with small effort to people at community level and at a low price, only the compound has to be bought. We first demonstrated that iron anemia is prevented in rats that drank iron-fortified water. In consequent studies at community level, we provided iron-fortified drinking water to preschool children attending daycare centers at medium and small communities. These studies lasted for six to eight months, each. Various iron compounds and parameters, such as hemoglobin levels, ferritin, transferrin receptor and ferrous sulfate, iron chelate, iron NaEDTA were used and proved the benefits of iron water fortification to improve

the blood picture of small children. It was shown that drinking water is accepted, efficient, cheaper and easily made available locally to supply iron to a need population in several communities. This fortification can be implemented using local people and community facilities. It is efficacious, effective and economically viable. It is to point out that this same iron fortified water can also be used to prepare all the family food, and also to dilute powder infant food, increasing their iron content. Besides iron, we have also been testing whether other essential nutrients, such as iodine, zinc or other micronutrients, may be supplied by drinking water.

REFERENCES

1. World Health Organization Nutrients in Drinking Water. Water Sanitation and Health. The World Health Report, Geneva, WHO, 2005.
2. World Food Program. Micronutrient: WFP experiences and ways forward. *Food Nutr Bull* 2006;27:67-75.
3. Dutra-de-Oliveira JE, Ferreira JB, Vasconcellos VP, Marchini JS. Drinking water as an iron carrier to control anemia in preschool children in a day-care center. *J Am Coll Nutr* 1994;13:198-202.
4. Dutra-de-Oliveira JE, Scheid MMA, Desai ID, Marchini S. Iron fortification of domestic drinking water to prevent anemia among low socioeconomic families in Brazil. *Int J Food Sci Nutr* 1996;47:213-219.
5. Almeida CAN, Dutra-de-Oliveira JE, Crott GC, Cantolini A, Ricco RG, Del Ciampo LA, Baptista MEC. Effect of fortification of drinking water with iron plus ascorbic acid or with ascorbic acid alone on hemoglobin values and anthropometric indicators in preschool children in day-care centers in Southeast Brazil. *Food Nutr Bull* 2005;26:259-265.
6. Beinner MA, Lamounier JA, Tomaz C. Effect of iron-fortified drinking water of daycare facilities on the hemoglobin status of young children. *J Am Coll Nutr* 2005;24:107-114.
7. Dutra-de-Oliveira JE, Marchini JS, Desai I. Fortification of drinking water with iron: a new strategy for combating iron deficiency in Brazil. *Am J Clin Nutr* 1996;63:612-614.

J.E. Dutra-de-Oliveira, PhD, MD

J. Sergio Marchini, PhD, MD

Department of Clinical Medicine, Division of NutrologyNutrition

Medical School of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil

jeddoliv@fmrp.usp.br__ jsmarchi@fmrp.usp.br

INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1966 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de revisión, editoriales, conferencias y simposia y trabajos científicos originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, ciencia y tecnología de alimentos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición y microbiología de alimentos.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados para ser publicados y se reserva el derecho de no publicar los originales que no se ajusten a los lineamientos de la revista. No se devolverán originales ni se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados. ALAN se reserva los derechos de reproducción de los artículos seleccionados.

ALAN se acoge a las normas de los requisitos uniformes del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM), también conocido como el Grupo de Vancouver. A continuación se reproducen los aspectos más relevantes de la traducción al español más reciente (Noviembre 2003), de los requisitos uniformes del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM) para la preparación de manuscritos que se presentan a las revistas biomédicas (1) y se anaden algunas recomendaciones específicas para ALAN. La traducción ha sido preparada por la Organización Panamericana de la Salud. El CIDRM no ha avalado ni aprobado el contenido de esta traducción. La versión oficial en inglés de este documento, actualizada a Octubre 2005, se puede hallar en: <http://www.icmje.org/>

Requisitos para la presentación de manuscritos a una revista

Resumen de los requisitos técnicos

- Todas las partes del manuscrito estarán a doble espacio.
- Cada sección o componente comenzará en página nueva.
- Revise la secuencia: página del título, resumen y palabras clave, texto agradecimientos, referencias, cuadros (cada uno en página aparte), pies e epígrafes de las ilustraciones.
- Las ilustraciones se presentaran en forma de impresiones fotográficas sin tomar, y no deberán exceder de 203 x 254 mm.
- Incluya la autorización para reproducir material publicado con anterioridad o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a los sujetos humanos.
- Adjunte la transferencia de los derechos de autor y otros formularios.

- Presente el número exigido de copias impresas del artículo (ALAN exige original y 3 copias).
- Guarde copias de todo lo que envíe.

Principios generales

El texto de los artículos de observación y experimentales se divide generalmente, aunque no por fuerza, en secciones que llevan estos encabezamientos: introducción, métodos, resultados y discusión. En los artículos largos puede ser necesario agregar subtítulos dentro de estas secciones, sobre todo en las de resultados y discusión, a fin de hacer más claro el contenido. Es probable que otro tipo de artículos -como los informes de casos, las revisiones y los editoriales- exijan otra estructura. Para mayor orientación, los autores deberán consultar la revista en la que pretenden publicar.

Mecanografíese el manuscrito en papel bond blanco de 216 x 280 mm o de la medida estándar ISO A4 (212 x 297 mm), con márgenes de por lo menos 25mm (ALAN prefiere la medida de 216 x 280 mm). Escríbase o imprímase solamente sobre una cara del papel. Usar doble espacio en todas las palabras del manuscrito -es decir, la portada, el resumen, el texto, los agradecimientos, las referencias, cada cuadro y los pies o epígrafes de las figuras-, así como márgenes amplios, permite que los editores, revisores y correctores corrijan el texto línea por línea y anoten observaciones y preguntas directamente en el original impreso. Si los manuscritos se presentan en formato electrónico, los archivos deben venir a doble espacio porque el manuscrito tal vez deba imprimirse para la revisión y la corrección editorial.

Durante el proceso editorial los revisores, directores y correctores necesitan referirse con frecuencia a porciones específicas del manuscrito, lo cual es difícil a menos que se numeren las páginas. Por lo tanto, los autores numerarán consecutivamente todas las páginas del manuscrito, empezando con la portada.

