

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la  
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

**VOL 57**

**DICIEMBRE 2007**

**Nº 4**

---

## Contenido

Páginas

<b>EDITORIAL</b> .....	311
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
<b>Ortorexia o la obsesión por la dieta saludable</b> <i>Javier Aranceta Bartrina</i> .....	313
<b>Programas destinados a disminuir la desnutrición crónica. Una revisión en América Latina</b> <i>Marcos Galván y Hugo Amigo</i> .....	316
<b>Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos</b> <i>Fabiane Rezende, Lina Rosado, Sylvia Franceschini, Gilberto Rosado, Rita Ribeiro y João Carlos Bouzas Marins</i> .....	327
<b>Padronização e confiabilidade das medidas antropométricas para pesquisa populacional</b> <i>Deivis Elton Schlickmann Frainer, Fernando Adami, Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos, Maria Alice Altenburg de Assis, Maria Cristina Marino Calvo y Raquel Kerpel</i> .....	335
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Nutrición y Obesidad</b>	
<b>Comparación entre la ingesta alimentaria de preescolares obesos y eutróficos asistentes a jardines infantiles de Junji de la zona Oriente de Santiago</b> <i>Fabián Vásquez, Gabriela Salazar, María del Pilar Rodríguez y Margarita Andrade</i> .....	343

<b>Epidemiologia da obesidade abdominal em mulheres adultas residentes no sul do Brasil</b> <i>Maria Teresa Anselmo Olinto, Juvenal Soares Dias da Costa, Gilberto Kac, Marcos Pascoal Pattussi</i> .....	349
<b>Nutrición y Tercera Edad</b>	
<b>Válidez de una ecuación basada en antropometría para estimar la grasa corporal en adultos mayores</b> <i>Raquel Huerta Huerta, Julián Esparza-Romero, Rene Urquidez, Bertha I Pacheco, Mauro E. Valencia</i> y <i>Heliodoro Alemán-Mateo</i> .....	357
<b>Aspectos alimentares, nutricionais e de saúde de idosas atendidas no Núcleo de Atenção ao Idoso – NAI, Recife/ 2005</b> <i>Tânia Campos Fell Amado, Ilma Kruze Grande de Arruda y Rogério Anderson Rodrigues Ferreira</i> .....	366
<b>Microbiología de Alimentos</b>	
<b>Bactérias do grupo <i>Lactobacillus casei</i>: caracterização, viabilidade como probióticos em alimentos e sua importância para a saúde humana</b> <i>Flávia Carolina Alonso Buriti y Susana Marta Isay Saad</i> .....	373
<b>Nutrición y Caries</b>	
<b>Hábitos alimentarios y experiencia de caries en adultos jóvenes en Rosario, Argentina</b> <i>Kohli A, Poletto L. y Pezzotto SM</i> .....	381
<b>Ciencia de Alimentos</b>	
<b>La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales</b> <i>Lorena Madrigal y Elba Sangronis</i> .....	387
<b>Residuos de plaguicidas organoclorados en 4 tipos de aceites vegetales</b> <i>María Piñero González, Pedro Izquierdo Córser, María Allara Cagnasso y Aiza García Urdaneta</i> .....	397
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES</b> .....	402
<b>INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 57, 2007</b> .....	407
<b>INDICE DE AUTORES</b> .....	411
<b>INDICE DE MATERIAS</b> .....	416

## EDITORIAL

### El “Registro Internacional de Plataformas de Ensayos Clínicos –ICTRP-”

Se trata de una vieja aspiración en el mundo de la actividad de investigación clínica y que ya está en efecto pero cuya promoción e implementación ha sido muy pobre en muchos de nuestros países particularmente por no existir una autoridad central que logre su activación. El “Registro Internacional de Protocolos de Ensayos Clínicos” (ICTRP por sus iniciales en inglés) fue concebido originalmente en el seno del “Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas” en 2005 como una exigencia para sus revistas miembro. Otras revistas adoptaron el esquema y finalmente lo hace la “Organización Mundial de la Salud” (OMS). De acuerdo con los “Requisitos Uniformes del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas”, ICMJE, [www.icmje.org](http://www.icmje.org) en su versión más reciente (Octubre 2007), se pretende estimular y mantener una base de datos accesible al público en la cual estén registrados los ensayos clínicos y que permita fortalecer la ciencia basada en evidencias. Para estos efectos se hizo una revisión del concepto de ensayo clínico y el ICMJE considera como ensayo clínico cualquier proyecto de investigación al cual se le asigna en forma prospectiva un grupo de seres humanos a una o más intervenciones relacionadas con la salud para evaluar los efectos en su evolución. Las revistas miembro del grupo se acogerán a esta definición a partir del 1º Julio de 2008.

Señala la OMS [www.who.int/ict rp/registration/en](http://www.who.int/ict rp/registration/en) que “los ensayos clínicos constituyen una de las fuentes más importantes de evidencia científica relacionada con la eficacia y la seguridad de los procesos de intervención en la salud”. El acceso a esta información es esencial para la toma de decisiones. Se aspira asegurar la transparencia en este proceso y mediante él lograr que todos los ensayos clínicos estén registrados y que sus resultados sean fácilmente accesibles. Al efecto, la OMS ha ido configurando una red de registros tanto “primarios” como “colaboradores” de acuerdo con criterios previamente establecidos según los cuales los registros primarios son seleccionados por la OMS y se caracterizan por ser administrados por entidades sin propósitos mercantiles que recogen información proveniente de cualquier ensayo y aportan la información directamente a la OMS. En cambio, los “registros colaboradores”, abarcan áreas específicas tales como: enfermedades, empresas, instituciones o regiones geográficas.

La información relacionada con el protocolo de ensayo deberá registrarse previo al reclutamiento de los pacientes y en un sitio reconocido. Realizado este paso se obtendrá un “Número de Ensayo de Referencia Universal” que formará parte de la identificación del ensayo. El ICMJE no fija posición en torno al uso de un registro en particular y deja abierta la posibilidad en manos de los investigadores pero si exige que tenga ciertas características mínimas, en total 20, de las cuales señalamos:

- Acceso abierto y gratuito a todo público
- Sin intereses mercantiles
- Permitir indagar la validez de la información
- Manejo electrónico

El ICMJE recomienda a los autores y editores que el número asignado sea colocado al final del texto del párrafo del resumen.

En el “Protocol Registration System” de los “National Institutes of Health” <http://www.clinicaltrials.gov> aparecen los protocolos clasificados como: completados, activos en fase de reclutamiento y activos “no reclutando”. La mayoría están directamente relacionados con la industria farmacéutica.

En mayo de 2007 el Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud BIREME –BIREME– emitió una circular titulada “Recomendación a los editores de Revistas Indizadas en el LILACS y SciELO sobre Registro de Ensayos Clínicos” [http://espacio.bvsalud.org/files/3/2/051111072007/recomend\\_edit\\_rev\\_2007%20esp.pdf](http://espacio.bvsalud.org/files/3/2/051111072007/recomend_edit_rev_2007%20esp.pdf). De acuerdo con la misma, se exige que a partir de agosto de 2007 las revistas que publican resultados de ensayos clínicos incorporen al texto de las “Instrucciones para los Autores” la recomendación del registro previo y deberán incluir el correspondiente número de identificación como condición para la aceptación de los manuscritos. Incluso, BIREME preparó un texto modelo que se sugiere sea incluido en las “Instrucciones a los Autores. De acuerdo con esta regulación muchos títulos de publicaciones periódicas de la región corren el riesgo de quedar excluidos, al menos transitoriamente, de los beneficios de LILACS y SciELO hasta tanto no se adapten a estas regulaciones. En Latinoamérica se constituyó el “Latin American Clinical Trial Register (LatinRec) [www.latinrec.org](http://www.latinrec.org) que fue creado en 2004 pero aún no está suficientemente implementado.

Acciones concretas:

Organismos administrativos:

- Instaurar una eficaz campaña de promoción del ICTRP y sus regulaciones. -Entendemos que la iniciativa deberá arrancar de la Organización Panamericana de la Salud y extenderse hacia las autoridades nacionales
- Los Comités de Ética de las instituciones deberán promover la implementación del sistema

Editores:

- Incorporar a sus Normas o Instrucciones para los Autores el aparte que recomienda BIREME

Autores, investigadores:

- Registrar el protocolo del ensayo clínico en consideración en uno de los diversos registros primarios. Por ser uno de los más integrales y universales sugerimos utilizar el "ClinicalTrials.gov". En este sentido debe aclararse que es posible registrarse con una cuenta individual o también en una cuenta colectiva
- Al elaborar el manuscrito con los resultados de su investigación incorporar el número de registro al final del párrafo del resumen

Herbert Stegemann Ex-Presidente. Asociación de Editores de Revistas Biomédicas Venezolanas  
[hstegema@cantv.net](mailto:hstegema@cantv.net)

## Ortorexia o la obsesión por la dieta saludable

Javier Aranceta Bartrina

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. España

**RESUMEN.** La ortorexia es un cuadro obsesivo-compulsivo caracterizado por una extremada apetencia y selección de alimentos considerados saludables. Este ritual conduce con frecuencia a una dieta restrictiva y un aislamiento social compensatorio. Las personas adscritas a esta tendencia evitan obsesivamente los alimentos que contienen o podrían tener colorantes, conservantes, pesticidas, ingredientes genéticamente modificados, grasas poco saludables o contenidos excesivos en sal, azúcares y otros componentes. La forma de preparación de los alimentos y los materiales utilizados para ello también son parte del ritual obsesivo. Las personas con tendencia ortoréxica a menudo tienen antecedentes o rasgos comunes con los pacientes que padecen anorexia. Son personas meticulosas, ordenadas, con una exagerada necesidad de autocuidado y protección. Las mujeres, el periodo de adolescencia y quienes se dedican a deportes como el culturismo, el atletismo y otros, son los grupos más vulnerables. Se ha propuesto un test corto como herramienta de cribado y diagnóstico precoz de este trastorno. El tratamiento de la ortorexia requiere la intervención de un equipo de ayuda en el que participen médicos, psicoterapeutas y dietistas. En algunos casos puede ser necesario el uso de antiserotoninérgicos como parte del tratamiento.

**Palabras clave:** Ortorexia, trastornos de la conducta alimentaria, restricción alimentaria, trastorno obsesivo.

Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) son desviaciones cualitativas y/o cuantitativas de la conducta alimentaria considerada normal que ocasionan situaciones carenciales, alteraciones orgánicas, cambios en la composición corporal y desajustes importantes de la relación del individuo con el alimento y su entorno.

Aunque los TCA más frecuentes en la actualidad son la anorexia, la bulimia y el trastorno por atracón, el DSM IV habilita un apartado “*cajón de sastre*” donde se ubicarían transitoriamente otros cuadros de desajuste en la relación entre el individuo y su alimentación.

En este apartado nos podríamos permitir situar un nuevo cuadro de distorsión de la ingesta alimentaria habitual descrito por Steven Bratman en 1997 al que denominó como “ortorexia nerviosa” (1).

La ortorexia, del griego “*orthos*” correcto y “*orexis*” apetito, es un cuadro obsesivo-compulsivo que describe una extremada apetencia y selección de alimentos considerados saludables por el individuo, llegando a configurar con este ritual una dieta restrictiva y un aislamiento social compensatorio.

**SUMMARY. Orthorexia or when a healthy diet becomes an obsession.** Orthorexia is an obsessive-compulsive process characterized by extreme care for and selection of what is considered to be pure ‘*healthy*’ food. This ritual leads to a very restrictive diet and social isolation as a compensation. Orthorexics obsessively avoid foods which may contain artificial colours, flavours, preservative agents, pesticide residues or genetically modified ingredients, unhealthy fats, foods containing too much salt or too much sugar and other components. The way of preparation, kitchenware and other tools used are also part of the obsessive ritual. People with orthorexia often have a history or features in common with anorexic patients. They are very careful, detailed and tidy persons with an exaggerated need for self-care and protection. Women, adolescents and those who practice sports such as bodybuilding or athletics are the groups at higher risk. A short test has been suggested as a screening tool and useful for early diagnosis of the disorder. Treatment of orthorexia requires a multidisciplinary team involving physicians, psychotherapists and dietitians. In some cases, antiserotonergic drugs may be required as part of the treatment.

**Key words:** Orthorexia, eating disorders, food restriction, obsessive disorder.

Las personas adscritas a esta tendencia tienen una gran sensibilidad por evitar los alimentos que contienen o podrían tener colorantes, conservantes, pesticidas, ingredientes genéticamente modificados, grasas poco saludables o contenidos excesivos en sal, azúcares y otros componentes. La forma de preparación (verduras cortadas de determinada manera) y los materiales utilizados (sólo cerámica o sólo madera, etc.) también son parte del ritual obsesivo. Por el contrario, sienten una sensación confortable al configurar y hacer realidad un menú, una ración o un plato elaborado exclusivamente con productos orgánicos, ecológicos, *bio* o con determinados certificados de salubridad (1).

Con frecuencia estas personas están relacionadas con los círculos *vegan*, macrobióticos o han sido seducidos por la filosofía de la dieta de los grupos sanguíneos, la dieta de la zona, la dieta de las alergias o la hiperactividad y déficit de atención de Phil.

En algunos aspectos las personas con tendencia ortoréxica u ortorexia tienen antecedentes o rasgos comunes con los pacientes que padecen anorexia. Nos encontramos ante

personas meticulosas, ordenadas, con una exagerada necesidad de autocuidado y protección (2,3).

La configuración de la dieta diaria ocupa buena parte de su tiempo que podría establecerse o contemplarse en cuatro subapartados. Un primer apartado que se dedica a pensar con preocupación y detenidamente qué va a comer ese día o los siguientes; una segunda fase relacionada con la compra meticulosa e hipercrítica de cada uno de los ingredientes; una tercera fase relacionada con la preparación culinaria de estos ingredientes en la que también tendrán que estar presentes técnicas y procedimientos que no se relacionen con peligros para la salud; la cuarta fase es una fase de satisfacción, confort o culpabilidad en función del cumplimiento adecuado de los tres apartados precedentes.

Si alguno de los días no es posible o no ha sido posible cumplir estos ritos, se instaura un sentimiento de culpabilidad y preocupación por la trasgresión o por el no cumplimiento del perfil interiorizado. Esta situación intensa ocasiona el aislamiento social de estas personas que no acuden a eventos colectivos o a comidas convencionales ante la certeza de que no van a poder incorporar los alimentos y bebidas “saludables” que para ellos son de insoslayable necesidad.

Las personas con ortorexia, son personas muy estrictas, de percepción vulnerable, controladas y exigentes consigo mismas y con los demás. Las mujeres, el periodo de adolescencia y quienes se dedican a deportes como el culturismo, el atletismo y otros, son los grupos más vulnerables (1,3).

Prestar atención a lo que se come y mostrar interés por una alimentación saludable es en general una medida que ayuda a mantener y a potenciar la salud y el bienestar. Cuando la obsesión por “*comer sano*” se lleva al extremo, cuando la “*comida sana*” se convierte en una obsesión, llega un punto en que todo gira en torno a la comida y todo conduce a restricciones severas con las complicaciones que conlleva incluido el aislamiento social grave. Controlar lo que se come, imponerse prohibiciones y programar detalladamente las comidas se convierte en una prioridad para poder sentirse seguros, tranquilos y dueños de cada situación. En general, existe un deseo de verse perfectos, lo que coincide con otros trastornos de la conducta alimentaria tales como la anorexia y bulimia nerviosas.

### Prevalencia

En España actualmente se desconocen datos sobre la prevalencia de este trastorno ya que es un fenómeno muy novedoso, aunque algunos centros de atención especializada refieren entre un 0,5 y un 1 por ciento de pacientes ortoréxicos. Otros especialistas prefieren considerar la obsesión por lo sano como un subgénero que representa entre el 10 y el 15% de las anorexias (2,4). Algunos expertos apuntan que estas cifras sufrirán un aumento espectacular en poco tiempo especialmente en personas en las que su imagen es importante

para su desarrollo profesional o en aquellas impactadas por una enfermedad cercana asociada a un modo de vida alimentario poco adecuado.

Un estudio realizado en Italia sobre 404 individuos estimaba una prevalencia del 6,9%. Este estudio encontró una mayor frecuencia en hombres con nivel educativo bajo (5). Es más, un estudio publicado recientemente y realizado entre 318 médicos residentes en un hospital de Ankara, en Turquía, estimó que el 45,5% de los participantes obtenían una puntuación compatible con la ortorexia en el test de cribado ORTO-15 (6).

Puede que se trate de un trastorno alimentario más común y menos evidente que la anorexia y la bulimia, pero de lo que no cabe duda es de que se ha convertido en un área de interés cada vez más creciente.

### Criterios diagnósticos

Aunque todavía no están suficientemente contrastados, se han propuesto algunos criterios diagnósticos para la ortorexia (7) que se basan en la respuesta afirmativa a cada una de estas cuestiones: (Tabla 1)

- a) Dedicar más de 3 horas al día a pensar en su dieta sana.
- b) Preocuparse más por la calidad de los alimentos que del placer de consumirlos.
- c) Disminución de su calidad de vida conforme aumenta la “calidad” de su alimentación.
- d) Sentimientos de culpabilidad cuando no cumple con sus convicciones dietéticas.
- e) Planificación excesiva de lo que comerá al día siguiente.
- f) Aislamiento social provocado por su tipo de alimentación.

Algunos grupos de trabajo están utilizando para el despistaje de la ortorexia el cuestionario Orto-15 validado por Donini et al (7). Disponen de dos modalidades; un cuestionario bien estructurado de 15 preguntas sobre cuestiones relacionadas con los hábitos alimentarios; y una versión reducida con 11 preguntas también disponible en turco.

En estudios comunitarios se plantea la importancia de conocer el impacto de los llamados “alimentos saludables” en la dieta tradicional de los consumidores; a qué alimentos desplazan o complementan; cómo se realiza la cobertura de las necesidades nutricionales o cuales son las carencias que ocasiona este perfil de dieta de diseño supuestamente saludable. La recogida de estos datos es de interés prioritario para valorar el perfil nutricional de personas adictas a productos sanos, como el caso de la ortorexia; aquellas que unen la actividad física obsesiva con el consumo de alimentos, suplementos o fármacos de acción anabolizante (vigorexia) o las personas que incorporan gran cantidad de nuevos alimentos en el modelo alimentario de niños o ancianos con resultados todavía no bien conocidos.

TABLA 1

Test diagnóstico para la ortorexia (Modificado de Bratman)<sup>8</sup>

- 
- ¿Pasa más de tres horas al día pensando en su dieta?  
 ¿Planea sus comidas con varios días de antelación?  
 ¿Considera que el valor nutritivo de una comida es más importante que el placer que le aporta?  
 ¿Ha disminuido la calidad de su vida a medida que aumentaba la calidad de su dieta?  
 ¿Se ha vuelto Vd. más estricto consigo mismo en los últimos tiempos?  
 ¿Ha mejorado su autoestima alimentándose de forma sana?  
 ¿Ha renunciado a comer alimentos que le gustaban para comer alimentos “buenos”?  
 ¿Supone un problema su dieta a la hora de comer fuera distanciándose de su familia y sus amigos?  
 ¿Se siente culpable cuando se salta su régimen?  
 ¿Se siente en paz consigo mismo y cree que todo está bajo control cuando come de forma sana y previsible?
- 

Si responde afirmativamente a 4 ó 5 preguntas significa que es necesario que se relaje más en lo que respecta a su alimentación (a no ser que esté a dieta por prescripción facultativa).

Si responde afirmativamente a todas las preguntas, significa que tiene una obsesión importante por la alimentación sana y debe matizar esta conducta con ayuda de un profesional cualificado.-

### Orientación terapéutica

El tratamiento de la ortorexia requiere la intervención de un equipo de ayuda en el que participen médicos, psicoterapeutas y dietistas. Es necesaria una exploración médica inicial que favorezca el consenso sobre una dieta más equilibrada y confortable. En los casos preocupantes puede ser necesario el uso de antiserotoninérgicos. Es posible que en varios de estos pacientes resulte un reto especialmente difícil conseguir que sigan un tratamiento farmacológico, personas obsesionadas con la pureza y una dieta natural. Sin embargo, a diferencia de los pacientes afectados por otros TCA, las personas con ortorexia suelen responder mejor al tratamiento, precisamente por esa preocupación por su salud y autocuidado (3).

Trabajar con el entorno inmediato de los pacientes y fomentar la educación nutricional temprana son complementos imprescindibles para alcanzar la solución definitiva al problema.

### REFERENCIAS

1. Bratman S, Knight D. *Health Food Junkies: Orthorexia Nervosa: Overcoming the Obsession with Healthful Eating*. New York: Broadway publisher, 2001
2. Catalina Zamora ML, Bote Bonaechea B, García Sánchez F, Ríos Rial B. *Ortorexia nerviosa. ¿Un nuevo trastorno de la conducta alimentaria?* *Actas Esp Psiquiatr*. 2005;33(1):66-8
3. Mathieu J. *What is orthorexia?* *J Am Diet Assoc* 2005; 105:1510-12
4. Boletín consumer 14 de enero de 2003. *Ortorexia: “Adictos a la comida saludable”*. Disponible en URL [[http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/salud\\_y\\_alimentacion/adulto\\_y\\_vejez/2003/01/14/55947.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/salud_y_alimentacion/adulto_y_vejez/2003/01/14/55947.php)] Acceso 28 de septiembre de 2007
5. Donini LM, Marsili D, Graziani MP, Imbriale M, Cannella C. *Orthorexia nervosa: a preliminary study with a proposal for diagnosis and an attempt to measure the dimension of the phenomenon*. *Eat Weight Disord*. 2004;9(2):151-7
6. Bagci Bosi AT, Camur D, Güler C. *Prevalence of orthorexia nervosa in resident medical doctors in the faculty of medicine (Ankara, Turkey)*. *Appetite*. 2007 13; [Epub ahead of print]
7. Donini LM, Marsili D, Graziani MP, Imbriale M, Cannella C. *Orthorexia nervosa: validation of a diagnosis questionnaire*. *Eat Weight Disord*. 2005;10(2):e28-32
8. Bratman S. *Test diagnóstico de ortorexia*. Disponible en URL: [[www.orthorexia.com](http://www.orthorexia.com)]. Acceso 28 de septiembre de 2007.

Recibido: 15-10-2007

Aceptado:16-11-2007

## Programas destinados a disminuir la desnutrición crónica. Una revisión en América Latina

*Marcos Galván y Hugo Amigo*

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago de Chile

**RESUMEN.** En América Latina la desnutrición crónica afecta al 16% de los menores de cinco años, y es el resultado de la acumulación de una dieta inadecuada y la recurrencia de enfermedades. El objetivo del trabajo fue analizar el impacto de los programas destinados a mejorar el crecimiento de los menores de 5 años en América Latina, considerando aquellos que han tenido como finalidad aumentar la oferta alimentaria a nivel familiar y entre estos los que han sido evaluados y publicados. Para esto se realizó una revisión bibliográfica en PUBMED, LILACS, SCIELO y de informes de organismos internacionales entre 1995 a 2005. Se identificaron tres tipos de programas: Transferencia Económica Condicionada (PTEC), Alimentación Complementaria (PAC) y Seguridad Alimentaria (PSA). Se reportaron algunas dificultades en su gestión, entre los que destacan que beneficiarios no permanecen el tiempo establecido y los suplementos nutricionales no son aceptados o se diluyen a nivel familiar. Los niños beneficiarios del PTEC alcanzaron ganancias hasta de un centímetro (menores de 36 meses); los del PAC registraron impacto sólo en los más pobres; en tanto los PSA no reportaron efectos demostrables. Este impacto reducido es explicable porque para desarrollar todo el potencial de crecimiento del niño, hay que asegurar intervenciones coordinadas ligadas al combate a la pobreza y de esta forma actuar sobre sus mecanismos de acción. Por eso no es de extrañar que los programas que presentan mejores resultados sean los que están insertos en una lucha coordinada para disminuir la pobreza, los que presentan una mayor continuidad y cuya acción se ha focalizado prioritariamente en los más vulnerables.

**Palabras clave:** Programas de nutrición, desnutrición crónica, retardo del crecimiento, América Latina.

**SUMMARY. Programs destined to decrease the chronic malnutrition. A review in Latin American.** Stunting affects 16 % of children under 5 years old, in Latin America. This is a cumulative effect of poor diets and repeated episodes of infectious diseases. Our aim was to analyze the impact of nutrition programs oriented to increase food availability at the family level on the growth of under fives in Latin America. We included all evaluated and published interventions on food availability. An electronic and manual search of papers published between 1995 - 2005 in PUBMED, LILACS, SCIELO and international organizations, was performed. Three type of programs were identified: Conditioned Economical Transference Programs (CETP) (n= ), Complementary Feeding Programs (CFP) (n= ), and Food Security Programs (FSP) (n=). Operational deficiencies were reported, some of them being participants attrition, non acceptance of the food supplement or its dilution among other members of the family. Beneficiaries of CETP (< 36 months) gained up to 1 cm while the CFP registered impact but only in the low socioeconomic children. Conversely, the (FSP) did not show the expected effects on growth. This reduced impact is understandable because in order to permit the development of the children's growth potential interventions should be directed to strike on poverty as the main mechanism of the children's hampered growth. Hence, the best results are obtained by coordinated programs that combat poverty optimizing the intervention's continuity and management and give priority to the most vulnerable groups.

**Key words:** Nutrition programs, chronic malnutrition, stunting, children growth, Latin America.

### INTRODUCCION

En América Latina el retardo en el crecimiento (RC) afecta a 16% de los menores de cinco años; entre los países con mayores prevalencias se encuentra Guatemala con casi el 50%; Honduras, Nicaragua, Haití, Ecuador, Bolivia y Perú con más del 20%; México con más del 15%; y Panamá y Colombia con más del 10% (1,2). En general estas altas prevalencias de desnutrición están asociadas a los niveles de pobreza, y por ende las capas sociales desprotegidas son las más afectadas (3).

En estudios de naciones en desarrollo se han detectado dos periodos de mayor vulnerabilidad para el RC, la etapa de desarrollo intrauterino y los primeros 36 meses de edad (4).

Durante la gestación, esta asociado con desnutrición crónica de la madre y una alimentación deficiente, y en los primeros meses de edad se debe a un menor tiempo de lactancia, introducción temprana de alimentos para el destete, así como dietas inadecuadas en cantidad y calidad (5). El RC no sólo limita el desarrollo de capacidades y habilidades en la infancia, sino además es un factor de riesgo para obesidad, síndrome metabólico y cardiopatías en la edad adulta (6,7). Lo que tiene fuertes efectos en la economía de los países y en su capital humano (8). Se reconoce como prioridad la erradicación de la desnutrición para mejorar el desarrollo socioeconómico; sin embargo las tendencias apuntan a la dificultad de alcanzar esta premisa en el corto plazo, de no iniciarse acciones que intensifiquen los resultados (9-12).

En América Latina han existido desde el siglo pasado una gran variedad de programas que han tenido la intención de mejorar el estado nutricional de la población (13, 14). Para proporcionar información que contribuya a la mejoría de ellas, en el presente trabajo se analizan los programas destinados a disminuir la desnutrición crónica en los niños menores de cinco años de América Latina, considerando aquellos que han tenido como objetivo aumentar la oferta alimentaria a nivel familiar y entre estos los que han sido evaluados y publicados.

## MATERIAL Y METODOS

Con la finalidad de conocer las estrategias de prevención y control del retardo en el crecimiento, se abordaron las áreas temáticas de programas de nutrición infantil, alimentación complementaria y seguridad alimentaria. La búsqueda de información se realizó en PubMed (National Library of Medicine, Estados Unidos), LILACS (Literatura latinoamericana y el caribe en Ciencias de la Salud) y SCIELO (Scientific Electronic Library Online). Para ello se utilizaron los descriptores: programas de nutrición, políticas alimentarias, retardo del crecimiento, desnutrición crónica, nutrición materno-infantil, alimentación complementaria y seguridad alimentaria; así como sus respectivas traducciones a inglés y portugués.

Adicionalmente se analizaron informes técnicos en las siguientes agencias: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS), Programa Mundial de Alimentos (PMA), Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), Monitoring and Evaluation to Assess and Use Results (MEASURE), International Food Policy Research Institute (IFPRI), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Mundial (BM), Organización Panamericana de la Salud (OPS), y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Los criterios de selección fueron: a) artículos e informes técnicos publicados del 01 de enero de 1995 al 31 de diciembre del 2005, b) reportes de evaluación de programas con resultados de impacto en la estatura de niños preescolares, c) reportes de programas aplicados a nivel nacional, y d) especificación de la metodología utilizada. Se excluyeron artículos o reportes de diseños experimentales o estudios locales que no tuvieran una proyección nacional.

Con los descriptores utilizados se capturaron 20 informes y 5 artículos, correspondiendo para su análisis a tres tipos de programas: A) Transferencia Económica Condicionada, B) Alimentación Complementaria, y C) Seguridad Alimentaria. En el Cuadro 1 se presentan los objetivos, componentes y población beneficiaria de cada uno de estos programas.

## RESULTADOS

### Programas de Transferencia Económica Condicionada (PTEC)

Estos programas consisten en la entrega de dinero en efectivo para familias pobres que se comprometen a cumplir diferentes acciones, como el envío regular de sus hijos a la escuela, asistir a los controles de salud y mejorar su alimentación (15). Estas intervenciones están insertadas en el concepto de la protección social que establece acciones de inversión en capital humano para superar la pobreza en el largo plazo, fomentando el acceso a servicios básicos de personas que viven en pobreza o grupos con necesidades especiales (16).

Los PTEC son nuevos en América Latina, las primeras experiencias estuvieron destinadas a mejorar la nutrición infantil y se han desarrollado en México con el Programa de Educación, Salud y Alimentación, en Nicaragua con el programa Red de Protección Social, en Colombia con Familias en Acción y en Honduras con el Programa de Asignación Familiar. Los PTEC han incorporado evaluaciones de eficacia con diseños experimentales o cuasi-experimentales. En el Cuadro 2 se presentan las características de estos programas, el diseño de las evaluaciones y su impacto en el crecimiento.

El programa mexicano denominado "Oportunidades" antes "Progresá", además de la transferencia en dinero entrega una pastilla (suplemento fortificado), brinda educación nutricional y atención a la salud, y su objetivo explícito es mejorar el estado nutricional de los niños de las localidades rurales más pobres de ese país (17). Para su evaluación se partió de un diagnóstico basal, encontrando en el grupo de 12 a 36 meses un mejoramiento en la proporción de niños con retardo en el crecimiento respecto al diagnóstico inicial, registrando una mayor talla en el grupo intervenido con respecto al control (Cuadro 2). No se reportó el efecto de cada componente del programa, sólo se constató que más de la mitad de los niños recibieron el suplemento nutricional, incrementaron el consumo de alimentos y aumentaron su ingesta calórica (18-20). En otra evaluación realizada sólo en niños menores de un año, se observó un incremento de talla ligeramente mayor en el grupo intervenido con respecto al control, resultando en una ganancia de talla de cerca de un centímetro; y sólo se reportó que más del 50% de los niños recibieron suplemento nutricional (21) (Cuadro 2).

El Programa de Nicaragua Red de Protección Social (RPS), que consiste en la transferencia de dinero a las familias, asistencia a talleres de educación y atención preventiva de la salud (22), fue evaluado con un diseño controlado comprobándose una reducción de algo más del 5% de retardo en el crecimiento en el grupo intervenido con respecto al control; ver detalles en el Cuadro 2. Los datos cualitativos sugieren que las transferencias económicas a los beneficiarios les permitieron comprar alimentos más nutritivos, acudieron constantemente a los talleres educativos y a los controles de salud (23).

## CUADRO 1

Programas de nutrición con evaluaciones de impacto en crecimiento infantil, América Latina 1995-2005

<b>A. PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA ECONÓMICA CONDICIONADA (PTEC)</b>		
<i>País, programa, duración y referencias</i>	<i>1. Objetivo 2. población beneficiaria</i>	<i>Componentes</i>
México Programa de Educación, Salud y Alimentación (Progres a u Oportunidades) Inició en 1997 y continúa vigente Gertler et al.,2000; Behraman et al.,1999; Behraman et al., 2005 ; Hoddlinot et al., 2005; Rivera et al.,2004 .	1. Apoyar a las familias que viven en condiciones de pobreza extrema en localidades marginadas del medio rural, con el fin de ampliar sus oportunidades de desarrollo y permitirles alcanzar mayores niveles de bienestar. 2. Hogares pobres, mujeres embarazadas y lactando, niños de 4 a 24 meses y de 2 a 5 años de edad.	1.Transferencias en efectivo 2. Paquete básico de servicios de salud 3. Educación nutricional y en salud 4. Oferta mejorada de servicios de salud 5. Suplemento nutricional
Nicaragua Programa Red de Protección Social (RPS) Inició en 2000 y continúa vigente IFPRI, 2002; Maluccio et al.,2004.	1. Promover la acumulación de capital humano entre los hogares que viven en la extrema pobreza. 2. Hogares pobres con niños de 0 a 5 años.	1.Transferencias en efectivo 2. Educación nutricional y en salud 3. Paquete básico de salud 4. Incentivos a la oferta
Colombia Familias en Acción (FA) Inició en 2001 y continúa vigente Atanasio et al., 2004a, 2004b, 2005a, 2005b.	1. Aumentar la inversión en capital humano en las familias con pobreza extrema. 2. Hogares pobres con niños de 0 a 7 años.	1. Transferencias en efectivo 2. Educación para la salud
Honduras Programa de Asignación Familiar II (PRAF II) Inició en 2000 y continúa vigente IFPRI 2000a, 2000b, 2001, 2003; Van et al., 2002.	1. Aumentar la acumulación de capital humano entre niños de las familias más pobres y con ello ayudar a romper el círculo de la pobreza. 2. Hogares pobres con mujeres embarazadas y niños menores de tres años.	1.Incentivos a la demanda 2. Incentivos a la oferta 3. Capacitación en nutrición para madres.
<b>B. PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN COMPLEMENTARIA (PAC)</b>		
Panamá Programa de alimentación complementaria (PAC-P) Inició en 1995 y continúa vigente de Caballero et al.,2004.	1. Reducir la prevalencia de desnutrición materno infantil de los grupos más vulnerables 2. Niños desnutridos de 6 meses a 5 años y embarazadas de bajo peso o lactando.	1. Suplemento nutricional
Chile Programa de alimentación complementaria (PNAC) Inició en 1954 y continúa vigente Torche et al., 1995.	1. Fomentar crecimiento y desarrollo normal del niño menor de seis años desde la gestación. Proteger la salud de la madre durante el embarazo y la lactancia. 2. Niños menores de 6 años, mujeres embarazadas y lactando.	1. Suplemento alimentario 2. Control de salud de la embarazada y del niño sano
<b>C. PROGRAMAS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA (PSA)</b>		
Honduras Plan de Desarrollo Rural de la Región de Occidente (PLANDERO) Duración 1996 a 1998 Ramírez et al., 2002; Morris et al., 1999.	1. Mejorar las condiciones de vida de las familias pobres de la región occidental, tanto en la disponibilidad de alimentos como en el incremento en los ingresos monetarios. 2. Familias rurales pobres de bajos ingresos	1. Transferencia de tecnología 2. Promoción, capacitación, y comunicación 3. Servicios crediticios y financieros

CUADRO 2

Impacto de programas de transferencia económica condicionada en el crecimiento infantil, América Latina 1995-2005

<b>Programa evaluado</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados relevantes</b>
Progresu Oportunidades Gertler et al.,2000; Behraman et al.,1999; Behraman et al., 2005 ; Hoddlinot et al., 2005.	<b>Diseño:</b> experimental, aleatorio con grupo control <b>Muestra:</b> 326 niños de 12 a 36 meses, 159 intervenidos, 161 controles <b>Duración:</b> 1 año de intervención <b>Análisis:</b> Diferencias antes-después	Ganancia de 1 cm en el grupo intervenido y reducción de prevalencia de RC <sup>‡</sup> <b>Prevalencia de RC inicial:</b> 44% en grupo intervenido* <b>Prevalencia de RC final:</b> 41% en grupo intervenido* El 56% de los niños recibieron el suplemento nutricional El consumo de alimentos aumento 14.3% y la ingesta calórica 7.8%
Progresu Oportunidades Rivera et al.,2004	<b>Diseño:</b> Experimental, aleatorio con grupo control <b>Muestra:</b> 650 niños < 12 meses, 373 intervenidos, 277 controles (intervención cruzada)+ <b>Duración:</b> 2 años de intervención <b>Análisis:</b> Comparación inicial-final	Ganancia de 1.1 cm en el grupo intervenido <b>Medición final:</b> 26.4 cm en grupo intervenido <sup>‡ †</sup> ;25.3 cm en grupo control <sup>† ‡</sup> (intervención cruzada)+ El 57% de los niños recibieron suplemento nutricional como mínimo 4 veces por semana
Red de Protección Social (RPS) IFPRI, 2002; Maluccio et al.,2004.	<b>Diseño:</b> Experimental, aleatorio con grupo control <b>Muestra:</b> 1,039 niños < 5 años, 479 intervenidos, 557 controles <b>Duración:</b> 2 años de intervención <b>Análisis:</b> Diferencias antes-después	Reducción de 5.3% de prevalencia de retardo en el crecimiento <b>Prevalencia de RC inicial:</b> 41.9% en grupo intervenido* 40.9% en grupo control* <b>Prevalencia de RC final:</b> 37.1% en grupo intervenido* 41.5% en grupo control* Incrementó la compra de alimentos (frutas, vegetales, frijol y carne), 93% asistió a los controles de salud y asistió a los talleres de educación en salud
Familias en Acción (FA) Atanasio et al., 2004a, 2004b, 2005a, 2005b.	<b>Diseño:</b> Cuasi-experimental, aleatorio simple con grupo control <b>Muestra:</b> 11500 niños de 1 a 5 años 5405 intervenidos++, 6095 controles++ <b>Duración:</b> 1 año de intervención <b>Análisis:</b> Diferencias antes-después	<b>Medición final en niños &lt;12 meses:</b> -0.069 probabilidad desmedro 73.4 cm en grupo intervenido; 72.70 cm en grupo control <b>Medición final en niños &lt; 36 meses:</b> 0.004 probabilidad desmedro 87.58 cm grupo intervenido; 87.54 cm grupo control <b>Medición final en niños &lt; 60 meses:</b> -0.021 probabilidad desmedro 104.27 cm grupo intervenido; 104.22 cm grupo control Aumentó 15% gasto en alimentos, consumo de cereales y alimentos ricos en proteínas; 49% asistieron a controles de salud y < probabilidad de diarreas
Programa de Asignación Familiar (PRAF II) IFPRI 2000a, 2000b, 2001, 2003; Van et al., 2002.	<b>Diseño:</b> Experimental, ensayo aleatorizado por conglomerados con arreglo factorial y tres medidas repetidas <b>Muestra:</b> 5,600 hogares con menores de 5 años; grupo 1 (incentivos a la demanda, n=1600); grupo 2 (incentivos a la demanda y oferta, n=1600); grupo 3 (incentivos a la oferta, n=800); grupo 4 (control, n=1600) <b>Duración:</b> 2 años de intervención <b>Análisis:</b> Modelo general lineal mixto	<b>Prevalencia de RC inicial:</b> 53% en todos los grupos* <b>Prevalencia de RC intermedia:</b> 51% en grupo 1*; 53%* en grupo 2* 47% en grupo 3*; 55% en grupo 4* Entre el 76 y 79% de los beneficiarios recibieron bonos Los servicios de salud recibieron 17% de los recursos programados Entre el 11 y 22% recibieron atención integral
<sup>‡</sup> RC = Retardo del crecimiento * Prevalencia de RC con indicador talla para la edad <2 DE + En el primer año fungió como control y en el segundo año fue intervenido <sup>† ‡</sup> Crecimiento registrado en el periodo de intervención ++ Estimado a partir del número de comunidades incluidas en el estudio		

En Colombia el Programa Familias en Acción (FA) tiene entre sus objetivos contribuir a la alimentación durante la etapa crítica del crecimiento y desarrollo de los niños menores de siete años, el programa asigna un subsidio monetario cada mes durante un año y brinda atención preventiva de la salud (24). El impacto en el crecimiento de estas estrategias fue evaluado en una muestra aleatoria de niños que recibieron los beneficios durante un año (25,26). Al final de la intervención se comprobó un incremento de talla de casi medio centímetro en los menores de 12 meses; en los demás grupos de edad no se verificaron diferencias significativas, pero sí una menor probabilidad de presentar desnutrición crónica (27). En todos los grupos se reportó una menor probabilidad de tener enfermedad diarreica, y se incrementaron las visitas a los servicios de salud; también se observó un incremento del gasto en alimentos y un mayor consumo de cereales y alimentos ricos en proteínas como leche, carne y huevo (25-27); los detalles se observan en el Cuadro 2.

El Programa de Asignación Familiar (PRAFII) de Honduras, entrega bonos de dinero a los hogares (incentivos a la demanda) y recursos económicos a los servicios de salud para mejorar su calidad (incentivos a la oferta), complementado con promoción de buenas prácticas de alimentación e higiene y atención integral a la niñez (28,29). En la evaluación del PRAF II se utilizó un diseño con medidas repetidas en cuatro grupos (30,31), como se observa en el Cuadro 2. Al comparar los datos con la línea de base, en todos los grupos la prevalencia de retardo en el crecimiento no presentó cambios (32). Los resultados indican una alta cobertura de los bonos, pero sin impactó en la cantidad ni en la diversidad de la dieta; las unidades de salud recibieron menos de la quinta parte de los recursos planificados y una proporción similar de los niños recibieron atención integral. Sus resultados fueron positivos en el incremento de los controles prenatales y vigilancia del crecimiento en los menores, pero no mejoró la talla de los beneficiarios; una proyección anticipa que no se cumplirá la meta de disminuir en 0,3 puntajes  $z$  el déficit de talla (33).

### **Programas de Alimentación Complementaria (PAC)**

Este tipo de programa consiste en la entrega directa de alimentos para cubrir necesidades nutricionales en el embarazo, lactancia y en los primeros años de vida; en algunos lugares estos beneficios se extienden a otros grupos de edad como el adulto mayor (34, 35). Estos programas existen en la mayoría de los países en vías de desarrollo y su finalidad es mejorar el estado nutricional o prevenir la desnutrición (36).

La OMS y UNICEF han hecho recomendaciones para mejorar este tipo de programas, resaltando la importancia de evaluar su impacto en la población objetivo (34). Sin embargo, se cuenta con pocas evaluaciones y tienen la limitante de corresponder sólo a mediciones de eficacia en modelos controlados (37). En América Latina se han documentado

evaluaciones de efectividad en Panamá y Chile (Cuadro 3).

En el Programa de Alimentación Complementaria de Panamá (PAC-P), se estudió una cohorte retrospectiva de más de 800 niños. La mayor parte de los niños ingresaron al PAC-P al segundo año de vida, con un déficit promedio de 1.5 desviaciones estándar (DE) respecto al peso y talla de referencia para la edad; los controles se encontraron con una mejor condición (- 0,5 DE). En el grupo intervenido se observó un deterioro significativo de la talla antes de ingresar al programa y una estabilización posterior con los beneficios del PAC-P. El grupo no intervenido en cambio presentó un déficit leve de talla, que se mantuvo durante el seguimiento. El impacto del programa fue inferior a lo programado, se esperaba una disminución de 0,5 DE en los indicadores antropométricos, observando en los niños que permanecieron 26 meses dentro del programa una menor mejoría de su estado nutricional; el mayor logro del PAC-P fue evitar un aumento del daño nutricional (38).