Portada

La portada debe llevar la siguiente información:

- 1) El título del artículo. Los títulos concisos son más fáciles de leer que los largos y enrevesados. Sin embargo, los títulos demasiado cortos pueden omitir información importante, como el diseño del estudio (que es particularmente importante para identificar los ensayos controlados aleatorizados). Los autores deben incluir en el título toda la información que permita que la recuperación electrónica del artículo sea al mismo tiempo sensible y específica; 2) Los nombres y la

(1) "Requisitos uniformes para preparar los manuscritos que se presentan a las revistas biomédicas: redacción y edición de las publicaciones biomédicas" Rev Panam Salud Pública/Pan Am J Pub Health Vol 15, N° 1; 41-57. 2004.

afiliación institucional de los autores. Algunas revistas publican el grado académico más alto de cada autor, mientras que otras no lo hacen; 3) El nombre de los departamentos e instituciones a los que debe atribuirse el trabajo; 4) Las cláusulas de descargo de responsabilidad, si las hubiera; 5) Los autores corresponsales. Hay que anotar el nombre, dirección postal, número de teléfono y de fax y dirección de correo electrónico del autor encargado de la correspondencia acerca del manuscrito (el "autor corresponsal"), que puede o no ser el "aval" de la integridad del estudio en su totalidad, si esa función se atribuye a alguien. El autor corresponsal debe indicar claramente si quiere o no que su dirección de correo electrónico se publique; 6) Nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de separatas, o nota informativa de que los autores no las proporcionarán; 7) Procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo, medicamentos o todos ellos; 8) Titulillo. Algunas revistas solicitan que se incluya un titulillo o pie de página, por lo común de menos de 40 pulsaciones (incluidos caracteres y espacios), al pie de la portada. Los titulillos se publican en la mayoría de las revistas, pero a veces se usan también en la redacción para archivar y localizar los manuscritos.

Autoría

Todas las personas designadas como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para tener derecho a la autoría. Cada autor debe haber participado en el trabajo en grado suficiente para asumir responsabilidad pública por su contenido. Para concederle a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial por lo que se refiere a los siguientes aspectos: 1) la concepción y el diseño o bien el análisis y la interpretación de los datos; 2) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y 3) la aprobación final de la versión que será publicada. Las tres condiciones tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica el crédito de autor. Tampoco basta con ejercer la supervisión general del grupo de investigación. Toda parte del artículo que sea decisiva con respecto a las conclusiones principales deberá ser responsabilidad de por lo menos uno de los autores. Los directores de revistas podrán solicitar a los autores que describan la contribución de cada uno; esa información puede ser publicada.

Cada vez es más común que los ensayos multicéntricos se atribuyan a un autor corporativo. Todos los miembros del grupo que sean designados como autores, ya sea en la línea destinada al nombre de los autores a continuación del título o en una nota a pie de página, deberán cumplir plenamente con los requisitos de requisitos de autoría recién señalados. Los miembros del grupo que no cumplan con dichos criterios serán mencionados, con su autorización, en la sección de agradecimientos o en un apéndice (véase "Agradecimientos").

El orden en que figuran los autores debe reflejar una decisión conjunta de estos. Como los autores se suelen enumerar de distintas maneras, el significado del orden en que aparecen no puede deducirse con exactitud a menos que ellos mismos lo enuncien explícitamente. Para tal efecto, tal vez deseen agregar, en una nota a pie de página, la explicación sobre el orden de enumeración. Al decidir acerca de dicho orden, los autores tendrán presente que muchas revistas imponen un límite al número de autores que figuran en el índice de materias y que, cuando hay más de 25 autores, la Biblioteca Nacional de Medicina de

los Estados Unidos incluye en MEDLINE tan solo los nombres de los 24 primeros más el del último.

Resumen y palabras clave

La segunda página incluirá un resumen que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. En él indicaran los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (selección de los sujetos o los animales de laboratorio incluidos en el estudio; métodos de observación y análisis); los hallazgos más importantes (proporcionense datos específicos y, de ser posibles, su significación estadística), y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio o las observaciones.

A continuación del resumen agréguese, debidamente rotuladas, de 3 a 10 palabras o frases cortas clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo, las cuales se publicarán junto con el resumen. Utilícense para este propósito los términos de la lista "Medical Subject Headings" (MeSH) [Encabezamientos de materia médica] del Index Medicus; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en dicha lista, podrán usarse las expresiones corrientes. ALAN exige que todo trabajo deberá acompañarse de un Resumen en inglés con sus palabras clave, "key words", si el trabajo original fuese en español, portugués o francés. Si el trabajo original es en inglés, el Resumen debe presentarse en español, igualmente con sus palabras clave. Deberá leerse corrido no en secciones.

Introducción

Proporcione el contexto o los antecedentes del estudio, es decir, la naturaleza del problema y su importancia. Enuncie la finalidad o el objetivo de investigación específico del estudio u observaciones, o bien la hipótesis que se ha puesto a prueba; el objetivo de investigación suele expresarse con más nitidez si se formula como una pregunta. Hay que expresar con claridad los objetivos principales y secundarios y describir todo análisis de subgrupos que haya sido especificado con anterioridad. Mencione las referencias estrictamente pertinentes y no incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

Materiales y Métodos

Describa claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique la edad, el sexo y otras características importantes de los sujetos. La definición y la pertinencia de la raza o el grupo étnico son ambiguos. Los autores deberán ser particularmente cuidadosos con respecto a usar estas categorías.

Identifique los métodos, los aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y los procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véase más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o que han sido sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos

los medicamentos y productos químicos utilizados, sin olvidar nombres genéricos, dosis y vías de administración.

Los informes de ensayos clínicos aleatorizados deberán presentar información sobre todos los elementos importantes del estudio, como son el protocolo (población de estudio, intervenciones o exposiciones, resultados y el fundamento lógico del análisis estadístico), asignación de intervenciones (métodos de aleatorización, ocultamiento de la asignación a los grupos de tratamiento) y método de enmascaramiento (método ciego).

Los autores que presenten manuscritos de revisión incluirán una sección en la que se describan los métodos utilizados para localizar, seleccionar, extraer y sintetizar los datos. Estos métodos se mencionarán también en forma sinóptica en el resumen.

Ética. Cuando informe sobre experimentos en seres humanos, señale si los procedimientos seguidos estuvieron de acuerdo con las normas éticas del comité (institucional o regional) que supervisa la experimentación en seres humanos o con la Declaración de Helsinki de 1975, modificada en 1983. No utilice el nombre de los pacientes, sus iniciales ni los códigos hospitalarios, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas de la institución, las de un consejo nacional de investigación o cualquier ley nacional acerca del cuidado y el uso de animales de laboratorio.

Estadística. Describa los métodos estadísticos con detalles suficientes para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos originales pueda verificar los resultados presentados. Siempre que sea posible, cuantifique los resultados y preséntelos con indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición (por ej., intervalos de confianza). No dependa exclusivamente de las pruebas estadísticas de comprobación de hipótesis, tales como el uso de los valores P, que no transmiten información sobre la magnitud del efecto. Analice la elegibilidad de los sujetos de experimentación. Proporcione los detalles del proceso de aleatorización. Describa los medios utilizados para enmascarar las observaciones (método ciego), indicando los resultados que dieron. Informe sobre las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones. Mencione las pérdidas de sujetos de observación (por ej., las personas que abandonan un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y los métodos estadísticos utilizados serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), y no de los artículos originales donde se describieron por vez primera. Especifique cualquier programa de computación de uso general que se haya empleado.

Resultados

En el texto, los cuadros y las ilustraciones, presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto todos los datos de los cuadros ni de las ilustraciones; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes.

Cualquier material adicional o complementario y los detalles técnicos pueden reunirse en un apéndice, de manera que estén accesibles pero sin interrumpir el flujo del texto; otra posibilidad es que dicho apéndice solo se publique en la versión electrónica de la revista.

Al resumir los datos en la sección de resultados, facilite los resultados numéricos no solo como derivados (por ej., porcentajes),

sino también como los números absolutos a partir de los cuales se calcularon los derivados, y especifique los métodos estadísticos mediante los cuales se analizaron. Limite los cuadros y las figuras al número necesario para explicar el argumento del artículo y evaluar los datos en que se apoya. Use gráficas en vez de cuadros subdivididos en muchas partes; no duplique los datos en las gráficas y los cuadros. Evite el uso no técnico de términos de la estadística, tales como «al azar» (que entraña el empleo de un método de aleatorización), «normal», «significativo», «correlaciones» y «muestra».

Cuando sea adecuado desde el punto de vista científico, hay que incluir los análisis de los datos por variables como la edad y el sexo.

Discusión

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita con pormenores los datos u otra información ya presentados en las secciones de introducción y de resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los hallazgos y sus limitaciones, incluidas sus implicaciones para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes.

En el caso de estudios experimentales, es útil empezar la discusión resumiendo brevemente los resultados principales; luego, analizar los posibles mecanismos o explicaciones de estos resultados; comparar y contrastar los resultados con otros estudios pertinentes; señalar las limitaciones del estudio; y, por último, explorar las implicaciones de los resultados para la investigación futura y para la práctica clínica.

Establezca el nexo entre las conclusiones y los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. En particular, los autores evitarán hacer afirmaciones sobre los beneficios y los costos económicos, a menos que su manuscrito incluya datos y análisis económicos adecuados. No reclame ningún tipo de precedencia ni mencione trabajos que no estén terminados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

Agradecimientos

Todos los colaboradores que no satisfagan los criterios de la autoría deben mencionarse en la sección de agradecimientos. Por ejemplo, se puede agradecer la ayuda de una persona que prestó ayuda estrictamente técnica, de alguien que ayudó con la redacción o del director de departamento que solo brindó apoyo general. También debe reconocerse el apoyo económico y material.

Las personas que hayan colaborado materialmente en la preparación del manuscrito pero no en grado suficiente para justificar que se les considere como autores pueden mencionarse bajo un encabezamiento colectivo, como el de «investigadores» o «investigadores clínicos participantes», mencionando además su función o colaboración; por ejemplo, «actuaron como asesores científicos», «examinaron críticamente la propuesta de estudio», «recopilaron datos» o «facilitaron y atendieron a los pacientes del estudio».

Dado que los lectores pueden inferir que dichas personas respaldan los datos y las conclusiones, todas ellas deben otorgar su permiso por escrito para que se les mencione en los agradecimientos.

Referencias

Numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez en el texto. En este, en los cuadros y en los pies o epígrafes de las ilustraciones, las referencias se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias citadas solamente en cuadros o ilustraciones se numerarán siguiendo una secuencia que se establecerá por la primera mención que se haga en el texto de ese cuadro o esa figura en particular.

Emplee el estilo de los ejemplos que aparecen más adelante, los cuales están basados en el formato que la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos usa en el *Index Medicus*. Abrevie los títulos de las revistas de conformidad con el estilo utilizado en dicha publicación. Consulte la *List of Journals Indexed in Index Medicus* [Lista de revistas indizadas en *Index Medicus*], que se publica anualmente como parte del número de enero y como separata. La lista se puede obtener asimismo en el sitio que la biblioteca mantiene en la World Wide Web <http://www.nlm.nih.gov/>

Absténgase de utilizar los resúmenes como referencias. Las referencias a artículos que han sido aceptados pero que todavía no se publican se designarán como «en prensa» o «de próxima aparición»; los autores obtendrán por escrito el permiso para citar dichos artículos y también la verificación de que han sido aceptados para publicación. La información proveniente de manuscritos presentados para publicación pero aún no aceptados se citará en el texto como «observaciones inéditas», con el permiso correspondiente de la fuente por escrito.

No cite una «comunicación personal» a menos que aporte información esencial que no pueda obtenerse de una fuente pública; en ese caso, el nombre de la persona y la fecha de la comunicación aparecerán entre paréntesis en el texto. En el caso de artículos científicos, los autores deberán obtener el permiso de la fuente y su confirmación de la exactitud de la comunicación personal, ambos por escrito.

Algunas revistas comprueban la exactitud de todas las referencias bibliográficas, pero no todas lo hacen, y a veces aparecen errores en las citas bibliográficas de los artículos cuando estos se publican. Para reducir al mínimo tales errores, los autores deben cotejar las referencias contra los documentos originales.

Para conocer muestras de los formatos de citación de las referencias, los autores deben consultar el siguiente sitio web: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

El estilo de los requisitos uniformes (estilo de Vancouver) se basa en gran medida en una norma de estilo ANSI adaptada por la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) para sus bases de datos.

Tablas

Mecanografíe o imprima cada tabla a doble espacio y en hoja aparte. No presente las tablas en forma de impresiones fotográficas. Numérelas consecutivamente siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto, y asigne un título breve a cada una. Cada columna llevará un encabezamiento corto o abreviado. Las explicaciones irán como notas al pie y no en el encabezamiento. En las notas al pie se explicarán todas las abreviaturas no usuales empleadas en cada cuadro. Como llamadas para las notas al pie, utilícen los símbolos siguientes en la secuencia que se indica: *, †, ‡, **, ††, ‡‡.

Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como la desviación estándar y el error estándar de la media.

No trace líneas horizontales ni verticales en el interior de los cuadros. Cerciórese de que cada cuadro aparezca citado en el texto.