El Programa de Alimentación Complementaria de Chile (PNAC), fue creado en 1954 como una estrategia para combatir la desnutrición y disminuir los índices de mortalidad infantil (39). Actualmente está dirigido a mujeres embarazadas y niños menores de 6 años, y las acciones consisten en la entrega de un suplemento alimentario condicionado a la asistencia a los controles de salud. En la década de los noventa se efectuó una evaluación para conocer los beneficios atribuibles al PNAC durante el embarazo y los primeros seis años de vida. Con respecto a la embarazada, en los dos primeros quintiles de ingreso (pobres) se mostró un efecto positivo de la adscripción regular al PNAC; así como una disminución en la proporción de niños de peso bajo al nacimiento. El efecto del programa, también se apreció en los menores de tres años, pero sólo en los pertenecientes a los quintiles de menores ingresos; en el déficit de talla para la edad se registró una reducción de la prevalencia en casi cuatro puntos porcentuales en los quintiles inferiores; y con el indicador de peso para la edad se observó un menor riesgo de desnutrición. Al considerar el efecto del programa desde el embarazo y hasta los 6 años, se observó un incremento superior al 2% de talla en niños de los quintiles de menores ingresos (40).

### **Programas de Seguridad Alimentaria (PSA)**

Este programa estaba dirigido a apoyar la producción alimentaria local mediante el financiamiento y capacitación a grupos de pequeños propietarios agrícolas con la finalidad de mejorar su ingreso y consumo; teniendo un efecto directo en el estado nutricional de la población. En el plano operativo este tipo de programas se ha efectuado a pequeña escala, en grupos de población y en algunas comunidades (41,42). Son escasos los reportes que muestren el impacto en el estado nutricional, con excepción del caso de Honduras (Cuadro 3).

CUADRO 3

Impacto de programas de alimentación complementaria y seguridad alimentaria en el crecimiento infantil, América Latina 1995-2005

<i>Programa evaluado</i>	<i>Metodología</i>	<i>Resultados relevantes</i>
Programa de alimentación complementaria de Panamá (PAC-P) de Caballero et al., 2004.	<p><b>Diseño:</b> cohorte retrospectiva aleatoria</p> <p><b>Muestra:</b> 857 niños de 6 a 59 meses</p> <p>429 intervenidos y 428 controles</p> <p><b>Duración:</b> 6 meses antes y 9 meses después de la intervención</p> <p><b>Análisis:</b> Comparación inicial-final</p>	<p><b>Medición 6 meses antes:</b> <math>-1.3 \pm 1.8^*</math> gpo intervenido<sup>a</sup>; <math>-0.7 \pm 1.5^*</math> gpo control<sup>a</sup></p> <p><b>Medición al Ingreso:</b> <math>-1.6 \pm 1.6^*</math> gpo intervenido<sup>a</sup>; <math>-0.5 \pm 1.4^*</math> gpo control<sup>a</sup></p> <p><b>Medición a los 3 meses:</b> <math>-1.5 \pm 2.0^*</math> gpo intervenido<sup>a</sup>; <math>-0.6 \pm 1.2^*</math> gpo control<sup>a</sup></p> <p><b>Medición a los 6 meses:</b> <math>-1.6 \pm 2.0^*</math> gpo intervenido<sup>a</sup>; <math>-0.5 \pm 1.2^*</math> gpo control<sup>a</sup></p> <p><b>Medición a los 9 meses:</b> <math>-1.8 \pm 1.2^*</math> gpo intervenido<sup>a</sup>; <math>-0.6 \pm 1.2^*</math> gpo control<sup>a</sup></p> <p>El consumo del suplemento fue superior a lo esperado, representando más del 25% de la necesidad energética de un niño de 2 años.</p>
Programa de alimentación complementaria Chile Torche et al., 1995.	<p><b>Diseño:</b> Evaluación costo-beneficio con encuesta aleatoria</p> <p><b>Muestra:</b> 2144 hogares encuestados para estudiar indicadores socioeconómicos, adscripción al programa y antropométricos;</p> <p>360 beneficiarios encuestados para estudio de controles de salud y costos de traslado; 120 directivos encuestados para estudio de costos y cumplimiento de normas y aplicación de 567 encuestas alimentarias para estudio de ingesta</p> <p><b>Duración.</b> Transversal Julio-septiembre 1993</p> <p><b>Análisis:</b> Retrospectivo</p>	<p>Reducción de 3.9% de la prevalencia de RC<sup>‡</sup> en niños &lt;3 años<sup>&amp;</sup></p> <p>Los niños &lt;3 años presentaron un menor riesgo de desnutrición (4.7% con indicador peso edad)<sup>&amp;</sup></p> <p>Incremento acumulado de talla (desde el embarazo hasta los 6 años de edad) 2.14% niños y 2.17% niñas<sup>&amp;</sup></p> <p>Aumentó la ingesta calórica en los &lt; 3 años<sup>a</sup></p> <p>Las madres presentaron 30% más de asistencia regular a los controles de salud que los no beneficiarias</p>
Plan de Desarrollo Rural de la Región de Occidente (PLANDERO) Ramírez et al., 2002; Morris et al., 1999.	<p><b>Diseño:</b> Cuasi-experimental, aleatorio con grupo testigo</p> <p><b>Muestra:</b> 624 hogares, hogares PLANDERO 96 (n=196), hogares PLANDERO 97 (n=193), hogares TESTIGO (n= 189)</p> <p><b>Periodo:</b> Ciclo 1996 a 1998 y ciclo 1997 a 1998</p> <p><b>Análisis:</b> Tendencia lineal, cambios en los dos periodos</p>	<p><b>Medición final en niños de 6 a 24 meses:</b></p> <p><math>-2.2^*</math> de hogares PLANDERO 96</p> <p><math>-2.1^*</math> de hogares PLANDERO 97</p> <p><math>-2.0^*</math> de hogares TESTIGO</p> <p><b>Medición final en niños de 24 a 42 meses:</b></p> <p><math>-2.5^*</math> de hogares PLANDERO 96</p> <p><math>-2.4^*</math> de hogares PLANDERO 97</p> <p><math>-2.4^*</math> de hogares TESTIGO</p> <p>En los hogares PLANDERO 96 se incrementó la producción de maíz 30%, en PLANDERO 97 el 34% y en TESTIGO 16%</p> <p>Se incrementó la diversidad de la dieta 11% en los hogares PLANDERO 96<sup>b</sup>, en los PLANDERO 97 el 9% y -3% en los hogares TESTIGO</p>
<p>‡ Retardo del crecimiento</p> <p>* Puntajes Z del indicador talla para la edad</p> <p><sup>a</sup> Significancia P &lt;0.001</p> <p><sup>b</sup> Significancia p&lt;0.05</p> <p><sup>&amp;</sup> niños de los quintiles de bajos ingresos</p>		

El Plan de Desarrollo Rural de la Región de Occidente de Honduras (PLANDERO) fue instrumentado en 1996, con la finalidad de mejorar las condiciones de las familias pobres de esa región, a través del aumento de la disponibilidad de alimentos y los ingresos monetarios (43). Las estrategias se enfocaron al micro-financiamiento para la producción de granos básicos (maíz) y la asesoría técnica a grupos campesinos (44). En 1997 se evaluó el impacto del PLANDERO, mediante un estudio cuasi-experimental, en una muestra de más de 600 hogares dividida en tres grupos, el primero estaba formado por productores beneficiados con asistencia técnica y crediticia (PLANDERO 96), el segundo correspondía a productores recién incorporados al programa (PLANDERO 97) y el grupo tres se formó por productores con características similares que estaban por ingresar al programa (Comunidad testigo). Se observó un incremento de la producción de maíz de alrededor del 30% en los grupos PLANDERO 96 y 97, en comparación con la comunidad control, pero sin diferencia estadística. Los productores aumentaron el valor de su producción en un 18% v/s un 16% del grupo testigo (sin diferencias estadística). La disponibilidad de maíz aumentó en los hogares PLANDERO, debido al bajo precio de mercado, y se registraron pequeñas mejorías en la diversidad de la dieta en los hogares con más antigüedad en el programa. En el estado nutricional no se modificó, aún entre los que habían permanecido mayor tiempo en el programa (44).

## DISCUSION

Los programas alimentarios analizados, han tenido un impacto limitado en disminuir las prevalencias de desnutrición crónica infantil. Esta conclusión no sorprende porque mejorar el crecimiento en estatura, por la vía de aumentar la oferta de alimentos a nivel familiar, debería tener un efecto parcial en el crecimiento del niño. Para desarrollar todo el potencial de crecimiento, es necesario considerar también intervenciones que permitan una adecuada utilización biológica de los alimentos, lo que implica el acceso oportuno y adecuado a los servicios de salud, además de tener buenas condiciones de saneamiento básico. Se debe mencionar que se ha planteado una cadena causal que explicaría la red de condicionantes del estado nutricional en los primeros años de vida (45). Al analizar estos factores en relación a la desnutrición infantil, se verifica que la mayoría de ellos están ligados a la génesis de la pobreza y muchas de las vías para producir la desnutrición pueden ser entendidas como los mecanismos de acción de la pobreza. Lo anterior debe tenerse en consideración para analizar el alcance esperado de estas intervenciones.

Se debe tener en cuenta que los efectos de los programas de nutrición se encuentran limitados por el contexto socioeconómico de las familias, por lo que revertir el retardo en el crecimiento es un proceso complejo, en que varios fac-

tores necesitan ser superados de manera simultánea. Se ha constatado que la baja escolaridad de la madre, bajos ingresos y falta de servicios sanitarios se asocian con mayor riesgo del niño de presentar retardo en el crecimiento (46,47). A su vez se ha observado que los países con mayores reducciones en los índices de pobreza y/o indigencia también han presentado las mayores reducciones de la tasa de déficit de crecimiento (16), independientemente de estar acompañados de programas específicos destinados a que el niño desarrolle todo su potencial de crecimiento. Igualmente los países que han impulsado políticas a nivel nacional para disminuir el analfabetismo e invierten para proveer a los hogares de agua segura y mejorar los servicios de salud, han tenido un efecto en la disminución de las prevalencias de retardo en el crecimiento (48).

Los impactos esperados de los programas dependen en gran medida de su buena gestión, desafortunadamente las evaluaciones que incluyan procedimientos que midan resultados, procesos e impactos -en América Latina son limitadas-. Se ha informado que sólo el 10% de los proyectos cuenta con procesos adecuados de evaluación (49), por ejemplo en la región centroamericana se han identificado 67 programas de los cuáles una mínima parte cuenta con algún sistema de evaluación (50). Esto puede deberse a que los políticos y/o responsables de los programas no están interesados en conocer críticas que demuestren posibles efectos no deseados o efectos menores a los esperados. Es necesario señalar que los PTEC han reportado un mayor número de evaluaciones, probablemente porque es una condición para contar con financiamiento por instituciones internacionales y en alguna medida por el interés de algunos gobiernos de conocer el impacto de sus políticas sociales (51,52).

Los datos analizados sugieren deficiencias en la gestión y operación de los programas, los beneficiarios no permanecen el tiempo establecido, los suplementos nutricionales presentan problemas de aceptabilidad y muchas veces los apoyos se diluyen a nivel familiar. Por ejemplo, una evaluación del programa mexicano "Oportunidades" reportó que sólo la mitad de los niños de 6 a 23 meses ingieren el suplemento entregado una vez por semana y de ellos el 50% consume la mitad de la ración recomendada, sugiriendo que es debido a problemas de aceptación y/o dificultades de distribución (53). Un aspecto a considerar es que los estudios analizados corresponden a situaciones reales y los problemas de operación de los programas son inherentes al sistema donde se desarrollan, afectando en mayor o menor medida los resultados esperados (54). El caso de "Red de Protección Social" de Nicaragua es ilustrativo, ya que disminuyó la prevalencia de desnutrición asociada a una mejor operación del programa (23); en lado extremo se encontró el caso del "Programa de Asignación Familiar II" de Honduras, que tuvo problemas financieros y de operación, teniendo limitados resultados (33).

Un aspecto clave es el tiempo que una intervención debe permanecer para modificar positivamente el crecimiento. En estudios de series de tiempo de niños chilenos de 6 años se ha registrado entre una década y otra incrementos de talla de 1,5 cm (55,39), si bien este efecto se ha medido en escolares que ingresan a la escuela, es un antecedente a considerar para evaluar el impacto esperado de los programas. Sin duda los cambios seculares en el crecimiento han tenido impacto, pero en gran medida depende de la duración del programa, en mucho de nuestros países hay interrupción en su ejecución por cambios de gobierno o de estrategias de intervención, problemas de gestión o por incapacidad financiera para darles continuidad.

En la mayoría de los estudios se ha supuesto que el corto tiempo de exposición a la intervención ha sido una limitante para producir mejorías en el crecimiento; no obstante algunos resultados muestran que aún cuando los niños permanezcan durante largo tiempo, no se alcanzarían reducciones significativas del retardo del crecimiento (33,38). Sin embargo experiencias en el corto plazo como el caso de Nicaragua, lograron reducir 5,3% el retardo en el crecimiento después de dos años, atribuido a una excelente operación de transferencias en efectivo y atención de la salud (23). En el caso de Chile no se puede atribuir los efectos en el crecimiento solamente al PNAC, ya que el país tiene casi 100% de cobertura de los servicios de salud para la población en riesgo y se ha verificado una disminución de los índices de pobreza e indigencia en más de medio siglo (39). Es decir el establecimiento de políticas en el largo plazo y la combinación de estrategias han determinado la reducción de la desnutrición crónica, como se ha corroborado en las experiencias recopiladas por la FAO, señalando que es necesario un lapso de tiempo de al menos diez años para cambiar una situación de déficit nutricional siempre y cuando exista un fuerte apoyo político (46).

Los programas con un mayor número de componentes debieran tener un mejor impacto, sin embargo los datos demuestran que aún cuando se combinen más de dos estrategias, la ganancia en talla no ha mejorado considerablemente (21). La combinación de estrategias: aumento de la capacidad de compra de alimentos, vigilancia del crecimiento, fomento de la salud, entrega de suplemento nutricional en periodos críticos del crecimiento, en forma simultánea y sostenible debieran ser la premisa fundamental de todo programa (56). Esta combinación de estrategias deberían tener un efecto potenciador en el crecimiento del niño y el impacto debiera ser mayor en poblaciones con mayores deficiencias nutricionales. Pero no es fácil lograr un efecto aditivo con la combinación de estrategias por más carencias que presenta la población beneficiaria, porque no siempre es factible mantener un aumento de la capacidad de compra y paralelamente un incremento de la demanda por servicios de salud de buena calidad, el efecto puede no ser el deseado al sobrepasar la oferta de servicios y/o por el exceso de requisitos para benefi-

ciarse de las transferencias monetarias. Por lo tanto se debe buscar racionalmente el equilibrio entre mayor oferta de alimentos y aumento de la demanda de servicios. En poblaciones menos carentes se ha comprobado un efecto menor al esperado, ya que hay mayor riesgo de dilución y/o inadecuada utilización de los productos alimenticios. Lo que ha resultado favorable de la transferencia monetaria o dotación de alimentos condicionada, es el incremento de la asistencia a los controles de salud y vigilancia del crecimiento (57) favoreciendo la disminución de enfermedades y ha incentivado la adquisición de alimentos más nutritivos (52).

En este análisis, los Programas de Seguridad Alimentaria, consistentes en créditos y asesoría para mejorar la producción de granos básicos no tuvieron efecto demostrable en el crecimiento. Aunque experiencias en otras latitudes, se encontró que los programas de microfinanciamiento a la producción tuvieron un impacto en el bienestar y estado nutricional infantil, sobre todo cuando las mujeres eran beneficiarias (58). La sensibilidad y responsabilidad materna juegan un papel importante en los programas alimentarios, en el caso de "Oportunidades" de México y la "Red de Protección Social" de Nicaragua, se ha podido observar que las mujeres administran de manera más eficiente las ayudas económicas (22,59). Esta mayor eficiencia se podría deber a que en nuestros países la madre es comúnmente la administradora del hogar y culturalmente por el rol que juegan en el cuidado de sus hijos, sumado a que en muchos hogares se observa una ausencia física del padre, aunque la necesidad de roles compartidos entre los miembros de la familia debiera ser una norma.

En resumen, la mayoría de los programas analizados han reportado un impacto mínimo en el crecimiento infantil; aunque su efecto es mayor cuando son introducidos entre los 6 y 24 meses de edad y en condiciones de crisis o de extrema pobreza. Aún cuando las ganancias de estatura fueran acumulativas, la reducción de las prevalencias de desnutrición crónica sucederá en el largo plazo y será difícil alcanzar estaturas similares a la de países desarrollados, principalmente porque un alto porcentaje de la población carece de las condiciones para un crecimiento óptimo (52,60,61). Programas de larga duración, como el PNAC de Chile han reportado efectos positivos en el crecimiento, pero hay que tener en cuenta que aunque el programa ha sufrido transformaciones, adaptándose continuamente a los cambios epidemiológicos de la población (39,62).

Este análisis tiene la limitación que está supeditado a la información disponible sobre los programas en América Latina, por lo que no se puede generalizar sobre sus reales alcances. La heterogeneidad de los diseños no permite comparar algunos datos y no se pueden establecer puntos de referencia para otras intervenciones. Sin embargo tiene el mérito de haber analizado todo lo publicado estos últimos años y de aportar información e ideas sobre los aportes de los progra-

mas alimentarios destinados a aumentar la oferta de alimentos a nivel familiar, y lo complejo que resulta medir su impacto en un entorno socioeconómico desfavorable.

Este análisis nos indica algunas lecciones aprendidas en la formulación y ejecución de intervenciones, la primera es que la oferta mínima de alimentos a nivel de las familias que viven en condiciones de pobreza es una necesidad que debe ser atendida por el Estado, la definición de los beneficiarios y de las prioridades de las intervenciones son elementos a discutir dependiendo de las condiciones locales, pero la estrategia de la universalidad del beneficio (alimentario o no) parece superada por una focalización a la población de riesgo, que ya no depende solo del riesgo biológico sino que implica también un riesgo social, la forma o las vías para entregar el beneficio alimentario pueden ser diversas, pero la tendencia es que esta deba ser entregada bajo requisitos de controles de salud, aunque no es claro si los países están en condiciones de atender a la demanda de los servicios de salud de buena calidad. La disyuntiva si la transferencia monetaria y/o la entrega de alimento son alternativas o son complementarias, parece una discusión válida, que depende del grado de desarrollo de los países y de su perfil epidemiológico nutricional.

## REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Infancia. Estado mundial de la infancia 2006: excluidos e invisibles. Nueva York: UNICEF; 2005.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2005, la erradicación del hambre en el mundo: clave para la consecución de los objetivos del desarrollo del milenio. Roma: FAO; 2005.
3. Martínez R, Fernández A. Desnutrición infantil en América Latina y el Caribe. Boletín de la infancia y adolescencia sobre el avance de los objetivos de desarrollo del milenio. 2006;4-9.
4. Shrimpton R, Victoria G, De Onis M, Costa R, Blóssner M, Clugston G. Worldwide timing of growth faltering: implications for nutritional interventions. *Pediatrics*. 2001; 107:75-81.
5. World Health Organization. A Critical Link. Interventions for physical growth and psychological development: a review document. Geneva: WHO; 1999.
6. Sawaya A, Sesso R, Toledo F, Fernandes M, Martins P. Association between chronic undernutrition and hypertension. *Mater Child Nutr*. 2005;1:155-63.
7. Li Haojie, Stein A, Barnhart H, Ramakrishnan U, Martorell R. Associations between prenatal and postnatal growth and adult body size and composition. *Am J Clin Nutr*. 2003;77:1498-1505.
8. PNUD. Informe sobre desarrollo humano: desigualdad de los efectos del daño sobre los seres humanos. Washington, D.C.: PNUD;1998:66-8.
9. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Declaración mundial sobre la seguridad alimentaria en el mundo y plan de acción de la cumbre mundial sobre alimentación. Roma: FAO; 1996.
10. Organización de las Naciones Unidas. Declaración del Milenio. Nueva York: ONU; 2000.
11. Standing Committee on Nutrition. 5th Report on the world nutrition situation: nutrition for improved development outcomes. Geneva: WHO; 2004.
12. Estrategia y Plan de Acción Regionales sobre la Nutrición en la Salud y el Desarrollo, 2006-2015. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud: 138 Sesión del Comité Ejecutivo, Washington, D.C.; 2006 Jun 18-23.
13. Espinosa F, Ruiz C, Valiente S. Programas de intervención alimentario nutricional en América Latina y el Caribe entre 1970 y 1984. *Food Nutr Bull*. 1986;8:17-23.
14. Organización Panamericana de Salud. Estudio sobre intervenciones alimentario-nutricionales para poblaciones de bajos ingresos en Latinoamérica y el Caribe. Washington D.C.: OPS; 1990.
15. Villatoro P. Programas de transferencia monetarias condicionadas: experiencias en América Latina. *Rev CEPAL*. 2005;86:87-101.
16. Martínez R. Hambre y desnutrición en los países miembros de la Asociación de Estados del Caribe. En: Serie Políticas Sociales. CEPAL. 2005;111:23-26.
17. Gertler P. Final Report: The Impact of Progresá on Health [en línea]. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute; 2000. [Consulta: diciembre-2005]. Disponible en: [http://www.ifpri.org/themes/progresá/pdf/Gertler\\_health.pdf](http://www.ifpri.org/themes/progresá/pdf/Gertler_health.pdf)
18. Behraman J, Todd P. Randomness in the Experimental Samples of Progresá (Education, Health and Nutrition Program)[en línea]. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute; 1999. [Consulta: diciembre 2005]. Disponible en: [http://www.ifpri.org/themes/progresá/pdf/BehrmanTodd\\_random.pdf](http://www.ifpri.org/themes/progresá/pdf/BehrmanTodd_random.pdf)
19. Behrman J, Hoddinott J. An Evaluation of the Impact of Progresá on Pre-school Child Height [en línea]. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute. 2000. [Consulta: diciembre 2005]. Disponible en: <http://www.ifpri.org/divs/fcnd/dp/papers/fcndp104.pdf>
20. Hoddinott J, Skoufias E, Washburn R. The impact of Progresá on Consumption: A final report [en línea]. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute; 2000. [Consulta diciembre 2005]. Disponible en: [http://www.ifpri.org/themes/progresá/pdf/hoddinott\\_consumption.pdf](http://www.ifpri.org/themes/progresá/pdf/hoddinott_consumption.pdf)
21. Rivera J, Sotres D, Habitch J, Shamah T, Villalpando S. Impact of the Mexican Program for Education, Health, and Nutrition (Progresá) on rates of growth and anemia in infants and young children. *JAMA*. 2004;291:2563-70.
22. International Food Policy Research Institute. Sistema de evaluación de la fase piloto de la Red de Protección Social de Nicaragua: Evaluación de focalización: Report submitted to the Red de Protección Social [en línea]. Washington, D.C.: IFPRI; 2002. [Consulta diciembre 2005]. Disponible en: <http://www.ifpri.org/>
23. Maluccio J, Flores R. Impact evaluation of a conditional cash transfer program: the Nicaragua Red de Protección Social [en línea]. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute, Discussion Paper No. 184; 2004. [Consulta diciembre 2005]. Disponible en: <http://www.ifpri.org/>