Si incluye datos publicados o inéditos provenientes de otra fuente, obtenga la autorización necesaria para reproducirlos y conceda el reconocimiento cabal que corresponde. Incluir un número excesivo de tablas en relación con la extensión del texto puede ocasionar dificultades al confeccionar las páginas. Examine varios números recientes de la revista a la que planea presentar el artículo y calcule cuántas tablas pueden incluirse por cada millar de palabras de texto. Al aceptar un artículo, el director podrá recomendar que las tablas suplementarias que contienen datos de respaldo importantes, pero que son muy extensas para publicarlas, queden depositadas en un servicio de archivo, como el Servicio Nacional de Publicaciones Auxiliares en los Estados Unidos, o que sean proporcionadas por los autores a quien lo solicite. En tal caso, se agregará en el texto la nota informativa necesaria. Dichos tablas se presentarán junto con el artículo para su consideración por parte de los árbitros.

Ilustraciones (figuras)

Envíe los juegos completos de figuras en el número requerido por la revista. Las figuras estarán dibujadas y fotografiadas en forma profesional; no se aceptarán los letreros trazados a mano o con máquina de escribir. En lugar de los dibujos, radiografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones fotográficas en blanco y negro, bien contrastadas, en papel satinado y que midan 127 x 173 mm, sin exceder de 203 x 254 mm. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las ilustraciones; tendrán, además, un tamaño suficiente para que sigan siendo legibles incluso después de la reducción necesaria para publicarlos. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en los pies o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones.

Al reverso de cada figura pegue una etiqueta de papel que lleve anotados el número de la figura, el nombre del autor y cuál es la parte superior de la misma. No escriba directamente sobre el dorso de las figuras ni las sujete con broches para papel, pues quedan marcadas. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre cartón.

Las fotomicrografías incluirán en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usados en estas deberán contrastar claramente con el fondo.

Si se usan fotografías de personas, estas no deberán ser identificables; de lo contrario, habrá que anexar un permiso por escrito para poder utilizarlas.

Las figuras se numerarán en forma consecutiva de acuerdo con su primera mención en el texto. Si la figura ya fue publicada, se reconocerá la fuente original y se presentará la autorización por escrito que el titular de los derechos de autor concede para reproducirla. Este permiso es necesario, independientemente de quién sea el autor o la editorial; la única salvedad son los documentos considerados como de dominio público.

Pies o epígrafes de las ilustraciones

Los pies o epígrafes de las ilustraciones se mecanografiarán o imprimirán a doble espacio, comenzando en hoja aparte e identificándolos con los números arábigos correspondientes. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para referirse a ciertas partes de las ilustraciones, será preciso identificar y aclarar el significa-

do de cada uno en el pie o epígrafe. En las fotomicrografías habrá que explicar la escala y especificar el método de tinción.

Unidades de medida

Las medidas de longitud, talla, peso y volumen se expresarán en unidades del sistema métrico decimal (metro, kilogramo, litro, etc.) o sus múltiples y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

Abreviaturas y símbolos

Utilice únicamente abreviaturas corrientes. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura en el texto, irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

Envío del manuscrito a la revista

Cada día aumenta el número de revistas que aceptan la presentación electrónica de los manuscritos, ya sea en disco, como anexos de correo electrónico o descargadas directamente al sitio web de la revista. Cuando se presente un manuscrito en forma electrónica, los autores deben consultar la información para la presentación de manuscritos de la revista que han elegido.

Si se presenta una versión impresa del manuscrito, envíe el número exigido de copias del manuscrito y las figuras; todas ellas son necesarias para el arbitraje y la corrección de estilo, y no cabe esperar que la redacción haga las copias necesarias.

Los manuscritos irán acompañados de una carta de envío firmada por todos los coautores.

ANEXO

Artículos de revistas

1. Artículo estándar

Enumere los primeros seis autores y añada la expresión «et al.» (Nota: La NLM incluye ahora hasta 25 autores; si hay más de 25, enumera los primeros 24, continuación el último autor y luego agrega «et al.»)

Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *N Engl J Med.* 2002 Jul 25;347(4):284-7.

Optativamente, si se utiliza la paginación continua a lo largo de un volumen (como hacen muchas revistas médicas), se pueden omitir el mes y el número.

(Nota: Para respetar la uniformidad, en todos los ejemplos que se

presentan en los requisitos uniformes se aplica esta opción. La NLM, sin embargo, no usa dicha opción.)

Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *N Engl J Med.* 2002;347:284-7.

Más de seis autores:

Rose ME, Huerbin MB, Melick J, Marion DW, Palmer AM, Schiding JK, et al. Regulation of interstitial excitatory amino acid concentrations after cortical contusion injury. *Brain Res.* 2002;935(1-2):40-6.

2. Organización como autor

Diabetes Prevention Program Research Group. Hypertension, insulin, and proinsulin in participants with impaired glucose tolerance. *Hypertension.* 2002;40(5):679-86.

3. Autoría compartida entre autores individuales y un equipo (Este ejemplo no sigue el estándar NISO)

Vallancien G, Emberton M, Harving N, van Moorselaar RJ; Alf-One Study Group. Sexual dysfunction in 1,274 European men suffering from lower urinary tract symptoms. *J Urol.* 2003;169(6):2257-61.

4. No se indica el nombre del autor

21st century heart solution may have a sting in the tail. *BMJ.* 2002;325(7357):184.

5. Artículo en idioma extranjero (2)

(Nota: La NLM traduce el título al inglés, lo encierra entre corchetes y le agrega la abreviatura correspondiente al idioma original.)

Ellingsen AE, Wilhelmssen I. Sykdomsangst blant medisins- og justudente. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 2002;122(8):785-7.

6. Suplemento de un volumen

Geraud G, Spierings EL, Keywood C. Tolerability and safety of frovatriptan with short- and long-term use for treatment of migraine and in comparison with sumatriptan. *Headache.* 2002;42 Suppl 2:S93-9.

7. Suplemento de un número

Glauser TA. Integrating clinical trial data into clinical practice. *Neurology.* 2002;58(12 Suppl 7):S6-12.

(2) Evidentemente "extranjero" se entiende aquí en relación con el idioma inglés, pues los ejemplos de referencia bibliográfica se han trasladado directamente del original, sin adaptarlos (Ndel T).

8. Parte de un volumen

Abend SM, Kulish N. The psychoanalytic method from an epistemological viewpoint. *Int J Psychoanal.* 2002;83(Pt 2):491-5.