24. Attanasio O, Syed M, Vera M. Early Evaluation of a New Nutrition and Education Programme in Colombia [en línea]. London: The Institute For Fiscal Studies Briefing, 2004a. [Consulta diciembre 2005]. Disponible en: <http://www.ifs.org.uk/bns/bn44.pdf>.
25. Attanasio O, Mesnard A. The Impact of a Conditional Cash Transfer Programme on Consumption in Colombia [en línea]. London: The Institute For Fiscal Studies, 2005. [Consulta diciembre 2005]. Disponible en: <http://www.ifs.org.uk/>
26. Attanasio O, Gomez C, Heredia P, Vera M. The short-term impact of a conditional cash subsidy on child health and nutrition in Colombia. [en línea]. London: The Institute For Fiscal Studies, 2004. [Consulta: diciembre 2005]. Disponible en: <http://www.ifs.org.uk/>
27. Atanasio O, Battistin E, Fitzsimons E, Mesnard A, Vera M. How effective are conditional cash transfers? Evidence from Colombia [en línea]. London: The Institute For Fiscal Studies; 2005. [Consulta: diciembre 2005]. Disponible en: <http://www.ifs.org.uk/bns/bn54.pdf>
28. Presidencia de la República del Gobierno de Honduras. Programa de Asignación Familiar PRAF, proyecto PRAF/BID-Fase II. Tegucigalpa, Gobierno de Honduras; 2000.
29. Instituto Internacional de Investigaciones Sobre Políticas Alimentarias. Segundo Informe, propuesta de de implementación del proyecto PRAF/BID-Fase II [en línea]. Washington D.C.: IFPRI; 2000. [Consulta: diciembre 2005]. Disponible en: [http://www.ifpri.org/themes/praf/praf\\_2.pdf](http://www.ifpri.org/themes/praf/praf_2.pdf)
30. Van K, Plowman B, Griffiths M Vivas V, Matute J, Calderón M. Evaluación de medio término del programa Atención Integral de la Niñez AIN en Honduras, Basics II. Virginia, Agencia para el Desarrollo Internacional EUA; 2002.
31. International Food Policy Research Institute. Third Report: Monitoring and evaluation system PRAF II [en línea]. Washington D.C.: IFPRI; 2000. [Consulta: diciembre 2005]. Disponible en: [http://www.ifpri.org/themes/praf/praf\\_3eng.pdf](http://www.ifpri.org/themes/praf/praf_3eng.pdf)
32. International Food Policy Research Institute. Cuarto informe: Proyecto PRAF/BID Fase II: Análisis de la Situación Encontrada luego del Arranque del Proyecto [en línea]. Washington D.C.: IFPRI; 2001. [Consulta: diciembre 2005]. Disponible en: [http://www.ifpri.org/themes/praf/praf\\_4.pdf](http://www.ifpri.org/themes/praf/praf_4.pdf)
33. International Food Policy Research Institute. Sexto Informe: Proyecto PRAF/BID Fase II, Impacto Intermedio. [en línea]. Washington D.C.: IFPRI; 2003. Consulta: diciembre 2005]. Disponible en: <http://199.79.166.160/index/>
34. World Health Organization. Complementary feeding of young children in developing countries: a review of current scientific knowledge. Geneva:WHO; 1998.
35. Dangour AD, Moreno X, Albala C, Rivera A, Lera L, Villalobos A, Morris S, Uauy R. Chile's national nutritional supplementation program for older people: lessons learned. Food Nutr Bull. 2005;26:190-7.
36. Dewey G, Brown H. Update on technical issues concerning complementary feeding of young children in developing countries and implication for intervention programs. Food Nutr Bull. 2003;24:5-28.
37. Valle N, Dos Santos I, Gigante D. Nutritional interventions and child growth among under-two-olds: a systematic review. Cad Saúde Pública. 2004;20:1458-67.
38. de Caballero E, Sinisterra O, Lagrutta F, Atalah E. Evaluación del impacto nutricional del programa de alimentación complementaria de Panamá en niños menores de 5 años. Arch Latinoam Nutr. 2004;54:66-71.
39. Gobierno de Chile, Ministerio de Salud. Nutrición para el desarrollo, claves del éxito del modelo chileno. Chile: Ministerio de Salud; 2005.
40. Torche A, Amigo H, Átalah E, Coloma F, Muchnik E, Rozas P. Evaluación económica del programa de alimentación complementaria PNAC: informe final. Santiago de Chile; 1995.
41. Alvarado B, Zunzunegui M, Delisle H. Validación de escalas de seguridad alimentaria y de apoyo social en una población afro-colombiana: aplicación en el estudio de prevalencia del estado nutricional en niños de 6 a 18 meses. Cad Saúde Pública. 2005; 21:724-36.
42. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The special programme for food security, responding to new challenge. Rome: FAO; 2003.
43. Ramírez E, Murillo H. Sistematización de las experiencias de desarrollo de organizaciones rurales del Plan de Desarrollo Rural de la Región de Occidente [en línea]. Honduras: Copán. 2002. [Consulta: diciembre 2005]. Disponible en: <http://www.fidamerica.cl/>
44. Morris S, Medina J. Desarrollo rural, seguridad alimentaria del hogar y nutrición en el oeste de Honduras. Arch Latinoam Nutr. 1999;49:244-52.
45. Tonglet R, Mudosa M, Badashonderana M, Beghin I, Hennart P. The causal model approach to nutritional problems: an effective tool for research and action at the local level. Bull World Health Organ 1992;70:715-23.
46. Smail S, Immink M, Mazar I. Factores determinantes del éxito de los programas de alimentación y nutrición comunitarios, examen y análisis de la experiencia. Roma: FAO; 2005.
47. Reyes H, Pérez R, Sandoval A, Castillo R, Santos J, Doubova S, et al. The family as a determinant of stunting in children living in conditions of extreme poverty: a case-control study. BMC Public Health. 2004;4:57-66.
48. Milman A, Frongillo E, de Onis M, Hwang J. Differential improvement among countries in child stunting is associated with long-term development and specific interventions. J Nutr. 2005;135:415-22.
49. Repetto F, Sanguinetti J. Inventario de programas de protección social y de combate a la pobreza en América Latina y el Caribe: una primera aproximación. Washington D.C: Banco Interamericano de Desarrollo; 2001.
50. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Diagnóstico de la situación nutricional y caracterización de programas alimentarios nutricionales dirigidos a niños y niñas de 6-36 meses en Centroamérica y Panamá: Informe final. Guatemala: INCAP; 2005.
51. Rawlings L, Rubio G. Evaluating the impact of conditional cash transfer programs: lessons from Latin America. World Bank; 2003.
52. Cohen E, Franco R. Transferencias con corresponsabilidad. Una mirada Latinoamericana. FLACSO: México; 2006.
53. Neufeld L, Sotres D, Gertler P, Tolentino L, Jiménez J, Fernald L, et al. Impacto de Oportunidades en el crecimiento y estado nutricional de niños en zonas rurales", en Hernández B,

- Hernández M. Evaluación externa de impacto del programa Oportunidades 2004, tomo III: Alimentación. México: CIESAS-INSP; 2005.
54. Habicht J. Evaluation Designs for Adequacy, Plausibility and Probability of Public Health Programme Performance and Impact. *International Journal of Epidemiology*. 1999;28:10-18.
  55. Kain J, Uauy R, Díaz M, Aburto A. Aumento de la talla en escolares de primero básico durante la última década. *Rev Méd Chile*. 1999;127:539-46.
  56. Sguassero Y, de Onis M, Carroli G. Community-based supplementary feeding for promoting the growth of young children in developing countries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;4: CD005039.
  57. Villatoro P. Los programas de de protección social asistencial en América Latina y sus impactos en las familias, algunas reflexiones. Santiago de Chile: ONU-CEPAL; 2005.
  58. Doocy S, Teferra S, Norell D, Burnham G. Credit program outcomes: coping capacity and nutritional status in the food insecure context of Ethiopia. *Soc Scien Med*. 2005; 60:2371-82.
  59. Adato M, de la Brière B, Mindek D, Quisumbing A. The impact of Progresá on women's status and intrahousehold relations. Final Report. Washington, D.C.: IFPRI, 2000.
  60. Rivera J. Estrategias y acciones para corregir deficiencias nutricias. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2000;57:641-9.
  61. Fotso JCH. Child health inequities in developing countries: differences across urban and rural areas. *Int J Equi Health*. 2006;5:9.
  62. Valiente S, Uauy R. Evolución de la nutrición y alimentación en Chile en el siglo XX. *Rev Chil Nutr*. 2002;29:54-61.

Recibido:21-05-2007

Aceptado: 22-10-2007

## Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos

*Fabiane Rezende, Lina Rosado, Sylvia Franceschini, Gilberto Rosado, Rita Ribeiro y João Carlos Bouzas Marins*

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira. Departamento de Nutrição e Saúde.  
Universidade Federal de Viçosa. Brasil

**RESUMO.** A avaliação da composição corporal é de extrema importância para o diagnóstico do estado nutricional individual e populacional e para o estabelecimento de condutas clínico-nutricionais adequadas. O excesso de gordura corporal está, frequentemente, associado a alterações metabólicas importantes e às doenças crônicas, como diabetes, hipertensão arterial e dislipidemias. A disponibilidade de métodos que permitam estimar a composição corporal é fundamental para avaliação de atletas e do estado de saúde de indivíduos. Há diversos métodos para análise da composição corporal, e é importante conhecer a limitação de cada um e a sua validade para que as estimativas obtidas sejam confiáveis e interpretadas corretamente. Este estudo tem como objetivo revisar a aplicabilidade de alguns indicadores do estado nutricional e de métodos de avaliação da composição corporal, tais como índice de massa corporal, circunferência da cintura e relação cintura-quadril, medidas de dobras cutâneas, bioimpedância elétrica e interatância de infravermelho próximo.

**Palavras-chave:** Composição corporal, índice de massa corporal, circunferência da cintura, bioimpedância, interatância de infravermelho próximo.

### INTRODUÇÃO

A avaliação da composição corporal tem recebido importância cada vez maior devido ao papel dos componentes corporais na saúde humana. O excesso de gordura corporal e sua distribuição centralizada se destacam pela influência no aparecimento das doenças crônicas não-transmissíveis, principalmente as doenças cardiovasculares (1).

Há uma série de métodos para a avaliação da composição corporal, que variam segundo suas bases físicas, custo, acurácia, facilidade de utilização e de transporte do equipamento. Os métodos mais sofisticados e considerados mais precisos, como a pesagem hidrostática e a absorção do raio X de dupla energia (DEXA), permitem quantificar os componentes corporais, e a tomografia computadorizada e a ressonância magnética quantificam a gordura localizada. Todos eles possuem uso limitado na avaliação de grupos populacionais, devido ao elevado custo e à complexidade, e têm utilização restrita a laboratórios e em situações clínicas

**SUMMARY.** Critical revision of the available methods for evaluate the body composition in population-based and clinical studies. The corporal composition evaluation is extremely important for the individual and population nutritional state diagnosis and for the establishment of appropriate clinical-nutritional conducts. An excess of body fat is frequently associated with important metabolic alterations and chronic diseases, such as diabetes, hypertension and dyslipidemia. The availability of methods to assess body composition is essential to evaluate health status of individuals. There are several methods for the corporal composition analysis, and it is important to know the limitation of each one and his/her validity so that the obtained estimates are reliable and correctly interpreted. The purpose of this study was to revise the applicability of some nutritional state indicators and corporal composition evaluation methods, such as corporal mass index, waist circumference and waist-hip relation, skinfold measurements, bioelectrical impedance analysis and near-infrared interactance.

**Key words:** Body composition, body index mass, waist circumference, bioelectrical impedance, near-infrared interactance.

muito específicas (2).

Em estudos populacionais, indicadores antropométricos, como índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura e relação cintura-quadril, e métodos de avaliação da composição corporal menos complexos, como medidas de dobras cutâneas e bioimpedância elétrica, são amplamente empregados devido à praticidade e ao baixo custo, apesar de não fornecerem uma avaliação tão acurada e detalhada, já que são utilizados, na maioria das vezes, sem prévia validação na população que se pretende avaliar.

Considerando-se que o excesso de gordura corporal está relacionado ao aumento da morbi-mortalidade, principalmente em adultos, para a avaliação são necessários métodos precisos e confiáveis, de baixo custo e grande aplicabilidade em estudos populacionais e na prática clínica.

Este estudo teve como objetivo revisar a aplicabilidade de alguns indicadores do estado nutricional e de métodos de avaliação da composição corporal, tais como, índice de massa corporal, circunferência da cintura e relação cintura-quadril,

medidas de dobras cutâneas, bioimpedância elétrica e interactância de infravermelho próximo.

### Revisão de literatura

A associação entre excesso de peso corporal e aumento da morbi-mortalidade tem sido demonstrada em vários estudos epidemiológicos (3,4). Dados da *World Health Organization* (5) mostram que a doença isquêmica do coração e o acidente vascular cerebral estão em primeiro lugar entre as causas de mortalidade. Diante desta estimativa e do fato de a obesidade ser fator de risco importante para doenças crônicas não-transmissíveis, o seu diagnóstico é de fundamental importância para o direcionamento das ações de saúde e redução da morbi-mortalidade.

Análises dos dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) confirmam mudanças na distribuição do IMC na população americana com um aumento médio de 4,6 pontos, entre 1890 e 2000, em homens com idade entre 40 e 49 anos, e de 6,3 pontos, neste mesmo período, em homens na faixa etária de 60 a 69 anos, resultando em aumento da prevalência de obesidade de 3,4% para 35% (6). No Brasil, observa-se também a crescente prevalência de obesidade em todas as regiões do País e principalmente nos estratos de renda mais baixa (7).

Normalmente, os métodos e pontos de corte utilizados no diagnóstico da obesidade são propostos por comitês internacionais, como a *World Health Organization*, entretanto a prevalência de obesidade varia consideravelmente segundo os parâmetros de cada comitê. Esta variação ocorre porque, na maioria das vezes, a população que está sendo avaliada apresenta características bastante diferentes da amostra em que o método e/ou ponto de corte foram validados. Além da variabilidade biológica, a adoção de protocolos e de metodologias diferentes normalmente contribui para as diferenças nas estimativas relatadas na literatura.

Estudos para identificar métodos mais adequados e pontos de corte capazes de prever o risco de alterações metabólicas têm sido desenvolvidos em todo o mundo (8-10). Entretanto, em nosso País, estudos de representatividade nacional, que envolvem grupos específicos da população, são escassos (11,12). São usados métodos e pontos de corte validados em outras populações, com aplicabilidade muito limitada devido a uma série de diferenças relacionadas à etnia, ao nível de atividade física e à idade.

A adoção de pontos de corte arbitrários, aliada à utilização de métodos que não foram validados para a população brasileira, faz com que sejam estabelecidas estimativas errôneas da composição corporal, resultando tanto em diagnósticos quanto em medidas de intervenção equivocadas em relação ao estado nutricional de indivíduos e populações.

### Antropometria

#### IMC, Circunferência da cintura e relação cintura-quadril

Até 1980, os padrões de peso ideal eram baseados em tabelas de peso e altura específicas para cada sexo, elaboradas pela *Metropolitan Life Insurance Company*. Posteriormente, o IMC passou a ser utilizado e, desde então, vem sofrendo modificações no que diz respeito aos pontos de corte e número de categorias para diagnósticos por diferentes organizações como *World Health Organization*, *National Center of Health Statistics/Centers for Disease Control and Preventions* e *National Heart, Lung, and Blood Institute* (13).

O IMC é atualmente um dos indicadores antropométricos mais utilizados na avaliação do estado nutricional de populações e em estudos epidemiológicos, com a finalidade de explorar a associação entre obesidade e várias doenças, principalmente as cardiovasculares (14, 15). Entretanto, existem muitas limitações com relação ao seu uso, já que ele não é capaz de fornecer informações sobre a composição corporal e a distribuição da gordura corporal (16). No estudo de Yao et al. (17), por exemplo, mais de 30% dos indivíduos que apresentaram excesso de gordura corporal foram classificados como eutróficos pelo IMC, demonstrando sua baixa sensibilidade na identificação do excesso de gordura corporal.

A baixa sensibilidade do IMC em detectar indivíduos com excesso de gordura corporal também foi constatada em um estudo em que os indivíduos foram avaliados por bioimpedância. Em torno de 61% das mulheres e 23,6% dos homens com IMC < 30kg/m<sup>2</sup> apresentaram percentual de gordura corporal maior que 30% e maior que 25%, respectivamente (18).

A utilização desse método se torna bastante inconveniente principalmente quando a população que será avaliada apresenta um padrão de atividade física mais intensa. Pessoas com elevada quantidade de massa muscular podem apresentar elevado IMC mesmo que a gordura corporal não seja excessiva (19).

Além disso, os pontos de corte propostos para o IMC, para avaliação do estado nutricional, são aplicados em uma faixa etária muito ampla, desconsiderando-se sexo e etnia. Sabe-se que, ao longo das décadas, ocorrem alterações fisiológicas na composição corporal, com aumento da quantidade de tecido adiposo e/ou redução da massa magra (20) e redução da massa óssea (21), especialmente entre as mulheres que têm a composição corporal diretamente afetada pelas alterações hormonais observadas na menopausa (22).

Adicionalmente, como demonstrado por Deurenberg-Yap et al. (23), a relação entre IMC e gordura corporal difere significativamente entre grupos étnicos. Outros estudos demonstram a presença de alto risco cardiovascular em indivíduos com IMC normal (24). Na população asiática, os

pesquisadores sugerem pontos de corte de IMC mais baixos, em torno de 27 kg/m<sup>2</sup>, para diagnóstico de obesidade (25).

Muitos autores, ao fazerem críticas ao uso do IMC, propõem o uso do índice de massa de gordura e do índice de massa livre de gordura, e pontos de corte baseados na distribuição destes indicadores em percentis, porém, para a obtenção destes índices, é necessária avaliação da composição corporal, o que dificulta relativamente a sua utilização (26, 27).

Outros parâmetros antropométricos, como circunferência da cintura, relação cintura-quadril e medida de dobras cutâneas, têm-se mostrado mais sensíveis que o IMC na identificação de indivíduos com excesso de gordura corporal e alterações metabólicas (28).

A circunferência da cintura permite avaliar a distribuição central da gordura corporal, sendo uma medida qualitativa e não quantitativa. Atualmente, esta medida tem recebido importante atenção na avaliação do risco cardiovascular pelo fato de ser forte preditora da quantidade de gordura visceral, a principal responsável pelo aparecimento de alterações metabólicas e de doenças cardiovasculares (11, 29).

Assim como o IMC, a medida de circunferência da cintura também tem aumentado, nos últimos anos, na população americana. Segundo Estudo de Ford et al. (30), realizado a partir de dados do NHANES, a mediana da circunferência da cintura passou de 94,4 cm para 97,1 cm entre 1988 e 2000, confirmando rápido aumento da obesidade abdominal.

Segundo Han et al. (31), os pontos de corte validados por Lean et al. (29), e atualmente preconizados pela WHO (5), foram capazes de identificar indivíduos com alto risco de doenças crônicas e apresentaram alta sensibilidade e especificidade na identificação de indivíduos classificados com sobrepeso e obesos pelo IMC. Outros estudos demonstram a validade desses pontos de corte em prever alterações metabólicas e doenças como diabetes mellitus e hipertensão arterial (9, 15).

A relação cintura-quadril é um outro indicador associado a aumento do risco de doenças crônicas não-transmissíveis e que também têm aumentado significativamente nos últimos anos (8). No estudo de Lahti-Koski et al. (32), referente a um período de 10 anos, a RCQ passou de 0,907 para 0,925 em homens adultos.

Os estudos demonstram que a RCQ é capaz de prever a incidência de diabetes na mesma magnitude que outros índices, como IMC e circunferência da cintura (9), e associa-se inversamente melhor com baixos níveis de HDL do que a circunferência da cintura (10).

A RCQ também tem apresentado maior capacidade preditiva para hipertensão arterial que a circunferência da cintura em homens e mulheres acima de 20 anos (11). No estudo de Gus et al. (14), esta associação foi verificada somente em mulheres.

As variáveis antropométricas também têm sido utilizadas em equações de predição da gordura corporal oferecendo maior facilidade e baixo custo para as estimativas do percentual de gordura corporal em adultos. Deurenberg et al. (33) desenvolveram equações baseadas no IMC, na idade e no sexo, utilizando a pesagem hidrostática como método de referência. Gallagher et al. (34) também desenvolveram fórmulas para estimar a gordura corporal pelo IMC e outras variáveis como idade, sexo e etnia, utilizando o DEXA e o modelo de quatro compartimentos como métodos de referência.

Além do IMC, a circunferência da cintura também tem sido utilizada para prever a gordura corporal em adultos. Lean et al. (35) validaram equações de predição da gordura corporal tanto para homens quanto para mulheres, baseadas apenas na circunferência da cintura e na idade, utilizando a pesagem hidrostática como método de referência. A inclusão de medidas de dobras cutâneas foi avaliada pelos autores, entretanto, observou-se que as estimativas apresentaram maiores erros comparadas àquelas obtidas apenas por meio da circunferência da cintura.