9. Parte de un número

Ahrar K, Madoff DC, Gupta S, Wallace MJ, Price RE, Wright KC. Development of a large animal model for lung tumors. *J Vasc Interv Radiol.* 2002;13(9 Pt 1):923-8.

10. Número sin volumen

Banit DM, Kaufer H, Hartford JM. Intraoperative frozen section analysis in revision total joint arthroplasty. *Clin Orthop.* 2002;(401):230-8.

11. Sin número ni volumen

Outreach: bringing HIV-positive individuals into care. *HRSA Careaction.* 2002 Jun:1-6.

12. Paginación en números romanos

Chadwick R, Schuklenk U. The politics of ethical consensus finding. *Bioethics.* 2002;16(2):iii-v.

13. Indicación del tipo de artículo cuando sea necesario

Tor M, Turker H. International approaches to the prescription of long-term oxygen therapy [letter]. *Eur Respir J.* 2002;20(1):242.
Lofwall MR, Strain EC, Brooner RK, Kindbom KA, Bigelow GE. Characteristics of older methadone maintenance (MM) patients [abstract]. *Drug Alcohol Depend.* 2002;66 Suppl 1:S105.

14. Artículo que contiene una retractación

Feifel D, Moutier CY, Perry W. Safety and tolerability of a rapidly escalating dose-loading regimen for risperidone. *J Clin Psychiatry.* 2002;63(2):169. Retraction of: Feifel D, Moutier CY, Perry W. *J Clin Psychiatry.* 2000;61(12):909-11.

15. Artículo retirado por retractación

Feifel D, Moutier CY, Perry W. Safety and tolerability of a rapidly escalating dose-loading regimen for risperidone. *J Clin Psychiatry.* 2000;61(12):909-11. Retraction in: Feifel D, Moutier CY, Perry W. *J Clin Psychiatry.* 2002;63(2):169.

16. Artículo reeditado con correcciones

Mansharamani M, Chilton BS. The reproductive importance of P-type ATPases. *Mol Cell Endocrinol.* 2002;188(1-2):22-5. Corrected and republished from: *Mol Cell Endocrinol.* 2001;183(1-2):123-6.

17. Artículo sobre el que se ha publicado una fe de erratas

Malinowski JM, Bolesta S. Rosiglitazone in the treatment of type 2 diabetes mellitus: a critical review. *Clin Ther.* 2000;22(10):1151-68;

discussion 1149-50. Erratum in: *Clin Ther* 2001;23(2):309.

18. Artículo publicado en formato electrónico antes que en versión impresa

Yu WM, Hawley TS, Hawley RG, Qu CK. Immortalization of yolk sac-derived precursor cells. *Blood.* 2002 Nov 15;100(10):3828-31. Epub 2002 Jul 5.

Libros y otras monografías**19. Autores individuales**

Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaffler MA. *Medical microbiology.* 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002.

20. Directores ("editores"), compiladores como autores

Gilstrap LC 3rd, Cunningham FG, VanDorsten JP, editors. *Operative obstetrics.* 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2002..

21. Autor (es) y editor (es)

Breedlove GK, Schorfheide AM. *Adolescent pregnancy.* 2nd ed. Wieczorek RR, editor. White Plains (NY): March of Dimes Education Services; 2001.

22. Organización (es) como autor

Royal Adelaide Hospital; University of Adelaide, Department of Clinical Nursing. *Compendium of nursing research and practice development, 1999-2000.* Adelaide (Australia): Adelaide University; 2001.

23. Capítulo de libro

Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. *The genetic basis of human cancer.* New York: McGraw-Hill; 2002. p. 93-113.

24. Actas de conferencias

Harnden P, Joffe JK, Jones WG, editors. *Germ cell tumours V. Proceedings of the 5th Germ Cell Tumour Conference; 2001 Sep 13-15; Leeds, UK.* New York: Springer; 2002.

25. Ponencia presentada en una conferencia

Christensen S, Oppacher F. An analysis of Koza's computational effort statistic for genetic programming. In: Foster JA, Lutton E, Miller J, Ryan C, Tettamanzi AG, editors. *Genetic programming. EuroGP 2002: Proceedings of the 5th European Conference on Genetic Programming; 2002 Apr 3-5; Kinsdale, Ireland.* Berlin: Springer; 2002. p. 182-91.

26. Informe científico o técnico

Publicado por la institución financiadora o patrocinadora:
Yen GG (Oklahoma State University, School of Electrical and Com-

puter Engineering, Stillwater, OK). Health monitoring on vibration signatures. Final report. Arlington (VA): Air Force Office of Scientific Research (US), Air Force Research Laboratory; 2002 Feb. Report No.: AFRLSRBLTR020123. Contract No.: F496209810049.

Publicado por la institución ejecutora:

Russell ML, Goth-Goldstein R, Apte MG, Fisk WJ. Method for measuring the size distribution of airborne Rhinovirus. Berkeley (CA): Lawrence Berkeley National Laboratory, Environmental Energy Technologies Division; 2002 Jan. Report No.: LBNL49574. Contract No.: DEAC0376SF00098. Sponsored by the Department of Energy.

27 Tesis

Borkowski MM. Infant sleep and feeding: a telephone survey of Hispanic Americans [dissertation]. Mount Pleasant (MI): Central Michigan University; 2002.

28. Patente

Pagedas AC, inventor; Ance Surgical R&D Inc., assignee. Flexible endoscopic grasping and cutting device and positioning tool assembly. United States patent US 20020103498. 2002 Aug 1.

Otros tipos de publicaciones

29. Artículo de periódico

Tynan T. Medical improvements lower homicide rate: study sees drop in assault rate. The Washington Post. 2002 Aug 12;Sect. A:2 (col. 4).

30. Material audiovisual

Chason KW, Sallustio S. Hospital preparedness for bioterrorism [videocassette]. Secaucus (NJ): Network for Continuing Medical Education; 2002.

31. Documentos legales

Ley pública:

Veterans Hearing Loss Compensation Act of 2002, Pub. L. No. 107-9, 115 Stat. 11 (May 24, 2001).

Proyecto de ley sin sancionar:

Healthy Children Learn Act, S. 1012, 107th Cong., 1st Sess. (2001).

Código de normas federales:

Cardiopulmonary Bypass Intracardiac Suction Control, 21 C.F.R. Sect. 870.4430 (2002).

Jurisprudencia:

Arsenic in Drinking Water: An Update on the Science, Benefits and Cost: Hearing Before the Subcomm. on Environment, Technology and Standards of the House Comm. on Science, 107th Cong., 1st Sess. (Oct. 4, 2001).

32. Mapa

Pratt B, Flick P, Vynne C, cartographers. Biodiversity hotspots [map]. Washington: Conservation International; 2000.

33. Diccionarios y similares

Dorland's illustrated medical dictionary. 29th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2000. Filamin; p. 675.

Trabajos inéditos

34. En prensa

(Nota: La NLM prefiere referirse a estos trabajos como «en preparación» [forthcoming] porque no todos tienen garantizada su publicación).

Tian D, Araki H, Stahl E, Bergelson J, Kreitman M. Signature of balancing selection in Arabidopsis. Proc Natl Acad Sci U S A. In press 2002.

Material en soporte electrónico

35. CD-ROM

Anderson SC, Poulsen KB. Anderson's electronic atlas of hematology [CD-ROM]. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.

36. Artículo de revista en Internet

Aboud S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. Am J Nurs [serial on the Internet]. 2002 Jun [cited 2002 Aug 12];102(6):[about 3 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>

37. Monografía en Internet

Foley KM, Gelband H, editors. Improving palliative care for cancer [monograph on the Internet]. Washington: National Academy Press; 2001 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.nap.edu/books/0309074029/html/>.

38. Página principal en un sitio Web

Cancer-Pain.org [homepage on the Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc.; c2000-01 [updated 2002 May 16; cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>.

39. Página Web en un sitio Web

American Medical Association [homepage on the Internet]. Chicago: The Association; c1995-2002 [updated 2001 Aug 23; cited 2002 Aug 12]. AMA Office of Group Practice Liaison; [about 2 screens]. Available from: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/1736.html>

40. *Base de datos en Internet*

Base de datos abierta:

Who's Certified [database on the Internet]. Evanston (IL): The American Board of Medical Specialists. c2000 - [cited 2001 Mar 8]. Available from: <http://www.abms.org/newsearch.asp>

Base de datos cerrada:

Jablonski S. Online Multiple Congenital Anomaly/Mental Retardation (MCA/MR) Syndromes [database on the Internet]. Bethesda

(MD): National Library of Medicine (US). c1999 [updated 2001 Nov 20; cited 2002 Aug 12]. Available from: http://www.nlm.nih.gov/mesh/jablonski/syndrome_title.html

41. *Parte de una base de datos en Internet*

MeSH Browser [database on the Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); 2002 - [cited 2003 Jun 10]. Meta-analysis; unique ID: D015201; [about 3 p.]. Available from: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html> Files updated weekly. Updated June 15, 2005



La Sociedad Latinoamericana de Nutrición invita a participar en el

Categorías y Premios:

PROFESIONAL
EU \$6,000.00
Placa para el primer autor y diplomas para los coautores.

ESTUDIANTE
EU \$3,000.00
Placa para el primer autor y diplomas para los coautores.



4^{to.} Premio Latinoamericano Kellogg's[®] de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana

Fecha límite de entrega:
30 de junio del 2006

El premio se entregará durante el **XIV Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición** a celebrarse del 12 al 16 de noviembre del 2006 en Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Reconocidos especialistas en nutrición humana:

Dr. Helio Vanuchi
Dr. Adolfo Chávez
Dr. Ricardo Uauy
Dr. Fernando Viteri
Dr. Eduardo Atalah

Para consultar las bases del premio y recepción electrónica de los mismos hasta el 30 de marzo del 2006:

<http://www.slanbrasil.org>
<http://www.kelloggs-nutricion.com.mx>



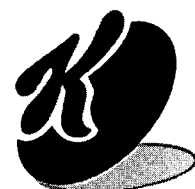
14^o CLN
Congreso Latinoamericano de Nutrición noviembre 2006



SLAN
Sociedad Latinoamericana de Nutrición



Nutrición que dá salud a tu vida



nutrition 2006  **Barcelona**

**28-30
Sept.
2006!**

**¡Resérvate los días!
Save the date!**

I World Congress of Public Health Nutrition

VII Congreso de la SENC

Barcelona, Spain
September 28-30, 2006



2nd newsletter!!

Organized by the Spanish Society of Community Nutrition
and the International Union of Nutritional Sciences

www.nutrition2006.com

Organizado por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria
y la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición

SENC and IUNS are pleased to invite you to participate in the I World Congress of Public Health Nutrition & the VII Congress of the Spanish Society of Community Nutrition, which will be held at the International Convention Centre of Barcelona from the 28th to the 30th of September.

The **scientific programme** is available on the web site, www.nutrition2006.com, where you can find all the information about the sessions, roundtables and symposiums that will take place during the Conference.

Previously, simultaneous Pre-Congress Workshops will be held in different cities of Catalonia:

Reus, 26-27 September.
Métodos epidemiológicos en la estimación del consumo alimentario (Spanish)

Sitges, 25-27 September.
Functional foods (English)

Figueres, 25-27 September.
Migración y minorías, superando barreras culturales (Spanish)

Barcelona, 27 September.
Satellite on Nutritional Anemia (English)

We anticipate that the Congress will be of interest to you and we encourage you to submit abstracts for oral communications or posters. The abstract submission form as well as the registration and accommodation forms and also all the information about scholarships are available on the web site.

Important dates

31 May, 2006 - **Deadline early registration**
31 May, 2006 - **Deadline for abstract submission**
15 July, 2006 - **Deadline for pre-congress workshop registration**
10 September, 2006 - **Deadline for congress-on line registration**
25-27 September, 2006 - **Pre-Congress workshops**
28-30 September, 2006 - **Congress**

La SENC y la IUNS tienen el placer de invitarle a participar en el I Congreso Mundial de Nutrición y Salud Pública y VII de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, que se celebrará en el Centro de Convenciones Internacional de Barcelona del 28 al 30 de Septiembre.

El **programa científico** del Congreso está disponible en la página web del evento, www.nutrition2006.com, donde encontrará más información acerca de las sesiones, mesas redondas y simposios que se desarrollarán.

Los días previos al Congreso tendrán lugar, en diferentes ciudades catalanas y de forma simultánea, los siguientes workshops pre-Congreso:

Reus, 26-27 Septiembre.
Métodos epidemiológicos en la estimación del consumo alimentario (Español)

Sitges, 25-27 Septiembre.
Functional foods (Inglés)

Figueres, 25-27 Septiembre.
Migración y minorías, superando barreras culturales (Español)

Barcelona, 27 Septiembre.
Satellite on Nutritional Anemia (Inglés)

Así pues, esperamos que los contenidos del Congreso sean de su interés y le animamos a participar activamente enviando sus comunicaciones. Los formularios de envío de las mismas, así como los de inscripción, alojamiento e información sobre becas, también se encuentran disponibles en la página web.