A vantagem de utilizar equações baseadas no IMC ou na circunferência da cintura reside no fato de que a estimativa do percentual de gordura é menos dependente de erros intra e inter-avaliador, comparada às das dobras cutâneas, método amplamente utilizado na avaliação da composição corporal.

### **Medidas de dobras cutâneas**

As medidas de dobras cutâneas tem sido o método mais utilizado na determinação da gordura corporal em razão do baixo custo operacional e da relativa simplicidade de utilização, em relação aos outros métodos de avaliação. Na literatura, são documentadas mais de 100 equações para estimar a gordura corporal que utilizam as medidas de dobras cutâneas e, normalmente, são divididas em específicas, validadas em grupos mais homogêneos e generalizadas com base em amostras com características heterogêneas (36).

Normalmente, a pesagem hidrostática é o método mais utilizado como referência para validação das equações envolvendo medidas de dobras cutâneas (37-41). Entretanto, nos últimos anos a sua utilização como método “padrão-ouro” vem sendo questionada, e outros métodos como o DEXA e o modelo de quatro compartimentos têm sido utilizados em estudos de validação (42,43). É importante ressaltar que as estimativas de gordura corporal obtidas por equações da literatura são válidas somente na população em que estas foram validadas. Para que sejam aplicadas em outras populações, é necessária prévia validação para verificar a acurácia das equações.

Estudos verificando a validade de equações, como as de Durnin & Wormersley (37) e de Jackson & Pollock (39), em outros grupos populacionais, têm demonstrado baixa acurácia devido a diferenças inerentes à etnia (44), ao nível de atividade

físico (45) e à quantidade de gordura corporal (42).

No Brasil, dois estudos validaram equações baseadas em medidas de dobras cutâneas utilizando a pesagem hidrostática como método de referência; um envolveu 206 estudantes universitários do Sul do País (40) e o outro avaliou adultos, com idade entre 18 e 60 anos, desta mesma região brasileira (41).

Costa (26) estudou uma amostra representativa da cidade de Santos (SP) e descreveu o comportamento da quantidade e distribuição da gordura corporal de acordo com o sexo e a idade por meio de curvas de percentis, definindo como faixa normal de gordura corporal os valores dispostos entre os percentis 25 e 75, e como categoria de maior risco cardiovascular o percentil acima de 90.

Outros estudos envolvendo a população brasileira têm realizado a validação de diversas equações, entretanto, observa-se que, na maioria das vezes, as amostras são pequenas ou envolvem grupos muito específicos da população, como militares, universitários e mulheres pós-menopausa (46,47). Apesar de existirem equações validadas no Brasil, observa-se ainda o predomínio da utilização das equações de Jackson & Pollock (38) e Durnin & Wormersley (37). Segundo o estudo de Petroski (41), para os homens brasileiros, apenas três das oito equações elaboradas por Jackson & Pollock (38) foram válidas. As equações específicas e generalizadas de Durnin & Wormersley (37) subestimaram significativamente o percentual de gordura corporal mensurado por pesagem hidrostática.

### **Bioimpedância elétrica**

A análise da composição corporal por meio da bioimpedância elétrica (BIA) é baseada na condução de uma corrente elétrica indolor, de baixa intensidade, aplicada ao organismo por meio de cabos conectados a eletrodos ou superfícies condutoras, que são colocados em contato com a pele. A impedância, dada pelos valores de reactância e resistência, é baixa no tecido magro, onde se encontram, principalmente, os líquidos intracelulares e eletrólitos, e alta no tecido adiposo (48).

A BIA, apesar de sua facilidade técnica e alta reprodutibilidade, pode resultar em estimativas menos precisas nas situações em que o balanço hidroeletrólítico está alterado. Portanto, fatores como ingestão de álcool e atividade física intensa realizada antes do teste e presença de edema ou retenção hídrica em certos períodos do ciclo menstrual devem ser avaliados (49). Além disso, outros fatores como ingestão recente de alimentos (50) e obesidade (51) também podem prejudicar a acurácia do teste.

Os aparelhos disponíveis para este tipo de avaliação fornecem os valores de massa de gordura, massa magra e água corporal por meio de equações preditivas ajustadas para sexo, idade, peso, altura e nível de atividade física. Entretanto, as equações de predição variam conforme o aparelho e da mesma

forma que as equações de medidas de dobras cutâneas, apresentam validade apenas para a população de origem, necessitando, portanto, de validação cruzada em outros grupos populacionais.

Estudos de desenvolvimento e de validação de equações de BIA vêm sendo desenvolvidos (52, 53) e diversos aparelhos de BIA bipolar (mensuração em membros inferiores ou superiores) e tetrapolar (corpo inteiro) estão disponíveis no mercado. Entretanto, apesar da facilidade técnica, da alta reprodutibilidade, do custo relativamente baixo e por ser um método não invasivo, estudos têm apresentado valores de composição corporal significativamente diferentes dos obtidos por pesagem hidrostática ou DEXA (54), enquanto outros não o fazem (55,56).

As controvérsias entre os estudos podem ser devidas à variabilidade das equações e dos equipamentos utilizados, de adoção de diferentes protocolos e frequências, de diferenças étnicas e de composição corporal entre as populações, além de influências no estado de hidratação.

Estudos envolvendo a comparação de métodos demonstram que, comparada às equações antropométricas, como as de Durnin & Wormersley (37) e as de Jackson & Pollock (38), a BIA tetrapolar produz estimativas com menores erros (56).

No Brasil, Marques et al. (57) verificaram que a utilização das equações de Lohman (58) e de Stolarczyk et al. (56) é aceitável na avaliação da composição corporal de mulheres brasileiras jovens. No estudo de Glaner (59), somente a equação de Segal et al. (55), desenvolvida para indivíduos com percentual de gordura corporal maior que 20%, apresentou validade em homens militares brasileiros. Já no estudo de Carvalho & Pires-Neto (60), também realizado no Brasil, constatou-se que as estimativas de gordura corporal foram superestimadas tanto em homens quanto em mulheres pela bioimpedância elétrica.

Os três estudos brasileiros citados demonstram a dificuldade de se estabelecer alguma conclusão sobre a validade da BIA em brasileiros devido às diferenças entre os grupos avaliados e ao fato de diferentes equações terem sido utilizadas, além da escassez de estudos desta natureza no País.

Com relação à BIA bipolar, a maioria dos estudos demonstra resultados favoráveis ao seu uso. No estudo de Swartz et al. (261), não houve nenhuma diferença significativa entre o percentual de gordura corporal obtido pela BIA bipolar (Tanita TBF-305®) e o determinado pela pesagem hidrostática, em homens, quando a intensidade da atividade física foi levada em consideração. Entretanto, os autores demonstraram erros de estimativa individual importantes.

Jebb et al. (62) e Cable et al. (63) também verificaram que a BIA bipolar (Tanita TBF-305 e TBF-105®, respectivamente) foi válida na estimativa da composição corporal de homens adultos. Utter et al. (64), estudando mulheres eutróficas e

obesas, não encontraram diferenças significantes entre o percentual de gordura obtido por BIA bipolar (Tanita TBF-105<sup>®</sup>) e pesagem hidrostática nos dois grupos.

Já no estudo de Lukaski & Siders (65), tanto a BIA bipolar superior (Omron HBF-301<sup>®</sup>) quanto a inferior (Tanita TBF-105<sup>®</sup>) não foram adequadas para a avaliação da gordura corporal de homens e mulheres com idade entre 21 e 60 anos, comparadas ao DEXA. Portanto, como ocorre com a BIA tetrapolar, os estudos com a BIA bipolar, apesar de a indicarem na avaliação da composição corporal, necessitam de validação cruzada na população brasileira.

Com relação à validade da bioimpedância para detectar modificações na composição corporal em programas de intervenção, foi verificado no estudo de Jebb et al. (66) que a estimativa de mudanças na gordura corporal pela BIA bipolar relativa ao modelo de compartimentos foi similar às estimativas dadas por outros métodos como plestimografia, DEXA e água corporal total (diluição com deutério), e foi melhor que a bioimpedância tetrapolar.

No estudo de Alvarez et al. (67), a BIA tetrapolar não apresentou resultados satisfatórios na avaliação de indivíduos submetidos à perda de peso. Comparada ao DEXA a BIA apresentou erros de estimativas do percentual de gordura corporal inaceitáveis com erro padrão de +5,22% usando a equação de Lukaski e +7,81% quando a equação de Segal foi utilizada. A estimativa utilizando as medidas de dobras cutâneas foi muito mais precisa e acurada com um erro padrão de +0,86.

Os métodos padrão utilizados, as características da amostra e o tempo de intervenção diferem entre os estudos, dificultando o estabelecimento de um consenso a cerca do uso da BIA na avaliação de modificações da composição corporal e demonstrando a necessidade de maiores investigações.

### **Interactância de infravermelho próximo 68**

A interactância de infravermelho próximo (NIR) é baseada em diferentes densidades ópticas obtidas por meio da absorção e reflexão de comprimentos de onda dos raios infravermelhos emitidos pelo aparelho no tecido subcutâneo de um determinado local anatômico, normalmente o bíceps (68).

Inicialmente, este método foi utilizado com a finalidade de avaliar a composição química de alimentos. Posteriormente, foi modificado e adaptado para avaliação da composição corporal em seres humanos. Apesar de ser também um método de baixo custo, não invasivo, fácil e portátil, sua aplicação é questionável pelo fato de ter sido validado em uma amostra muito pequena (n=17) e homogênea e por prever a gordura corporal a partir de um único local anatômico de depósito subcutâneo. Além disso, seus autores utilizaram apenas testes de correlação para verificar a concordância com o método de diluição de deutério, utilizado como método de referência no estudo (68).

Considerando métodos de avaliação da composição corporal, há na literatura relativamente poucos estudos desta natureza com o método NIR. A reprodutibilidade das medidas fornecidas pelo Futrex-5000<sup>®</sup> foi avaliada no estudo de Schreiner et al. (69) em que se verificaram diferenças estatisticamente significantes entre as medidas inter e intra-avaliador.

Estudos têm demonstrado que o NIR tende a superestimar a gordura corporal em indivíduos com percentuais mais baixos de gordura corporal e a subestimá-la em indivíduos com percentuais mais elevados (70,71). Em meta-análise de onze estudos, realizada por Fogelholm & Lichtenbelt (72) constataram que o método NIR subestimou a gordura corporal em indivíduos com percentual de gordura corporal maior que 25%, e muito mais em indivíduos obesos.

No estudo de Mclean & Skinner (73) apenas 52% dos indivíduos avaliados se mantiverem  $\pm 4\%$  da média de percentual de gordura corporal obtida pelo método de pesagem hidrostática. Já no estudo de Thomas et al. (74), a subestimação média do NIR foi de 15%.

Hicks et al. (75) avaliaram a validade do Futrex-5000<sup>®</sup> em prever a gordura corporal de mulheres com idade média de 34,4 anos e verificaram que o método NIR subestimou significativamente o percentual em 4,4%. Uma das explicações para tal resultado foi o fato de 75% das mulheres terem sido obesas. Além disso, os autores relataram que diferenças na cor da pele podem afetar a mensuração da densidade óptica; indivíduos com pele mais escura tendem a apresentar menores valores de densidade óptica.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar dos numerosos métodos de avaliação da composição corporal, são poucos os estudos que avaliam a sua reprodutibilidade e acurácia na população. Além disso, uma questão bastante discutida refere-se ao estabelecimento de pontos de corte de gordura corporal adequados para a identificação de indivíduos sob risco de alterações metabólicas. Portanto, há necessidade de se avaliar e propor métodos seguros e acurados, de baixo custo e de facilidade técnica que possam ser utilizados, amplamente, pelos profissionais de saúde na avaliação de indivíduos em centros de saúde, clínicas e em estudos populacionais, a fim de garantir adequado direcionamento das medidas de intervenção e das políticas de saúde.

## **REFERÊNCIAS**

1. Cercato C, Mancini MC, Arguello AMC, Passos VQ, Villares SMF, Halpern A. Systemic hypertension, diabetes mellitus, and dyslipidemia in relation to body mass index: evaluation of a Brazilian population. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*. 2004; 59(3):113-8.

2. Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *J Exer Physiol.* 2001; 4(4):1-12.
3. Wienpahl J, Ragland DR, Sidney S. Body mass index and 15-year mortality in a cohort of black men and women. *J Clin Epidemiol.* 1990; 43(9):949-60.
4. Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Engl J Med.* 1999; 341(5):1097-105.
5. World Health Organization (WHO). *Life in the 21<sup>st</sup> century: A vision for all.* Geneva: WHO; 1998.
6. Helmchen LA, Henderson RM. Changes in the distribution of body mass index of white US men, 1890-2000. *Ann Hum Biol.* 2004; 31(2):174-81.
7. Filho MB, Rissin A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. *Cad Saude Publica.* 2003; 19(Suppl 1):S181-91.
8. Megnien JL, Denarie N, Cocaul M, Simon A, Levenson J. Predictive value of waist-to-hip ratio on cardiovascular risk events. *Int J Obes.* 1999; 23(1):90-7.
9. Sargeant LA, Bennett FI, Forrester T, Cooper RS, Wilks RJ. Predicting incident diabetes in Jamaica: the role of anthropometry. *Obes Res.* 2002; 10(8):792-8.
10. Martins IS, Marinho SP. O potencial diagnóstico dos indicadores da obesidade centralizada. *Rev Saude Publica.* 2003; 37(6):760-7.
11. Pereira RA, Sichieri R, Marins VMR. Razão cintura/quadril como preditor de hipertensão arterial. *Cad Saude Publica.* 1999; 15(2):333-44.
12. Velásquez-Meléndez G, Kac G, Valente JG, Tavares R, Silva CQ, Garcia ES. Evaluation of waist circumference to predict general obesity and arterial hypertension in women in Greater Metropolitan Belo Horizonte, Brazil. *Cad. Saude Publica.* 2002; 18(3):765-71.
13. Kuczmarski RJ, Flegal KM. Criteria for definition of overweight in transition: background and recommendations for the United States. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(5):1074-1081.
14. Gus M, Moreira LB, Pimentel M, Gleisener ALM, Moraes RS, Fuchs FD. Associação entre diferentes indicadores de obesidade e prevalência de hipertensão arterial. *Arq Bras Cardiol.* 1998; 70(2):111-4.
15. Siani A, Cappuccio FP, Barba G, Trevisan M, Farinaro E, Iacone R, Russo O, Russo P, Mancini M, Strazzullo P. The relationship of waist circumference to blood pressure: The Olivetti Herat Study. *Am J Hypertens.* 2002; 15(9):780-6.
16. Garn SM, Leonard WR, Hawthorne VM. Three limitations of the body mass index. *Am J Clin Nutr.* 1986; 44(6):996-7.
17. Yao M, Roberts SB, Ma G, Pan H, McCrory MA. Field methods for body composition assessment are valid in healthy Chinese adults. *J Nutr.* 2002; 132(2):310-7.
18. Carrasco F., Reyes E., Rimler O., Rios F. Exactitud del índice de masa corporal en la predicción de la adiposidad medida por impedanciometría bioeléctrica. *Arch Latinoam. Nutr.* 2004; 54(3):280-6.
19. Witt KA, Bush EA. College athletes with an elevated body mass index often have a high upper arm muscle area, but not elevated triceps and subscapular skinfolds. *J Am Diet Assoc.* 2005; 105(4):599-602.
20. Bemben MG, Massey BH, Bemben DA, Boileau RA, Misner JE. Age-related patterns in body composition for men aged 20-79 yr. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27(2):264-9.
21. Lim S, Joung H, Shin CS, Lee HK, Kim KS, Shin EK, Kim H, Lim M, Cho S. Body composition changes with age have gender-specific impacts on bone mineral density. *Bone.* 2004; 35(3):792-8.
22. Lina APM, Sichieri R. Influência da menopausa no índice de massa corporal. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2001; 45(3):265-70.
23. Deurenberg-Yap M, Schmidt G, Staveren WA, Deurenberg P. The paradox of low body mass index and high body fat percentage among Chinese, Malays and Indians in Singapore. *Int J Obes.* 2000; 24(8):1011-7.
24. Vikram NK, Pandey RM, Misra A, Sharma R, Devi JR, Khana N. Non-obese (body mass index < 25kg/m<sup>2</sup>) Asian Indians with normal waist circumference have high cardiovascular risk. *Nutrition.* 2003; 19(6):560-62.
25. Woo S, Shin S, Yun YH, Yoo T, Huh B. Cut-off point of BMI and obesity-related comorbidities and mortality in middle-aged. *Obes Res.* 2004; 12(12):2031-40.
26. Costa RF. Valores referenciais de somatórias de dobras cutâneas em moradores da cidade de Santos – SP, de 20 a 69 anos de idade. [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: USP; 2001.
27. Kyle UG, Schutz Y, Dupertuis YM, Pichard C. Body composition interpretation: contributions of the fat-free mass index and the body fat mass index. *Nutrition.* 2003; 19(7-8):597-604.
28. Sönmez K, Akçakoyun M, Akçay A, Demir D, Duran NE, Gençbay M, Degertekin M, Turan F. Which method should be used to determine the obesity, in patients with coronary artery disease? (Body mass index, waist circumference or waist-hip ratio). *Int J Obes.* 2003; 27(3):341-6.
29. Lean MEJ, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *Br Med J.* 1995; 311(6998):158-61.
30. Ford ES, Mokdad AH, Giles WH. Trends in waist circumference among U.S. adults. *Obes Res.* 2003; 11(10):1223-31.
31. Han TS, Leer EM, Seidell JC, Lean MEJ. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *Br Med J.* 1995; 311(7017):1401-5.
32. Lahti-Koski M, Pietinen P, Männistö S, Vartiainen E. Trends in waist-to-hip ratio and its determinants in adults in Finland from 1987 to 1997. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(6):1436-44.
33. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr.* 1991; 65(2):105-14.
34. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Health percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(3):694-701.
35. Lean MEJ, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr.* 1996; 63(11):4-14.
36. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr.* 1987; 46(4):537-56.

37. Durnin JVGA, Wormersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974; 32(1):77-97.
38. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978; 40(3):497-504.
39. Jackson AS, Pollock ML, Ward ANN. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc.* 1980; 12(3):175-82.
40. Guedes DP. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. [Dissertação de Mestrado]. Santa Maria: UFSM; 1985.
41. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. [Tese de Doutorado], Santa Maria: UFSM; 1995.
42. Bottaro MF, Heyward VH, Bezerra RFA, Wagner DR. Skinfold method vs dual-energy x-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. *J Exer Physiol.* 2002; 5(2):11-8.
43. Peterson MJ, Czerwinski SA, Siervogel RM. Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a 4-compartment model. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77(5):1186-91.
44. Brandon LJ. Comparison of existing skinfold equations for estimating body fat in African American and white women. *Am J Clin Nutr.* 1998; 67(6):1155-61.
45. Sinning WE, Dolny DG, Little KD, Cunningham LN, Racaniello A, Siconolfi SF, Sholes JL. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in male athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 1985; 17(1):124-30.
46. Souza OF, Neto CSP, Guimarães FJSP. Comparação e validação cruzada de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para estimar a massa corporal magra de alunos do NPOR. *Rev Paul Educ Fis.* 1998; 12(2):193-201.
47. Glaner MF, Rodriguez-Añez CR. Validação de equações para estimar a densidade corporal e/ou percentual de gordura para militares masculinos. *Treinamento Desportivo.* 1999; 4(1):29-36.
48. Román MC, Torres SP, Bellido MC. Bases físicas del análisis de la impedância bioelétrica. *Vox Paediatr.* 1999; 7(2):139-43.
49. Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64:(Suppl):S423-7.
50. Slinde F, Rossander-Huthén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr.* 2001; 74(4):474-8.
51. Deurenberg, P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64(Suppl):S449-52.
52. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition.* 2001; 17(3):248-53.
53. Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Field K, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Hubbard VS. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multi-component model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77(2):331-40.
54. Sun G, French CR, Martin GR, Younghusband B, Green RC, Xie Y, Mathews M, Barron JR, Fitzpatrick DG, Gulliver W, Zhang H. Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81(1):74-8.
55. Segal KR, Loan MV, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Italie TBV. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr.* 1988; 47(1):7-14.
56. Stolarczyk LM, Heyward VH, Loan MDV, Hicks VL, Wilson WL, Reano LM. The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal et al: are they generalizable and practical? *Am J Clin Nutr.* 1997; 66(1):8-17.
57. Marques MB, Heyward V, Paiva CE. Validação cruzada de equações de bio-impedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). *Rev Bras Ciên e Mov.* 2000; 8(4):14-20.
58. Lohman, TG. *Advances in body composition assessment.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.
59. Glaner MF. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. *Rev Bras Cine Des Hum.* 2005; 7(1):5-11.
60. Carvalho ABR, Pires-Neto CS. Composição corporal através dos métodos da pesagem hidrostática e impedância bioelétrica em universitários. *Rev Bras Cine Des Hum.* 1999; 1(1):18-23.
61. Swartz AM, Evans MJ, King GA, Thompson DL. Evaluation of a foot-to-foot bioelectrical impedance analyzer in highly active, moderately active and less active young men. *Br J Nutr.* 2002; 88(2):205-10.
62. Jebb SA, Cole TJ, Doman D, Murgatroyd PR, Prentice AW. Evaluation of the novel Tanita body-fat analyzer to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *Br J Nutr.* 2000; 83(2):115-22.
63. Cable A, Mieman DC, Austin M, Hogen E, Utter AC. Validity of leg-to-leg bioelectrical impedance measurement in males. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001; 41(3):411-4.
64. Utter AC, Nieman DC, Ward AN, Butterworth DE. Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69(4):603-7.
65. Lukaski HC, Siders WA. Validity and accuracy of regional bioelectrical impedance devices to determine whole-body fatness. *Nutrition.* 2003; 19(10):851-7.
66. Jebb, SA, Siervo M, Murgatroyd PR, Evans S, Frühbeck G, Prentice AM. Validity of the leg-to-leg bioimpedance to estimate changes in body fat during weight loss and regain in overweight women: a comparison with multi-compartment models. *Int J Obes.* 2007; 31: 756-62.
67. Alvarez VP, Dixon JB, Strauss BJ, Laurie CP, Chaston TB, O'Brien PE. Single frequency bioelectrical impedance is a poor method for determining fat mass in moderately obese women. *Obes Surg.* 2007; 17(2): 211-21.
68. Conway JM, Norris KH, Bodwell CE. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *Am J Clin Nutr.* 1984; 40(6):1123-30.

69. Schreiner PJ, Pitkâniemi J, Pekkanen J, Saloma, V. Reliability of near-infrared interactance body fat assessment relative to standard anthropometric techniques. *J Clin Epidemiol.* 1995; 48(11):1361-7.
70. Smith DB, Johnson GO, Stout JR, Housh TJ, Housh DJ, Evetovich TK. Validity of near-infrared interactance for estimating relative body fat in female high school gymnasts. *Int J Sports Med.* 1997; 18(7):531-7.
71. Vehrs P, Jr Morrow JR, Butte N. Reliability and concurrent validity of Futrex and bioelectrical impedance. *Int J Sports Med.* 1998; 19(8):560-6.
72. Fogelholm M, Lichtenbelt WM. Comparison of body composition methods: a literature analysis. *Eur J Clin Nutr.* 1997; 51(8):495-503.
73. Mclean KP, Skinner JS. Validity of Futrex-5000 for body composition determination. *Med Sci Sports Exerc.* 1992; 24(2):253-8.
74. Thomas DW, Ryde SJS, Ali PA, Birks JL, Evans CJ, Saunders NH, Al-Zeiback S, Dutton J, Hancock DA. The performance of an infra-red interactance instrument for assessing total body fat. *Physiol Meas.* 1997; 18(4):305-15.
75. Hicks VL, Stolarczyk LM, Heyward VH, Baumgartner RN. Validation of near-infrared interactance and skinfold methods for estimating body composition of American Indian women. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(3):531-9.

Recibido:11-07-2007

Aceptado: 26-10-2007

## Padronização e confiabilidade das medidas antropométricas para pesquisa populacional

*Deivis Elton Schlickmann Frainer, Fernando Adami, Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos, Maria Alice Altenburg de Assis, Maria Cristina Marino Calvo y Raquel Kerpel*

Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil

**RESUMO.** O objetivo do presente estudo foi padronizar e determinar a confiabilidade das medidas realizadas por cinco antropometristas de uma pesquisa populacional. A padronização, com conteúdos teóricos e práticos relativos à técnica de mensuração antropométrica, foi realizada em setembro de 2006 e março de 2007, quando foram aferidos o erro técnico de medição (ETM) intra-avaliador e inter-avaliador, respectivamente. Para determinar o ETM intra-avaliador, 107 escolares foram avaliados em dois dias distintos. Para a aferição do ETM inter-avaliadores, 22 escolares foram avaliados um de cada vez, durante o mesmo período, pelos cinco avaliadores e por um avaliador padrão. De forma geral, o resultado de ETM absoluto intra-avaliador para as dobras cutâneas foi menor que 1 mm. Para as circunferências quase todos tiveram valores menores que 1 cm. A análise do ETM relativo intra-avaliador indica que, para as dobras cutâneas subescapular, supraílica e panturrilha medial a maioria dos valores esteve acima dos valores limites para antropometristas iniciantes. Quase todos os valores de R intra-avaliadores foram maiores que 0,95 para as dobras cutâneas e maiores que 0,99 para as circunferências. Observa-se que os resultados de ETM absoluto e de R do estudo interavaliador foram similares aos do estudo intra-avaliador. Em relação ao ETM relativo interavaliador verificou-se uma melhora dos antropometristas, devido a maior ocorrência de valores dentro dos limites aceitáveis. Este estudo mostrou que após a realização de duas aferições do ETM, os antropometristas melhoraram seu desempenho e pode-se considerar que o processo de treinamento e de padronização de medidas antropométricas foi bem sucedido.

**Palavras-chave:** Padronização, antropometria, avaliação nutricional.

### INTRODUÇÃO

A obesidade infantil tem sido considerada um problema de saúde pública, principalmente pela relação que ela tem com as morbimortalidades na vida adulta (1) e pelo considerável aumento na sua prevalência, nas últimas décadas, em diversos países (2,3).

Para o diagnóstico do sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes, em estudos populacionais, a antropometria é

**SUMMARY. Standardization and reliability of anthropometric measurements for population surveys.** In this paper we describe the standardization and reliability of anthropometric measurements carried out by five population survey anthropometrists. For the standardization of anthropometric measurement techniques, one expert anthropometrist conducted two theoretical and practical workshops, in September 2006 and March 2007, where the intra- and interobserver technical errors of measurement (TEMs) were assessed, respectively. For the intraobserver assessment of anthropometric measurements, we studied 121 schoolchildren on two different days. For interobserver assessment, we studied 22 schoolchildren that were measured, during the same period, once by each of the five anthropometrists and by an expert anthropometrist. For skinfold thickness, intraobserver TEMs in general were smaller than 1 mm; for circumferences, TEMs in general were smaller than 1 cm. For the subscapular, suprailiac and calf skinfolds, the intraobserver relative TEMs were greater than the acceptable limit for beginner anthropometrists. Intraobserver reliability for skinfold thickness was greater than 0.95 and for circumferences was greater than 0.99 in almost all cases. The results of interobserver TEMs and reliability were similar to intraobserver assessment. The anthropometrists performed better in the intraobserver relative TEMs because their values were smaller than the acceptable limit. We conclude that the anthropometrists showed a better performance after two assessments of the error of measurement. This suggests that the standardization process of anthropometric measurements was carried out with success.

**Key-words:** Standardization, anthropometry, nutrition assessment.

utilizada por ser um método simples, não dispendioso e não invasivo (4,5). As medidas antropométricas mais utilizadas como preditoras da adiposidade são massa corporal, estatura, dobras cutâneas e circunferências (6,7).

As variações de valores de medidas antropométricas entre populações do mesmo sexo e faixa etária, em diferentes estudos, podem estar relacionadas às características genéticas e étnicas, bem como às condições sócio-econômicas e de estilo de vida da população estudada (8). No entanto, em estudos populacionais, podem ser introduzidas variações nas medidas antropométricas decorrentes do descuido com a padronização, com a técnica de medição, e com a seleção e aferição dos instrumentos de mensuração (9-11). Para garantir a precisão

Este estudo recebeu fomento financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e administrativo da Universidade Federal de Santa Catarina.

dessas medidas é indispensável o treinamento da equipe de coleta de dados e a determinação de índices que possam averiguar a confiabilidade das medidas antropométricas realizadas pelos avaliadores.

A confiabilidade de uma medida antropométrica pode ser determinada através do coeficiente de confiabilidade ( $R$ ), que indica o grau no qual a variabilidade é devida a fatores alheios à variância da mensuração ou a variação fisiológica (9). Quanto menor a variabilidade entre medidas repetidas de um mesmo sujeito (diferenças intra-avaliador) ou de dois ou mais observadores (diferenças interavaliador), maior é a precisão. Outra medida recomendada para o controle de qualidade é o erro técnico de medição (ETM), que é um índice de imprecisão, determinado pelo desvio padrão entre medidas repetidas (10,12). O uso dessas duas estimativas de erro ( $R$  e ETM) fornece a informação necessária para determinar o grau de precisão de uma série de mensurações (13).

É recomendada a constante avaliação dos antropometristas, calibração e aferição dos instrumentos de avaliação durante um estudo populacional, para que sejam controlados e minimizados os erros, mantendo assim a qualidade das medidas antropométricas realizadas (9,14).

Em Florianópolis (SC – Brasil), foi realizada uma pesquisa populacional cujo objetivo foi avaliar a evolução da composição corporal e verificar a tendência e a prevalência de sobrepeso, obesidade e baixo peso de escolares de 7 a 14 anos. Antes de realizar a coleta de dados, foi conduzido um estudo-piloto para avaliar os instrumentos de pesquisa e treinar os examinadores. Esse estudo teve a finalidade de garantir a padronização da equipe de coleta de dados da pesquisa.

Esse artigo descreve o processo de treinamento e a rotina de verificação da confiabilidade das medidas antropométricas entre os cinco antropometristas da equipe. Foram determinados os erros intra-avaliador e interavaliadores na mensuração de dobras cutâneas e de circunferências em escolares de sete a quatorze anos de idade.

## METODO

O treinamento dos cinco antropometristas da equipe foi realizado em dois momentos, setembro de 2006 e março de 2007, quando foram aferidos o erro intra-avaliador e interavaliador, respectivamente. Nas duas ocasiões foram realizados seminários de padronização de medidas antropométricas, abordando-se conteúdos teóricos e práticos relativos à técnica de mensuração das medidas de massa corporal, estatura, dobras cutâneas e circunferências. A condução destes seminários coube a um profissional de educação física com experiência em antropometria. Após os seminários, foram conduzidas as avaliações antropométricas em duas escolas da rede municipal de ensino fundamental do município de Florianópolis (SC) - uma para aferição do erro intra-avaliador

e outra para aferição do erro interavaliador. O critério de escolha das escolas foi o de conveniência.

### Erro intra-avaliador

Essa aferição buscou verificar se os examinadores conseguiram reproduzir as medidas de forma constante, o que indicaria a precisão de suas medições.

Para participar desse estudo foram convidados 174 escolares de seis turmas, de primeiro ao oitavo ano do ensino fundamental da escola selecionada. Cinquenta e dois meninos e 55 meninas de 7 a 14 anos de idade forneceram o consentimento para participar da pesquisa.

Os antropometristas realizaram, individualmente, uma seqüência de medidas antropométricas em cada escolar, em dois dias distintos e no mesmo turno, conforme procedimentos e orientações de Perini *et al.* (10). Para o cálculo do erro intra-avaliador a literatura pertinente recomenda que cada antropometrista avalie no mínimo 20 sujeitos (10). Somente um antropometrista avaliou menos de 20 crianças (Tabela 1).

TABELA 1

Valores de ETM (relativo) considerados aceitáveis para dobras cutâneas e para outras medidas antropométricas segundo Pederson e Gore (29)

Tipo de análise		Antropometrista Iniciante	Antropometrista experiente
Intra-avaliador	Dobras cutâneas	7,5%	5,0%
	Outras medidas	1,5%	1,0%
Interavaliador	Dobras cutâneas	10,0%	7,5%
	Outras medidas	2,0%	1,5%

### Erro inter-avaliador

Essa aferição buscou verificar se os examinadores fizeram medições semelhantes entre eles, o que indicaria a precisão das variações das medições quando realizadas por diferentes antropometristas. Para o cálculo do erro entre os observadores a literatura pertinente recomenda que cada antropometrista avalie no mínimo 20 sujeitos (10).

No seminário que antecedeu essa avaliação foram apresentados os resultados da aferição do ETM obtidos na aferição do erro intra-avaliador. Foram discutidas as questões técnicas relativas aos erros de medida e procedidas novas orientações e treinamentos práticos para o aprimoramento das mensurações.

Para a avaliação do erro entre os avaliadores foram sorteados 30 alunos de primeira a oitava série, dos quais 22 (onze meninos e onze meninas de sete a 15 anos de idade) tiveram o consentimento para participar do estudo. Esses escolares foram mensurados, um de cada vez, durante o mesmo período, pelos cinco avaliadores e por um avaliador experiente, considerado “avaliador padrão” (11). O critério

utilizado para a escolha de um antropometrista de referência foi sua experiência teórica e prática em medidas antropométricas, de acordo com as recomendações de Lohman *et al.* (15). Para tal, deu-se preferência ao examinador diplomado no curso de graduação em educação física, o qual havia também realizando mais de 2000 avaliações antropométricas com mensurações de peso, estatura, dobras cutâneas, circunferências, perímetros e diâmetros. Este avaliador (D.E.S.F), considerado mais experiente do que os demais avaliadores do presente estudo, conduziu todo o processo de padronização das medidas antropométricas. Segundo Ulijaszek e Kerr (11) a acurácia das medições antropométricas é determinada pela comparação de medidas efetuadas por examinadores contra aquelas de um antropometrista de referência, isto é, um indivíduo que tenha internalizado tão quanto seja possível, as regras das medições antropométricas como delineado na literatura.

Para determinar o erro de medida interavaliador, foram comparados os valores das medições obtidos pelos cinco antropometristas com os obtidos pelo avaliador experiente.

### Medidas antropométricas

As medidas antropométricas coletadas foram massa corporal, estatura, dobras cutâneas subescapular, tricipital, suprailíaca e panturrilha medial, e circunferências do braço, cintura e quadril. Foram utilizados os procedimentos descritos por Lohman *et al.* (15) e recomendados pela Organização Mundial da Saúde (16).

A massa corporal e a estatura foram mensuradas com os avaliados descalços e com pouca roupa (somente uma camisa e uma bermuda, saia ou calça). Utilizou-se uma balança eletrônica portátil da marca Marte, com precisão de 0,1 kg, para o peso, e um estadiômetro portátil, com precisão de 0,1 cm, para a estatura. Essas variáveis foram mensuradas uma única vez, para efeito de caracterização da amostra (15).

A seqüência completa das medidas de dobras cutâneas (tríceps, subescapular, suprailíaca, e panturrilha medial) seguida das medidas de circunferências (cintura, quadril, e braço) foi efetuada em triplicata, de forma não consecutiva.

As dobras cutâneas (DC) foram mensuradas com adipômetro da marca Cescorf com a precisão de 0,1 mm. As circunferências foram mensuradas com uma fita métrica com a precisão de 0,1 mm, com o sujeito em posição ortostática. Todas as medidas foram realizadas do lado direito do corpo (15).

A medição da DC tríceps foi feita na parte posterior do braço, no ponto médio entre o processo acromial e o olécrano. A medição da DC subescapular foi feita 2 cm abaixo do ângulo inferior da escápula a uma inclinação de 45° em relação ao lado do corpo. A medição da DC suprailíaca foi feita 2 cm acima da crista ilíaca ao nível da linha media axilar. A DC panturrilha medial foi obtida na parte interna da perna, no ponto de maior volume da panturrilha (15).

A circunferência da cintura foi mensurada após uma expiração normal, posicionando-se a fita métrica horizontalmente na menor circunferência do tronco, ou no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca. A circunferência do quadril foi mensurada no ponto de máxima circunferência dos glúteos com a fita posicionada no plano horizontal. A circunferência do braço foi mensurada no ponto médio do braço, estando o braço relaxado e o observador posicionado ao lado do corpo do avaliado (15).

### Análise de dados

Diversos estudos têm avaliado a confiabilidade de medidas antropométricas utilizando análises de variância entre medidas (12,17), o coeficiente de variação (17,18), a média da diferença entre as mensurações (14,19), e o coeficiente de correlação intra-classe (9,18). Para a determinação da confiabilidade das medidas antropométricas optou-se pela análise do erro técnico de medição (ETM) e do coeficiente de confiabilidade (*R*), em analogia a outros estudos (9,12,19-21). O ETM e o coeficiente de confiabilidade das dobras cutâneas e das circunferências foram analisados por serem as medidas referidas na literatura que apresentam maior erro na mensuração e requerem um maior nível de treinamento entre os avaliadores (9,11).

Os procedimentos de cálculo do ETM absoluto, ETM relativo e *R* foram realizados segundo a descrição de Ulijaszek e Kerr (11).

O erro técnico de medida (ETM) é obtido ao realizar uma série de medidas repetidas em um sujeito, por meio de um avaliador, ou por meio de dois ou mais avaliadores, tomando as diferenças entre as mensurações e aplicando-as em uma equação apropriada (11). O cálculo para o erro intra e interavaliador é o mesmo. Para a determinação do ETM intra-avaliador para duas mensurações e para o ETM interavaliador envolvendo dois observadores é utilizada a seguinte equação:

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum D^2}{2N}}$$

Onde *D* é a diferença entre as medidas e *N* é o número de indivíduos medidos.

A unidade do ETM é a mesma da variável analisada. Essa equação permite calcular o ETM absoluto, o qual também pode ser expresso em percentual, relacionando-o com a média total da variável analisada (ETM relativo), obtido segundo a equação:

$$ETM (relativo) = \left( \frac{ETM (absoluto)}{Valor\ médio\ da\ variável} \right) \times 100$$

O ETM relativo oferece a vantagem de minimizar o efeito da magnitude da variável. Isso é especialmente interessante para comparações de medidas no mesmo estudo ou para comparações entre estudos diferentes, haja vista que existe

uma associação positiva entre ETM absoluto e a magnitude da variável (11).

Outra fórmula utilizada para comparar o ETM entre estudos é o coeficiente de confiabilidade (*R*), uma medida de precisão amplamente utilizada em estudos populacionais, que indica a proporção de variação das medidas entre sujeitos de um estudo, e é independente do erro de medição (14). O *R* permite a comparação entre os resultados de diversos estudos e variáveis, minimizando o efeito da magnitude da variável e da amostra. O coeficiente de confiabilidade (*R*) fornece valores de 0 a 1, e pode ser calculado usando a seguinte equação (11):

$$R = 1 - \left( \frac{(ETM \text{ relativo})^2}{\text{Coeficiente de Variação}^2} \right)$$

A normalidade dos dados foi constatada com o teste de Kolmogorov-Smirnov, e a comparação dos mesmos, para caracterização da amostra, foi realizada com o teste ANOVA. O nível de significância adotado nos testes estatísticos foi de  $p < 0,05$ . As análises foram efetuadas através do programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS Version 10.0 for windows, 1998, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

#### Avaliação do ETM e do R

Para a avaliação do ETM se utilizou valores normativos, considerados aceitáveis para antropometristas iniciantes e experientes (Tabela 1), propostos por Pederson & Gore (21).

O coeficiente de confiabilidade (*R*) foi avaliado considerando o critério utilizado no estudo do *Multicentre Growth Reference Study Group* (WHO MGRS, 2006), o qual estabelece que valores de *R* maiores que 0.8 representam medida de excelente confiabilidade, e valores de *R* entre 0.61 e 0.8 denotam uma substancial confiabilidade (14).

#### Critérios éticos do estudo

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina. Participaram do estudo as crianças que aceitaram realizar as medidas antropométricas e que apresentaram o termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelos pais.

### RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta a caracterização da amostra de escolares, que participaram dos dois estudos para determinação do erro técnico de medição intra e interavaliador na Tabela 2. São apresentadas as médias e desvio padrão (DP) da idade (anos), massa corporal (kg), estatura (cm), somatório de dobras cutâneas (SDC) subescapular e tricipital (mm). Os resultados são sumarizados segundo os antropometristas e os respectivos avaliados. Não foi encontrada diferença significativa entre os valores observados pelos antropometristas para as variáveis de idade, massa corporal, estatura e SDC subescapular e tricipital.

TABELA 2

Número de escolares avaliados pelos antropometristas, valores médios (desvio-padrão) das características antropométricas dos escolares para determinar o ETM intra-avaliador, e pelo antropometrista experiente para determinar o ETM interavaliador. Florianópolis, 2006

Antropometrista	N	Idade (anos)*	Massa corporal (kg)*	Estatura (cm)*	ΣDC Sub + Triceps (mm)*
1	23	10,3 (2,3)	37,0 (10,9)	144,1 (14,8)	17,4 (6,2)
2	25	10,0 (2,7)	36,3 (9,9)	139,9 (15,2)	19,7 (6,3)
3	22	10,7 (2,5)	40,1 (12,7)	145,7 (15,4)	18,4 (9,8)
4	23	9,4 (2,6)	38,9 (15,6)	141,7 (16,5)	22,3 (10,5)
5	14	11,0 (2,6)	42,4 (19,7)	147,5 (16,2)	21,4 (12,6)
P	22	9,9 (2,6)	35,2 (11,7)	139,6 (14,9)	19,4 (9,1)

P: Valores aferidos pelo antropometrista de referência no estudo interavaliador.

\* Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os antropometristas (ANOVA One-Way).

ΣDC - somatório de dobras cutâneas subescapular e tricipital.

A Tabela 3 apresenta os valores do ETM absoluto (mm), ETM relativo (%) e *R*, intra-avaliador, para as dobras cutâneas subescapular, tricipital, suprailíaca e panturrilha medial e circunferências do braço, da cintura e do quadril, dos cinco antropometristas avaliados. De forma geral, o resultado de ETM absoluto intra-avaliador para as dobras cutâneas foi

menor que 1 mm, ou ficaram entre 1 e 2 mm. Para as circunferências, quase todos os antropometristas tiveram valores menores que 1 cm. A análise do ETM relativo intra-avaliador indica que, para as dobras cutâneas subescapular, suprailíaca e panturrilha medial a maioria dos valores esteve acima dos valores limites para antropometristas iniciantes

(Tabela 1). Para a circunferência do braço foram encontrados dois valores de ETM relativo intra-avaliador um pouco acima dos valores aceitáveis. Quase todos os valores de *R* intra-avaliadores foram maiores que 0,95 para as dobras cutâneas e maiores que 0,99 para as circunferências.

Na Tabela 4 são apresentados os valores do ETM absoluto (mm), ETM relativo (%) e *R*, interavaliador, para as dobras cutâneas subescapular, tricipital, suprailíaca e panturrilha medial e circunferências do braço, da cintura e do quadril, dos cinco antropometristas avaliados. Observou-se que os

valores de ETM absoluto interavaliador foram menores de 1 mm para a maioria das dobras cutâneas avaliadas, ou ficaram entre 1 e 2 mm. Para quase todas as circunferências o erro foi menor que 1 cm. Em relação ao ETM relativo interavaliador apresentado nesse estudo, verifica-se uma ocorrência menor de valores acima dos limites aceitáveis. O coeficiente de confiabilidade (*R*) interavaliador, de modo geral, foi maior que 0,95 para quase todas as dobras e circunferências, apresentando em algumas medidas valores maiores que 0,99.