Fechas importantes

31 Mayo, 2006 - **Fecha límite inscripción económica**
31 Mayo, 2006 - **Fecha límite recepción de comunicaciones**
15 Julio, 2006 - **Fecha límite de inscripción a los workshops pre-Congreso**
10 Septiembre, 2006 - **Fecha límite de inscripción al Congreso a través de la página web**
25-27 Septiembre, 2006 - **Workshops pre-Congreso**
28-30 Septiembre, 2006 - **Congreso**

Further information can be obtained by contacting the Congress Secretariat (nutrition2006@reunionsciencia.es) or visiting our website at

www.nutrition2006.com

See you in Barcelona. Nutrition 2006!

Lluís Serra-Majem, MD, PhD
Congress President

Para más información puede contactar con la Secretaría Técnica (nutrition2006@reunionsciencia.es) o visitar nuestra página web

www.nutrition2006.com

Nos vemos en Barcelona. Nutrition 2006!

Micronutrient Forum

“Consequences and Control of Micronutrient Deficiencies: Science, Policy, and Programs-Defining the Issues”

16-18 April 2007. Istanbul, Turkey

The Micronutrient Forum will hold its first international meeting in Istanbul, Turkey on 16–18 April 2007. The theme of the meeting is “Consequences and Control of Micronutrient Deficiencies: Science, Policy, and Programs-Defining the Issues.”

The Micronutrient Forum is the successor to the International Vitamin A Consultative Group (IVACG) and the International Nutritional Anemia Consultative Group (INACG).

The Micronutrient Forum will serve as a stimulus for policy-relevant science and as the internationally recognized catalyst for moving the global community towards consensus around evidence-based policies and programs that reduce micronutrient deficiencies around the globe.

Meeting participants are welcome from a wide diversity of relevant disciplines such as maternal and child health, nutrition, biochemistry, agriculture, horticulture, education, communications, and development. Participants are expected to include representatives from international agencies, national ministries, educational and research institutions, food and chemical industries, and non-governmental organizations.

The Micronutrient Forum meeting is sponsored by the Micronutrient Forum and the Local Organizing Committee of the Ministry of Health of Turkey. The International Life Sciences Institute (ILSI) Research Foundation serves as the Secretariat for the Micronutrient Forum through A2Z-the USAID Micronutrient and Child Blindness Project. A2Z is managed by the Academy for Educational Development (AED) and funded through September 2010 by the United States Agency for International Development (USAID), Health, Infectious Disease and Nutrition (HIDN) Office of the Bureau of Global Health, Cooperative Agreement, Leadership with Associate Awards, GHS-A-00-05-00012-00.

To receive more information about the Micronutrient Forum, contact the Micronutrient Forum Secretariat at the ILSI Research Foundation, One Thomas Circle, NW, Ninth Floor, Washington, DC 20005-5802, USA, Tel: 202-659-9024, Fax: 202-659-3617, Email: mnforum@ilsi.org. Information about the Micronutrient Forum is temporarily housed on the A2Z Project website: <http://www.a2zproject.org>. *Stay tuned for the new Micronutrient Forum website coming soon!*

Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada con el fin de integrar los esfuerzos de profesionales calificados para promover y mejorar el conocimiento de los problemas nutricionales de los países de la región y de las alternativas de prevención y tratamiento que ofrece la nutrición como ciencia.

Cualquier persona que se encuentre profesionalmente activa o que haya contribuido de manera significativa al avance de la nutrición o disciplinas afines, puede asociarse a SLAN, para lo cual debe enviar una carta de solicitud avalada por dos Socios Activos y su Curriculum actualizado. Debe igualmente anexar la documentación que pruebe la publicación de por lo menos, dos trabajos, en revistas de nivel internacional en los últimos años.

La solicitud debe dirigirse a la Presidencia de la SLAN en Ribeirao Preto, Brasil o a los Capítulos de la SLAN en los respectivos países. El actual Consejo Directivo de la SLAN está integrado por Helio Vannucchi (Presidente), Eduardo Atalah Samur (Vicepresidente), Julio Sergio Marchini (Secretario General), Pedro Eder Portari Filho (Tesorero) y Adolfo Chávez Villasana (Presidente Saliente).

El órgano oficial de la divulgación de la SLAN es "Archivos Latinoamericanos de Nutrición", ALAN, continuación de "Archivos Venezolanos de Nutrición". Los manuscritos para considerar su publicación deben ser dirigidos al Editor General José Félix Chávez Pérez o al Editor Asociado Maritza L. de Jiménez.

Los socios deben cancelar una cuota anual de U.S. \$ 40, la cual incluye la suscripción a la revista.

La correspondencia destinada a la SLAN debe dirigirse a Helio Vannucchi, Facultad de Medicina de Ribeirao Preto, Universidad de Sao Paulo, Ave Bandeirantes 3.900, CEP 14049-900, Ribeirao Preto, SP, Brasil. La destinada a ALAN, se dirigirá a la dirección de la revista que figura en la primera contraportada o a su dirección electrónica: alanven04@hotmail.com

¿CAMBIO DE DOMICILIO?

¿CHANGING YOUR ADDRESS?

Por favor, escriba su dirección abajo y envíela al Departamento de Suscripciones de ALAN, adjuntando la etiqueta de un sobre de envío. Le rogamos avisarnos con 60 días de anticipación./
Please print your new address below and return to the Journal Subscription Dept. with our label. Please advise 60 days in advance.

Nombre/Name:

Calle/Street:

Ciudad/City:

Estado, País/State, Country:

Código Postal/Postal Code:

Por favor enviar ALAN a mi nueva dirección a partir de/ **Date new address effective:**

Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.

SOLICITUD DE INSCRIPCION

Nombre: _____		
Título Profesional: _____		
Estudios de Postgrado: _____		
Cargo: _____		
Institución donde trabaja: _____		
Dirección: _____		
Código Postal: _____	Ciudad/País: _____	
Teléfono: _____	Fax: _____	Correo electrónico: _____
Fecha de solicitud: / /		
Anote las referencias bibliográficas de dos de sus publicaciones más recientes		
1. _____ _____		
2. _____ _____		
Socios de SLAN que le postulan		
Nombre:	Firma:	
_____	_____	
_____	_____	

Adjunte su Curriculum Vitae actualizado.

LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN (2004-2006) está constituido por los siguientes miembros:

Presidente	Helio Vannucchi
Vicepresidente (Presidente Electo)	Eduardo Atalah S.
Secretario General	Julio Sergio Marchini
Tesorero	Pedro Eder Portari Filho
Presidente Saliente	Adolfo Chávez Villasana

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Editor General	José Félix Chávez Pérez
Editor Asociado	Maritza L. de Jiménez

COMITE EDITORIAL. PERIODO 2004-2006

María Nieves García Casal	Fanny C. de Padilla
Omar E. García Ochoa	Elba Sangronis
Elizabeth Dini Golding	Juscelino Tovar
Betty Méndez Pérez	

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL. PERIODO 2004-2006

Juan de Dios Alvarado - Ecuador	Franco M. Lajolo - Brasil
Hugo Amigo A. - Chile	Luis López Valladares - Chile
Héctor Araya - Chile	María L.P. Martín de Portela - Argentina
María Laura Arias E. - Costa Rica	Lilia Masson Salaué - Chile
Guillermo Arroyave - E.E.U.U.	Josefina Morales de León - México
José María Bengoa - Venezuela	Valdir Augusto Neves - Brasil
Adriana Blanco M. - Costa Rica	Rosa María Ortega A. - España
Odilia Bermudez - E.E.U.U.	Saturnino de Pablo - Chile
Héctor Bourges R. - México	Ingrid R. de Paoli - Venezuela
Erick Boy - E.E.U.U.	Nelly Pak - Chile
Josefina Bressan R. - Brasil	Emma W. de Penna - Chile
Ricardo Bressani - Guatemala	María Ester Rfo - Argentina
Jesús Bulux - Guatemala	Delia Rodríguez-Amaya - Brasil
Ana M. Calderón de la Barca - México	Manuel Ruz - Chile
Esther Casanueva - México	María Elena Sambucetti - Argentina
Germán Camejo - Venezuela	Teresa Shamah Levi - México
Eduardo S. Castro Montero - Chile	Nilson E. de Sousa - Brasil
Louella Cunningham - Costa Rica	Nora Slobodianik - Argentina
Juan Ignacio Egaña - Chile	Liseti Solano R. - Venezuela
Patricia R. de Ferrer - Argentina	Noel W. Solomons - E.E.U.U.
Carlos A. Grandi - Argentina	Coromoto M. Tomei - Venezuela
Marisa Guerra M. - Venezuela	Armando Tovar - Chile
Werner G. Jaffé - Venezuela	Luiz C. Trugo - Brasil
Gladys Henríquez P. - Venezuela	Macarena Urestarazu Devincenzi - Brasil
Pilar Hernández S. - Venezuela	Mirtha E. Valencia - Argentina
Eva Hertrampf - Chile	Mauro Valencia J. - México
Patricio Hevia Opazo - Venezuela	Mario Villarroel T. - Chile
Ileana Holst Schumacher - Costa Rica	Enrique Yáñez S. - Chile
Marta Kaufer-Horwitz - México	Liliana Zago - Argentina

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 56. N° 3, Septiembre 2006

Contenido

	Páginas
ARTICULOS GENERALES	
Evolución de los precios de los alimentos y nutrimentos en México entre 1973 Y 2004 <i>Luis Ortiz-Hernández</i>	201
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Relación entre medidas antropométricas y valores de la presión arterial en estudiantes brasileños <i>Thelma Leite de Araujo, Marcos Venícios de Oliveira Lopes, Tahissa Frota Cavalcante, Nirla Gomes Guedes, Rafaella Pessoa Moreira, Emília Soares Chaves, Viviane Martins da Silva</i>	216
Validez del índice energía/proteína en la identificación de la malnutrición por exceso en preescolares venezolanos de bajo estrato socioeconómico <i>Armando Sánchez Jaeger, Sara Irene Del Real Vargas, Liseti Solano Rodríguez, Nayka Díaz y María Adela Barón</i>	224
Prevalência e fatores associados à anemia e deficiência de ferro em crianças de 18 a 24 meses <i>Michele Pereira Netto, Sílvia Eloiza Priore, Helena Maria Pinheiro Sant'Ana, Maria do Carmo Gouveia Peluzio, Céphora Maria Sabarense, Danielle Góes da Silva, Sylvia do Carmo Castro Franceschini</i>	229
Bioquímica Nutricional	
Ingesta de calcio y proteínas: relación con marcadores bioquímicos óseos en mujeres pre y posmenopáusicas de Comodoro Rivadavia (Argentina) <i>Graciela Mabel Ponce, María Angélica Fajardo, Susana Noemí Zeni y María Luz de Portela</i>	237
Nutrición y Obesidad	
Blood pressure and obesity of children and adolescents - association with body mass index and waist circumference <i>Ana Carolina Pio da Silva and Alberto A. Rosa</i>	244
Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el noroeste de México por tres referencias de índice de masa corporal: diferencias en la clasificación <i>Erik Ramírez, María Isabel Grijalva-Haro, José Antonio Ponce y Mauro E. Valencia</i>	251
Microbiología de Alimentos	
Evaluación de la técnica de inmunoseparación magnética para recuperación de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en cremas de leche <i>Tomás Rojas, Yvette Vásquez, Doris Reyes, Carlos Martínez, Luis Medina</i>	257
Ciencia de Alimentos	
Efecto sinérgico y cuantificación de los 5'-ribonucleótidos en una sopa de pollo <i>Carla Gutiérrez y Elba Sangronis</i>	265
Barra de cereales de elevado teor protéico e vitamínico: estabilidade enzimática e das vitaminas C e E durante armazenamento <i>Daniela Freitas G. C. y Roberto Moretti H.</i>	269
Migração de minerais de pãnelas brasileiras de aço inoxidável, ferro fundido e pedra-sabão (esteatito) para preparações culinárias <i>Késia Diego Quintaes, Jaime Amaya Farfan, Fernanda Mariana Tomazini, Marcelo Antônio Morgano</i>	275
Identificación de proteínas extrínsecas en jamones cocidos por SDS-PAGE: Nivel de detección en sistemas modelo <i>Laura Beatriz López, Carola Beatriz Greco, Patricia Ronayne de Ferrer y Mirta Eva Valencia</i>	282
Tecnología de Alimentos	
Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz <i>Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Ahmed A. El-Dash</i>	288
LatinFoods: Composición de Alimentos	
Composição de alimentos: um pouco de história <i>Eliana Bistriche Giuntini, Franco M. Lajolo y Elizabete Wenzel de Menezes</i>	295
CARTAS AL EDITOR	304
INFORMACION PARA LOS AUTORES	306