TABELA 3  
Valores do ETM absoluto (mm), ETM relativo (%) e coeficiente de confiabilidade (*R*) intra-avaliador, para as dobras cutâneas subescapular, tricipital, suprailíaca e panturrilha medial e circunferências do braço, da cintura e do quadril. Florianópolis, 2006

	Antropometrista*				
	1	2	3	4	5
	Subescapular				
ETM absoluto (mm)	0,36	0,62	0,39	0,83	1,11
ETM relativo (%)	5,4	7,8	5,6	9,3	12,5
Coeficiente de Confiabilidade ( <i>R</i> )	0,987	0,970	0,992	0,978	0,960
	Suprailíaca				
ETM absoluto (mm)	0,44	1,43	0,79	1,36	1,86
ETM relativo (%)	4,5	10,6	10,3	9,8	13,5
Coeficiente de Confiabilidade ( <i>R</i> )	0,993	0,964	0,985	0,973	0,958
	Tricipital				
ETM absoluto (mm)	0,48	0,44	0,54	1,11	0,86
ETM relativo (%)	4,4	4,3	4,7	8,3	6,9
Coeficiente de Confiabilidade ( <i>R</i> )	0,980	0,984	0,992	0,955	0,985
	Panturrilha medial				
ETM absoluto (mm)	0,84	0,35	1,11	1,18	1,60
ETM relativo (%)	8,4	3,7	8,1	9,1	12,3
Coeficiente de Confiabilidade ( <i>R</i> )	0,940	0,993	0,979	0,963	0,959
	Circunferência do braço				
ETM absoluto (cm)	0,33	0,22	0,30	0,35	0,35
ETM relativo (%)	1,5	1,1	1,4	1,6	1,6
Coeficiente de Confiabilidade ( <i>R</i> )	0,986	0,993	0,997	0,991	0,995
	Circunferência da cintura				
ETM absoluto (cm)	0,67	0,73	0,78	0,58	0,62
ETM relativo (%)	1,1	1,3	1,3	0,9	1,0
Coeficiente de Confiabilidade ( <i>R</i> )	0,990	0,982	0,997	0,997	0,997
	Circunferência do quadril				
ETM absoluto (cm)	0,84	0,66	1,29	1,01	0,76
ETM relativo (%)	1,1	0,9	1,7	1,3	0,9
Coeficiente de Confiabilidade ( <i>R</i> )	0,989	0,995	0,995	0,994	0,997

\* Número de avaliados pelo antropometrista 1 = 23; antropometrista 2 = 25; antropometrista 3 = 22; antropometrista 4 = 23; antropometrista 5 = 14.

TABELA 4  
Valores do ETM absoluto (mm), ETM relativo (%) e R interavaliador para as dobras cutâneas subescapular, tricipital, supraílica e panturrilha medial e circunferências do braço, da cintura e do quadril, considerando um avaliador experiente. Florianópolis, 2007

	Antropometrista*				
	1	2	3	4	5
Tipo de análise	Subescapular				
ETM absoluto (mm)	0,17	1,27	0,44	0,45	1,26
ETM relativo	1,9	15,6	4,9	5,7	13,2
Coefficiente de Confiabilidade (R)	0,999	0,934	0,993	0,990	0,945
	Supraílica				
ETM absoluto (mm)	0,79	1,05	1,91	1,77	2,19
ETM relativo	5,8	7,9	14,8	14,3	14,9
Coefficiente de Confiabilidade (R)	0,990	0,991	0,928	0,965	0,941
	Tricipital				
ETM absoluto (mm)	0,63	0,38	0,38	0,56	1,02
ETM relativo	5,3	3,6	3,2	5,2	8,2
Coefficiente de Confiabilidade (R)	0,980	0,995	0,993	0,989	0,956
	Panturrilha medial				
ETM absoluto (mm)	0,94	0,81	0,53	0,52	1,23
ETM relativo	7,8	7,8	4,3	5,0	9,6
Coefficiente de Confiabilidade (R)	0,977	0,974	0,994	0,990	0,964
	Circunferência do braço				
ETM absoluto (cm)	0,20	0,22	0,35	0,26	0,82
ETM relativo	0,9	1,0	1,6	1,2	3,9
Coefficiente de Confiabilidade (R)	0,997	0,996	0,991	0,995	0,951
	Circunferência da cintura				
ETM absoluto (cm)	0,57	0,44	0,42	0,80	0,79
ETM relativo	0,9	0,7	0,7	1,3	1,3
Coefficiente de Confiabilidade (R)	0,994	0,997	0,997	0,989	0,989
	Circunferência do quadril				
ETM absoluto (cm)	0,46	0,68	1,08	0,90	0,46
ETM relativo	0,6	0,9	1,4	1,2	0,6
Coefficiente de Confiabilidade (R)	0,998	0,994	0,991	0,990	0,998

\* Os antropometristas 1,2,3,4,5 e o antropometrista experiente avaliaram as mesmas 22 crianças.

## DISCUSSÃO

A importância do presente estudo pode ser ressaltada na descrição dos métodos de treinamento de antropometristas iniciantes, e na indicação dos resultados de confiabilidade das medidas antropométricas destes examinadores, os quais posteriormente participaram de uma pesquisa populacional. Segundo Ulijaszek e Kerr (11) a determinação da acurácia das medidas antropométricas é problemática, pois o valor correto de qualquer medida é impossível de se conhecer. Portanto, estudos de padronização e confiabilidade de medidas antropométricas minimizam os erros inerentes às variações de técnica de medição antropométrica. Estudos dessa natureza revestem-se de importância devido à baixa frequência de sua realização em pesquisas populacionais, que envolvem a utilização da antropometria.

A comparação dos dados de idade, massa corporal, estatura e SDC subescapular e tricipital dos grupos avaliados pelos diferentes antropometristas mostrou que houve condições similares para que todos pudessem realizar as medidas antropométricas e obter um erro de mensuração influenciado igualmente pelas características biológicas do avaliado (11). Essa consideração é especialmente importante nesse estudo, pois não foi possível determinar o erro inerente às crianças avaliadas.

Os valores de ETM absoluto foram semelhantes aos encontrados em estudo realizado por Moreno *et al.*(9) e menores do que os apresentados na revisão de Ulijaszek e Kerr (11). Ulijaszek e Kerr (11) apontaram que os altos valores de ETM encontrados nos estudos revisados podem ser resultantes do fato da maioria dos dados serem provenientes de estudos epidemiológicos, nos quais a antropometria faz

parte de uma pesquisa mais abrangente que envolve outros métodos. Além disso, sublinham o fato de muitos estudos apresentarem resultados auto-relatados de erro dos antropometristas, ou mesmo utilizarem antropometristas iniciantes e/ou com pouca experiência em antropometria (11).

No presente estudo, foi observado que quase todas as medidas de  $R$  intra-avaliadores foram maiores que 0,95 para as dobras cutâneas e maiores que 0,99 para as circunferências, indicando que mesmo antropometristas com menos experiência podem apresentar valores confiáveis de medida, quando submetidos ao treinamento teórico e prático de mensuração. Resultado semelhante foi encontrado no estudo de Moreno *et al.* (9) para as medidas de dobras cutâneas. Para as medidas de circunferências apresentaram-se maiores valores de  $R$ . No estudo desenvolvido pelo *Multicentre Growth Reference Study Group (WHO MGRS)* (14) também foram encontrados menores valores de  $R$  para as dobras cutâneas do que para os valores de circunferências. Estes achados podem ser atribuídos pela à maior variação e a menor precisão na medida de dobras cutâneas quando comparada às medidas de circunferências (11,14).

Outra medida apresentada na tabela 3 é o ETM relativo intra-avaliador, pelo qual se pode classificar o erro do antropometrista como sendo aceitável ou não aceitável (10,21).

De maneira similar aos achados deste estudo, maiores valores de ETM relativo intra-avaliador na medida das dobras cutâneas subescapular, supra-ilíaca e panturrilha medial têm sido apontados na literatura (10,12,14,20). Deve-se considerar a dificuldade em mensurar as dobras cutâneas em locais que apresentam um maior acúmulo de gordura corporal, como é o caso das dobras localizadas em determinadas regiões do tronco, pois parece que quanto maior a medida, maior é o erro, o que é conhecido como efeito de escala (10,18).

O efeito da prática e da insistência nos aspectos técnicos da tomada das medidas pode ser verificado ao se analisar os dados encontrados no segundo estudo feito para a determinação do ETM interavaliador (Tabela 4). Nessa etapa os resultados foram melhores do que na etapa anterior.

Comparando os dados de ETM absoluto e do  $R$  com os obtidos por Moreno *et al.* (9) e Ulijaszek e Kerr (11), verificam-se valores similares aos recomendados na literatura (21). Entretanto, tais estudos utilizaram mais de dois avaliadores para medição do ETM interavaliador. O aumento do número de avaliadores tem como conseqüência o aumento do erro interavaliador (14,18). Adams *et al.* (20) utilizaram metodologia similar à empregada no presente estudo onde a averiguação do ETM interavaliador foi efetuada com base em dois avaliadores, sendo um avaliador considerado como experiente (avaliador padrão). Comparando os resultados, pode-se observar que em todas as medidas de dobras e circunferências os valores de ETM absoluto do estudo de Adams *et al.* (20) foram maiores do que os encontrados no

presente estudo.

O coeficiente de confiabilidade ( $R$ ) interavaliador, de modo geral, foi maior que 0,95 para quase todas as dobras e circunferências, apresentando em algumas medidas valores maiores que 0,99 (Tabela 4).

Em relação ao ETM relativo interavaliador observou-se que diversos antropometristas apresentaram valores de ETM relativos melhores do que a referência de aceitável para um antropometrista experiente. Somente um antropometrista teve um desempenho inferior em relação a seus pares, obtendo valores aceitáveis somente para a circunferência da cintura e do quadril. O mesmo não conseguiu avaliar o número mínimo de sujeitos ( $n=20$ ) e observou-se que os valores de desvio padrão para as medidas de massa corporal e somatório de dobras cutâneas, da amostra por ele avaliada (Tabela 2), foram consideravelmente maiores quando comparado aos demais antropometristas. Como é bem estabelecido na literatura, o ETM está relacionado com a amplitude da medida, e esse fato provavelmente prejudicou o desempenho do referido antropometrista (10,11,18).

Na comparação dos resultados obtidos no primeiro estudo (intra-avaliador) com os resultados obtidos no segundo estudo (interavaliador), verificou-se que os antropometristas tiveram uma melhora significativa na realização das medidas antropométricas.

De acordo com os dados apresentados, antropometristas iniciantes podem apresentar valores aceitáveis de erros de medidas antropométricas. Para isso, é indispensável o treinamento prévio dos antropometristas, por meio de conteúdos teóricos e práticos sobre a técnica de mensuração de medidas antropométricas. Simultaneamente devem ser realizadas reflexões sobre as possíveis fontes de erro nas mensurações e as respectivas formas de minimizar estes erros, como já descrito em outros estudos (11,12,17,18,20).

Em conclusão, foi demonstrado que após a realização de dois testes, os antropometristas melhoraram o desempenho para a tomada das medidas antropométricas e pode-se considerar que o processo de treinamento e de padronização de medidas antropométricas foi bem sucedido.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos às crianças que participaram do estudo, especialmente a direção das escolas envolvidas; o apoio da Secretaria Municipal de Educação e da Secretaria Municipal de Saúde de Florianópolis, através da nutricionista Sanlina Barreto Hülse, e da farmacêutica-bioquímica Maria Elizabeth Peixoto Luna, parceiras na realização deste estudo. Agradecemos também os antropometristas participantes deste estudo, bem como as nutricionistas Heide Gauche e Fabiana Baramarchi pelo auxílio na coleta dos dados.

## REFERÊNCIAS

1. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002; 360: 473-482.
2. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004; 5( suppl.1): S4-85.
3. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China and Russia. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 971-77.
4. Eisenstein E. Antropometria e pediatria. *J Pediatr* 1994; 4: 193-194.
5. Zeferino AMB, Barros Filho AA, Bertiol H, Barbieri MA. Acompanhamento do crescimento. *J Pediatr* 2003; 79: S23-32.
6. Bellizzi MC & Dietz WH. Workshop on childhood obesity: summary of the discussion. *Am J Clin Nutr* 1999; 70: S173-5.
7. Daniels SR, Houry PR, Morrison JA. Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. *Am J Epidemiol* 2000; 152: 1179-1184.
8. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Br Med J* 2000; 320: 1240-1243.
9. Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Sarría A, Gutierrez G, Garaulet M, Perez-Prieto R, Bueno M, Marcos A, AVENA Study Group: Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition* 2003; 19: 481-486.
10. Perini TA, Oliveira GL, Ornellas JS, Oliveira FP. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. *Rev Bras Med Esporte* 2005, 11: 81-85.
11. Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometrics measurement error and the assessment of nutritional status. *Br J Nutr* 1999; 82: 165-177.
12. Pareja G, Rivera J, Habicht JP, Castro H. Evaluation of the reliability of anthropometric measures. *Arch Latinoam Nutr* 1989; 39: 241-50.
13. Frisancho AR. *Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 1990.
14. WHO MGRS (Multicentre Growth Reference Study Group). Reliability of anthropometric measurements in the WHO Multicentre Growth Reference Study. *Acta Paediatr Suppl* 2006; 450: 38-46.
15. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardisation Reference Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.
16. WHO (World Health Organization). *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. Geneva: WHO, 1995. 452p.
17. Guimarey LM, Piedrabuena AE, Barros Filho Ade A. Training and standardization of personnel for performing an anthropometric study in school children. *Arch Latinoam Nutr* 1981; 31: 303-13.
18. Klipstein-Grobusch K, Georg T, Boeing H. Interviewer variability in anthropometric measurements and estimates of body composition. *Int J Epidemiol* 1997; 26 (Suppl 1): S174-80.
19. Johnson TS, Engstrom JL, Gelhar DK. Intra- and interexaminer reliability of anthropometric measurements of term infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1997; 24: 497-505.
20. Adams C, Burke V, Beilin LJ. Accuracy of blood pressure measurement and anthropometry among volunteer observers in a large community survey. *J Clin Epidemiol* 2002; 55: 338-44.
21. Pederson D, Gore C. Error en la medición antropométrica. In: Norton K, Olds T, editors. *Antropométrica*. Argentina: Biosystem Servicio Educativo, 2000.

Recibido:17-04-2007

Aceptado: 07-11-2007

## Comparación entre la ingesta alimentaria de preescolares obesos y eutróficos asistentes a jardines infantiles de Junji de la zona Oriente de Santiago

*Fabián Vásquez, Gabriela Salazar, María del Pilar Rodríguez y Margarita Andrade*

Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad de Chile, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile. Santiago, Chile

**RESUMEN.** El objetivo de este estudio fue evaluar la ingesta alimentaria de preescolares eutróficos y obesos de 4 a 5 años, asistentes a jardines infantiles del sector oriente de Santiago. La muestra fue de 85 niños eutróficos y 35 obesos, representativa de una población de 450 niños. La ingesta se realizó durante dos días de semana y uno de fin de semana. En el jardín infantil, se evaluó la ingesta alimentaria mediante el pesaje de la ración servida y de los residuos. La alimentación recibida en el hogar, se efectuó por registro de los alimentos y preparaciones consumidos por el menor. Para calcular las necesidades energéticas se utilizaron los requerimientos de energía FAO 2001. Los resultados mostraron una ingesta energética similar tanto en el jardín infantil como en el hogar, demostrando que el exceso energético consumido por los niños proviene del hogar, dado que en el establecimiento educacional se ofrecen tres tiempos de comida y en el hogar, el preescolar debiese sólo ingerir la cena. Respecto de los requerimientos energéticos de los preescolares, tanto los niños obesos como eutróficos están en balance energético durante la semana (90-110%), no así las niñas obesas y eutróficas, que exceden la adecuación energética entre 116 y 111% respectivamente. En conclusión, en el hogar, se ofrece la mayor oferta de alimentos y de menor calidad, lo que empeora durante el fin de semana, en todos los preescolares, independiente de su estado nutricional (adecuación energética mayor 114%).

**Palabras clave:** Preescolares, ingesta alimentaria, necesidades energéticas, jardín infantil, hogar.

**SUMMARY. Comparison in the dietary intake of preschool children, attending national daycare centres (Junji), in the eastern area of Santiago, Chile.** The objective of this study was to evaluate the energy intake of obese and normal nutritional status preschoolers, from four to five years old, attending several day care centres (JUNJI), in the eastern area of Santiago. The sample comprised 85 normal nutritional status and 35 obese children, representative of a population of 450 children. The food intake was evaluated twice a week and on one weekend day. At the day care centre, food intake was measured by food weighing and at the home; it was measured by food-recording. FAO 2001 energy requirements were used to calculate the energy requirements of the children. In both obese and normal nutritional status, energy intake was similar in the educational institution and home, although this energy intake corresponds to their meals time at JUNJI and only one serving at home. In respect to energy requirements of preschool children, both obese and normal nutritional status boys are at energy balance during the week (90 versus 110%). In the corresponding female groups, energy intake exceeds their energy requirement (116 and 111 % respectively). In conclusion, energy intake at home, is greater and of minor quality, situation that worsens over the weekend in all preschoolers, independently of their nutritional condition (energy adequacy > 114 %).

**Key words:** Preschoolers, food intake, energy requirements, day care centres, home.

### INTRODUCCION

En Chile en los últimos años se ha producido un incremento importante de la obesidad como consecuencia de una acelerada transición nutricional, pasando de una situación de pre-transición, con predominio de la desnutrición como principal problema de salud pública, a uno de post-transición con predominio de la obesidad (1-3). Este fenómeno se ha observado principalmente en niños, adultos y embarazadas (2-5).

Según datos del Sistema Nacional de Servicios de Salud de Chile, la obesidad ha aumentado en forma significativa en los preescolares, medida con el indicador peso/talla, referencia NCHS (National Center for Health Statistics) y punto de corte + 2 D.E. (Desviación Estándar) (6). Los preescolares

controlados en el sistema público de salud presentaron en el año 2005, 15,3% de sobrepeso y 7,1% obesidad (7). Utilizando el mismo punto de corte, los preescolares asistentes a los jardines infantiles de la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI), presentaban una prevalencia de 22,7% de sobrepeso y 10,6% de obesidad en el mismo año (8). De esta forma, la obesidad infantil constituye en la actualidad el problema nutricional más importante en los niños de las clases medio-bajas y bajas (9).

La etapa preescolar ha sido identificada como un período crucial para estudiar los determinantes de la obesidad infantil (10). No sólo es el tiempo cuando se establecen los hábitos alimentarios y de actividad física (11-13), es también un período inmediatamente precedente al alza en el índice de masa

corporal, conocido como adiposidad de rebote (10,14). La edad en la que se produce el rebote de la adiposidad está asociada con el peso corporal del adulto. Numerosos estudios han demostrado que el rebote precoz de la adiposidad está asociado con el aumento del riesgo de obesidad durante la adolescencia y la edad adulta (14-17).

El rápido y preocupante aumento de la obesidad de los preescolares en nuestro país, se han asociado a una insuficiente actividad física y a cambios en los estilos de alimentación. Estudios realizados en este grupo etario han observado un consumo de energía superior a sus necesidades, exceso que proviene básicamente del consumo de alimentos con un elevado contenido de grasas y azúcar (18-23). El eventual daño que significa el exceso de grasa en niños pequeños hace necesario desarrollar estrategias que permitan intentar revertir una situación de aumento de la obesidad y de la grasa corporal en niños pequeños. Esta necesidad, más los aspectos relacionados con balance de energía, patrón de actividad física e ingesta energética, han permitido desarrollar una intervención en nutrición y actividad física en jardines infantiles de JUNJI, para estimular la formación de hábitos saludables en alimentación, nutrición y actividad física. Este trabajo, constituye parte de la línea de base de esta intervención cuyo objetivo fue evaluar la ingesta alimentaria de preescolares de 4 a 5 años asistentes a jardines infantiles JUNJI de la zona oriente de Santiago.

## MÉTODOS

### Caracterización de los sujetos

El estudio se llevó a cabo en cuatro jardines infantiles de JUNJI, ubicados en la zona oriente de Santiago. El tamaño muestral fue calculado sobre la base de los resultados de evaluaciones similares realizadas bajo las mismas condiciones que esta investigación (20,22,24). Para establecer diferencias significativas entre niños obesos y eutróficos, la muestra se construyó a partir de un tamaño del efecto ( $d = 0,49$ ), con un nivel de confianza del 95% ( $Z_{\alpha} = Z_{0,05} = 1,64$ ), y una potencia del 80% ( $Z_{\beta} = Z_{0,20} = 0,84$ ). Con estos parámetros, se obtuvo una muestra de 85 niños eutróficos y 35 niños obesos entre cuatro y cinco años asistentes a los cuatro jardines infantiles seleccionados.

El patrón de referencia utilizado para la clasificación nutricional fue el peso para la talla entre  $-1$  y  $+1$  D.E. para niños eutróficos y  $> 2$  D.E. para los niños obesos, según NCHS (6).

### Evaluación de la ingesta alimentaria

La ingesta se evaluó durante dos días de semana y uno de fin de semana. Durante la semana se midió la ingesta en el jardín infantil y en el hogar. En el jardín infantil, se realizó mediante el pesaje de la ración alimentaria servida y de los residuos dejados por el preescolar después de su consumo. La

alimentación recibida por el preescolar en el hogar durante dos días de la semana, luego de salir del jardín infantil, y un día de fin de semana, se realizó mediante el registro de la ingesta, por parte de la persona a cargo del menor. Esta forma de evaluar la ingesta alimentaria fue demostrada como adecuada en un trabajo previo realizado por los mismos autores (25). En este último caso, se solicitó a dicha persona considerar aquel día de fin de semana que mejor representase la ingesta habitual del niño durante el fin de semana (para evitar un registro no habitual de la ingesta del preescolar). Con el objeto de completar con mayor precisión la información proporcionada en ambos formularios, al día siguiente se llevó a cabo una entrevista a la persona que registró los datos. Durante esta entrevista, se utilizó vajilla de distintos tamaños, con el fin de precisar con mayor exactitud la cantidad de alimentos ingerida por el niño. También se confirmó el tipo y marca de los alimentos procesados, y los diferentes ingredientes de cada una de las preparaciones ingeridas por el preescolar.

### Evaluación de las necesidades energéticas

La necesidad energética de un individuo es la dosis de energía alimentaria ingerida que compensa el gasto energético cuando el tamaño, composición corporal y el grado de actividad física de ese individuo son compatibles con un estado duradero de buena salud y permite el mantenimiento de la actividad física que sea económicamente necesaria y socialmente deseable. En los niños el requerimiento energético incluye además la energía asociada con la formación de tejido a velocidades compatibles con una buena salud (26). Si la cantidad de energía ingerida es mayor a los requerimientos de acuerdo al peso corporal, la actividad física y la tasa adecuada de crecimiento del niño, este exceso se refleja en un aumento de las reservas energéticas en forma de tejido adiposo. Para calcular los requerimientos de energía de los niños se utilizaron las actuales recomendaciones energéticas (27). Sin embargo, en el caso de los preescolares obesos, se utilizó el peso correspondiente a la talla de los niños y niñas (peso ideal). Dado que las recomendaciones FAO/OMS/UNU 1985, plantean que en los sujetos que exceden en más de un 10% de la mediana de peso para su talla, «si se usa el peso real se tiende a mantener el status quo. Si se usa la mediana del margen de referencia, el resultado tendrá un efecto normativo».

### Análisis estadístico

Los datos de la investigación fueron procesados y analizados, en conjunto en los programas Microsoft Excel y Statistica 4.5. Se utilizó estadística descriptiva, test de normalidad (Shapiro-Wilk's) y dependiendo de los resultados se realizaron pruebas paramétricas (Anova) o no paramétricas (Kruskall-Wallis) para la comparación de múltiples grupos. Para determinar significancia estadística, se estableció un nivel de significación de 5% ( $\alpha=0,05$ ).

**RESULTADOS**

En la Tabla 1, se muestra la ingesta energética y de macronutrientes de los preescolares obesos y eutróficos durante su permanencia en el jardín infantil. Se observa diferencia estadísticamente significativa en la ingesta de carbohidratos (gramos), entre niños obesos y eutróficos ( $p=0,03$ ).

La Tabla 2, presenta la ingesta energética y de macronutrientes de los preescolares obesos y eutróficos en el hogar (durante la semana), en los mismos días de la evaluación de la ingesta alimentaria en el jardín infantil. Al comparar la ingesta de los niños obesos versus las niñas del mismo estado nutricional, los resultados evidencian significancia estadística en la ingesta de grasa, expresada tanto en gramos como porcentaje, ( $p<0,05$ ).

**TABLA 1**  
Ingesta energética y de macronutrientes de preescolares obesos y eutróficos en el jardín infantil

	Obesos		Eutróficos	
	Niños (n=11)	Niñas (n=24)	Niños (n=52)	Niñas (n=33)
Energía (Kcal)	793 ± 97	735 ± 126	707 ± 158	694 ± 162
Proteínas (g)	31,5 ± 4,6	30,0 ± 4,8	28,0 ± 7,3	28,0 ± 7,9
P%	16,1 ± 3,1	16,5 ± 2,2	16,0 ± 2,4	16,0 ± 2,6
Grasa (g)	20,2 ± 6,1	19,0 ± 6,2	19,5 ± 7,1	20,1 ± 8,5
G%	23,0 ± 7,0	23,2 ± 5,8	24,6 ± 6,0	26,1 ± 8,2
Carbohidratos (g)	122,6 ± 21,3 <sup>a</sup>	110,3 ± 24,9	105,0 ± 25,0 <sup>b</sup>	101,1 ± 27,0
CHO%	61,6 ± 6,0	59,8 ± 6,2	59,6 ± 5,9	58,3 ± 7,5

Promedio ± Desviación Estándar

P%= porcentaje de calorías provenientes de las proteínas

G%= porcentaje de calorías provenientes de las grasas

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

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ( $p=0,03$ ).

**TABLA 2**  
Ingesta energética y de macronutrientes de preescolares obesos y eutróficos en el hogar, durante la semana

	Obesos		Eutróficos	
	Niños (n=11)	Niñas (n=24)	Niños (n=52)	Niñas (n=33)
Energía (Kcal)	721 ± 61	726 ± 110	703 ± 112	692 ± 131
Proteínas (g)	22,4 ± 2,9	21,9 ± 6,9	21,3 ± 9,8	18,7 ± 10,3
P%	11,9 ± 6,1	12,9 ± 5,7	12,5 ± 4,9	11,3 ± 5,5
Grasa (g)	20,2 ± 14,4 <sup>a</sup>	26,9 ± 6,3 <sup>b</sup>	26,8 ± 14,9	24,6 ± 8,4
G%	25,3 ± 11,4 <sup>a</sup>	36,0 ± 14,6 <sup>b</sup>	33,8 ± 15,2	32,4 ± 11,2
Carbohidratos (g)	104,8 ± 77	96,5 ± 35,2	93,1 ± 35,7	100,9 ± 28,5
CHO%	56,9 ± 13,9	52,9 ± 12,8	54,8 ± 18,2	63,9 ± 25,6

Promedio ± Desviación Estándar

P%= porcentaje de calorías provenientes de las proteínas

G%= porcentaje de calorías provenientes de las grasas

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

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ( $p<0,03$ ).

En la Tabla 3, se observa la ingesta energética y de macronutrientes de los preescolares obesos y eutróficos en el hogar durante el fin de semana. En la ingesta de grasa, se aprecia diferencia estadísticamente significativa entre los niños obesos y eutróficos, tanto en gramos como en porcentaje, ( $p<0,02$ ). La misma tendencia se da en la comparación de niños eutróficos y niñas eutróficas, ( $p<0,001$ ).

Los resultados de la Tabla 4, presentan la ingesta energética de los preescolares obesos y eutróficos, como también los requerimientos de energía, según las actuales recomendaciones de energía 2001 y la adecuación energética durante la semana y el fin de semana, destacando la alta ingesta energética durante el fin de semana, tanto en niños como en niñas obesos y eutróficos, siendo el exceso mayor en los preescolares obesos (21% en niños y 25% en niñas).

TABLA 3  
Ingesta energética y de macronutrientes de preescolares obesos y eutróficos en el fin de semana

	Obesos		Eutróficos	
	Niños (n=11)	Niñas (n=24)	Niños (n=52)	Niñas (n=33)
Energía (Kcal)	1701 ± 107	1569 ± 123	1527 ± 229	1480 ± 99
Proteínas (g)	56,3 ± 14,1	49,7 ± 12,7	47,0 ± 13,8	47,1 ± 15,8
P%	13,4 ± 2,9	12,8 ± 2,8	12,4 ± 2,9	13,1 ± 3,4
Grasa (g)	51,0 ± 15,6 <sup>a</sup>	51,0 ± 17,6	58,5 ± 8,1 <sup>bc</sup>	42,8 ± 20,2 <sup>d</sup>
G%	27,0 ± 7,2 <sup>a</sup>	28,0 ± 6,7	35,8 ± 8,9 <sup>bc</sup>	25,3 ± 7,5 <sup>d</sup>
Carbohidratos (g)	228,9 ± 48,2	220,1 ± 53,7	203,7 ± 58,7	211,1 ± 78,5
CHO%	54,0 ± 9,0	56,3 ± 8,4	53,3 ± 10,5	57,9 ± 11,5

Promedio ± Desviación Estándar

P%= porcentaje de calorías provenientes de las proteínas

G%= porcentaje de calorías provenientes de las grasas

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

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (p<0,02).

TABLA 4  
Ingesta semana, fin de semana y Requerimientos de energía de preescolares obesos y eutróficos

	Obesos		Eutróficos	
	Niños (n=11)	Niñas (n=24)	Niños (n=52)	Niñas (n=33)
Req E 2001	1407 ± 69 <sup>a</sup>	1257 ± 41 <sup>a</sup>	1337 ± 91 <sup>a</sup>	1249 ± 85 <sup>a</sup>
Ingesta S	1515 ± 97	1461 ± 126 <sup>b</sup>	1409 ± 129	1386 ± 186 <sup>b</sup>
Ingesta FS	1701 ± 107 <sup>c</sup>	1569 ± 123 <sup>c</sup>	1527 ± 229 <sup>c</sup>	1480 ± 99 <sup>c</sup>
Adecuación energética S (%)	108 ± 35	116 ± 16	106 ± 20	111 ± 16
Adecuación energética FS (%)	121 ± 19	125 ± 26	114 ± 23	119 ± 40

Req E 2001= Requerimientos Energéticos 2001

Ingesta S= Ingesta Semana

Ingesta FS= Ingesta Fin Semana

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (p<0,01).

Estos resultados evidencian que el exceso en la ingesta energética proviene del hogar, debido a la mayor oferta de alimentos y de menor calidad, lo que empeora más aún durante el fin de semana, en todos los preescolares. Esto demuestra que el jardín infantil ejerce un efecto protector en la alimentación del niño, debido a que la oferta de alimentos en los establecimientos es fija y conocida, dado que responde a las bases técnicas definidas por JUNJI.

## DISCUSION

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes ha aumentado en una proporción alarmante a nivel mundial, durante las dos últimas décadas, con una prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños que alcanza el 20% en muchos países europeos (28,29). En Chile, se produce una tendencia similar debido a que el 7,1% de los preescolares controlados

en el sistema público de salud en el año 2005, presentaban obesidad (7). Esta situación empeora en los beneficiarios de JUNJI, los cuales tenían una prevalencia de 10,6% de obesidad en el mismo periodo (8). Esta progresión preocupante es obviamente el resultado de adversos factores ambientales y de estilos de vida. Aunque la disposición genética y la programación metabólica temprana modulan el riesgo de desarrollar obesidad (30,31), el prerrequisito para comenzar la obesidad es un desbalance entre el gasto energético modulado fundamentalmente por el déficit de actividad física y una excesiva ingesta energética de alimentos y bebidas (32).

La amplia disponibilidad y frecuente consumo de alimentos y bebidas de alta densidad energética, más los alimentos con elevado contenido de grasa, se han asociado con el incremento en la prevalencia de obesidad (29). Estudios realizados en preescolares chilenos, muestran una elevada ingesta energética y en especial ingesta de grasa de los preescolares

obesos, en comparación con los eutróficos (22,23). En este aspecto llama la atención el menor consumo de grasa de los niños obesos durante su permanencia en el hogar, alcanzando porcentajes inferiores al 30% del valor calórico total, en comparación con los preescolares eutróficos. Esto se podría explicar, por la menor ingesta energética de los preescolares eutróficos versus los obesos, la que a su vez va acompañada con un elevado consumo de calorías provenientes de las grasas. No obstante, en resultados previos en niños chilenos eutróficos y obesos, muestran un elevado consumo de alimentos energéticos, con un aporte mayor a sus requerimientos, exceso que proviene de la ingesta de alimentos ricos en grasas saturadas, colesterol, sacarosa y sodio. Este exceso de calorías es aportado por golosinas dulces y saladas, bebidas y jugos (23,33-36).

La necesidad de una intervención para reducir la ingesta energética y de grasa tanto en los preescolares obesos como eutróficos, es importante, pues una investigación similar en el mismo grupo etario determinó que el hogar condiciona una mayor ingesta de energía y grasa de los niños, principalmente durante el fin de semana (22,23). En dicha investigación se demostró que los niños obesos estaban en balance de energía en la semana, debido a que la oferta de alimentos es fija y bien conocida debido a la permanencia del niño en el jardín infantil. Por tanto, la ingesta energética en el hogar es un factor de riesgo para obesidad, en conjunto con el sedentarismo en el jardín infantil y en la casa; hechos que explicarían la dificultad de mantener un estado nutricional normal (22,23).

Los preescolares beneficiarios de JUNJI, reciben en la actualidad el 60% de sus requerimientos diarios de energía (900 kilocalorías), según FAO/OMS/UNU 1985 (26), los cuales están distribuidos en tres tiempos de comida (desayuno, almuerzo y once "comida similar al desayuno"). En consecuencia, el 40% de sus requerimientos energéticos los debiesen recibir en su hogar (en un tiempo de comida). Sin embargo, como se observa en los resultados de este estudio, tanto los preescolares obesos como eutróficos consumen una cantidad de energía similar en el jardín infantil como en el hogar, resultados similares a los obtenidos previamente en preescolares del mismo estado nutricional (37).

Además los requerimientos energéticos de los preescolares evaluados, muestra que tanto los niños obesos como eutróficos, están en balance energético durante la semana (90-110%), no así las niñas obesas y eutróficas, que exceden la adecuación energética entre 116 y 111% respectivamente. Lo dicho anteriormente, por sí sólo constituye un factor de riesgo, el cual se agrava aún más, al considerar que la actividad física es deficitaria tanto las niñas obesas como las eutróficas. En las primeras, ambos aspectos contribuyen a mantener un estado nutricional alterado y en las segundas es un claro factor de riesgo para obesidad (37).

La situación mencionada anteriormente, es incluso peor

durante el fin de semana, dada que la adecuación energética se excede, independiente de su estado nutricional (114%-125%). Esto confirmaría que la oferta de alimentos en el jardín infantil es adecuada a las necesidades energéticas de los preescolares y la sobreingesta está dada básicamente por los alimentos consumidos por el niño en su hogar, principalmente en el fin de semana, resultados semejantes a los encontrados en un grupo de 24 preescolares obesos asistentes a jardines infantiles JUNJI, de la zona norte de Santiago, en donde la ingesta de energía fue significativamente mayor durante el fin de semana ( $p < 0,01$ ) (23).

Por consiguiente, estos resultados confirman la necesidad urgente de implementar intervenciones focalizadas en este grupo etario, que permitan desarrollar hábitos saludables de alimentación y de nutrición tanto en los párvulos como en sus familias. La Estrategia Global de Obesidad debiera implementarse rápidamente, integrando acciones a todo nivel. En este sentido, la Junta Nacional de Jardines Infantiles está dando un paso fundamental, pues ha comenzado a implementar un Programa de intervención en su comunidad educativa, a nivel nacional, para fomentar los cambios necesarios relativos a la ingesta alimentaria y la actividad física en los párvulos, basados en experiencias exitosas, validadas durante los años 2002 y 2005 (38).

## REFERENCIAS

1. Albala C, Vio F. Epidemiological Transition in Latin America: the case of Chile. *Public Health* 1995; 109:431-442.
2. Vio F, Albala C. La transición nutricional en Chile. *Rev Med Chile* 1998; 25:11-20.
3. Uauy R, Albala C, Kain J. Obesity trends in Latin America: transiting from under to overweight. *J Nutr* 2002; 131:893-9S.
4. Vio F, Castillo C. Diagnóstico de la situación nutricional de Chile. En: Castillo C, Uauy R, Atalah E. Editores. Guías de alimentación para la población chilena. Santiago, Chile, 1997.
5. Rozowski J, Arteaga A. El problema de la obesidad y sus características alarmantes en Chile. *Rev Med Chile* 1997; 125:1217-24.
6. National Center for Health statistical (NCHS) – Centers for Disease Control and Prevention, 2002. Hallado en: URL: <http://www.cdc.gov/growthcharts>.
7. Departamento de Estadísticas e Información de Salud. Estadísticas de Morbilidad. Estado Nutricional 2005, Chile. Ministerio de Salud 2006; Hallado en: URL: <http://deis.minsal.cl/deis/ev/en/>
8. Junta Nacional de jardines Infantiles (JUNJI). Centro de documentación. Hallado en: URL: [www.junji.cl](http://www.junji.cl). Serie de Documentos Técnicos.
9. Albala C, Vio F, Kain J. Obesidad: un desafío pendiente en Chile. *Rev Med Chile* 1998; 126:1001-1009.
10. Dietz WH. Periods of risks in childhood for the development of adult obesity-what do we need to learn? *J Nutr* 1997; 127:1884S-1886S.

11. Hurtado E, Gittelsen. Factores sociales y culturales que influyen en el proceso de alimentación del niño en América Latina. En: *Nutrición y alimentación del niño en los primeros años de vida*. OPS 1997:391-422.
12. Birch LL. Conducta alimentaria en los niños: perspectivas de su desarrollo. En: *Nutrición y alimentación del niño en los primeros años de vida*. OPS 1997:34-48.
13. Birch LL, Fisher JO. Development of eating behaviors among children and adolescents. *Pediatrics* 1998; 101:539-549.
14. Whitaker RC, Pepe MS, Wright JA, Seidel KD, Dietz WH. Early adiposity rebound and the risks of adult obesity. *Pediatrics* 1998; 101(3):E5.
18. Kain J, Albala C, García F, Andrade M. Obesidad en el preescolar: evolución antropométrica y determinantes socioeconómicos. *Rev Med Chile* 1998; 126:271-278.
19. Rebolledo A, Atalah E, Araya H, Mondaca A, Garrido S, Castillo C, et al. Evaluación de un modelo de intervención para fomentar estilos de vida saludables en preescolares. *Rev Chil Nutr* 2000; 27:368-75.
20. González M. Relación de la dieta con la composición corporal de los niños preescolares asistentes a los jardines estatales de la Junta Nacional de Jardines Infantiles. Monografía (Especialización de Postítulo en enfermedades crónicas no transmisibles de origen nutricional). Santiago: Universidad de Chile, INTA, 2001.
21. Kain J, Burrows R, Uauy R. Obesity trends in Chilean children and adolescent: basic determinants. En: Chen CH, Dietz W. Editores. *Obesity in childhood and adolescence*. Nestlé Nutrition Workshop Series, Pediatric program, Vol. 49. Philadelphia 2002.
22. Vásquez F. Balance energético, composición corporal y nivel de actividad física en preescolares obesos de JUNJI. Tesis (Magíster en Nutrición Humana). Santiago: Universidad de Chile, INTA, 2002.
23. Vásquez F, Salazar G, Andrade M, Díaz E, Rojas J. Ingesta alimentaria en un grupo de preescolares obesos asistentes a los jardines infantiles JUNJI. *Rev Chil Nutr* 2004; 31:100-108.
24. Cardona O. Medición del gasto energético por el método del agua doblemente marcada y patrón de actividad física de los niños asistentes a los jardines estatales de la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI). Tesis (Magíster en Nutrición Clínica Pediátrica). Santiago: Universidad de Chile, INTA, 2001.
25. Vásquez F., Salazar G, Andrade M., Vásquez L., Díaz E. Energy balance and physical activity in obese children attending daycare centres. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60 (9): 1115-1121.
26. FAO/OMS/UNU. Necesidades de energía y de proteínas. Serie de informes técnicos 724. Ginebra, 1985.
27. FAO. Human Energy Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Rome, 2001.
28. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002; 10:473-482.
29. Koletzko B, Girardet JP, Klish W, Tabacco O. Obesity in children and adolescent worldwide: current views and future directions. *J Pediatr Gastroenterology Nutr* 2002; 35:S205-S212.
30. Von Kries R, Koletzko B, Sauerwald T, Von Mutius E, Barnet D, Grunert V, et al. Breastfeeding and obesity: cross sectional study. *Br Med J* 1999; 319:147-150.
31. O'Rahilly S, Farooqi IS, Yeo GS, Challis BG. Minireview: human obesity-lessons from monogenic disorders. *Endocrinology* 2003; 144:3757-3764.
32. Joint World Health Organization/Food and Agriculture organization Expert Consultation. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO Technical report Series 2003; 916. Geneva.
33. Kain J, Andrade M. Characteristics of the diet and pattern of physical activity in obese Chilean preschoolers. *Nutrition Research* 1999; 19 (2):203-215.
34. Alviña M, Pak N, Fuentes A, Vera G, Araya H. Hábitos alimentarios de preescolares de nivel socioeconómico medio alto de Santiago. *Rev Chil Nutr* 1994; 22:32.
35. Rebolledo A, Atalah E, Herrera P, Araya H, Castillo C. Hábitos alimentarios en preescolares de INTEGRA. *Rev Chil Nutr* 1996; 24:43.
36. Orellana I. Características de la ingesta alimentaria y la actividad física de preescolares asistentes y no asistentes a jardines infantiles estatales de la región Metropolitana. Tesis (Magíster en Planificación Alimentaria). Santiago: Universidad de Chile, INTA, 1997.
37. Vásquez F, Cardona O, Andrade M, Salazar G. Balance de energía, composición corporal y actividad física en preescolares eutróficos y obesos. *Rev Chil Pediatr* 2005; 76 (3):266-274.
38. Salazar G, Andrade M, Concha F, Rodríguez MP, Berlanga MR, Rojas J, Arancibia E, Boj T. Efectividad de una Intervención en Actividad Física en párvulos. *Revista Ciencias del Deporte*, 2005; 2: 20-27.

Recibido: 02-08-2007

Aceptado: 12-10-2007

## Epidemiologia da obesidade abdominal em mulheres adultas residentes no sul do Brasil

*Maria Teresa Anselmo Olinto, Juvenal Soares Dias da Costa, Gilberto Kac, Marcos Pascoal Pattussi*

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, Brasil. Departamento de Nutrição Social e Aplicada, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

**RESUMO.** Foi realizado um estudo transversal de base populacional com uma amostra representativa de 981 mulheres de 20 a 60 anos residentes no sul do Brasil para investigar o efeito de fatores socioeconômicos, demográficos e do estilo de vida na ocorrência de obesidade abdominal. Adiposidade abdominal foi avaliada através da circunferência da cintura (CC) em centímetros (cm). Para descrever a amostra CC foi agrupada em três categorias: adequada (CC < 80 cm), adiposidade abdominal nível I (circunferência da cintura: 80 = CC = 87,9 cm) e adiposidade abdominal nível II (circunferência da cintura: CC = 88 cm) - considerada como obesidade abdominal. Para as outras análises, CC foi tratada como dicotômica: ausência ou presença de obesidade abdominal, respectivamente, CC < 88 cm e CC = 88 cm. A análise multivariada foi realizada com Regressão de Poisson. As prevalências de adiposidade abdominal foram 23% (IC<sub>95%</sub>: 20,5-25,8) e 23,3% (IC<sub>95%</sub>: 20,7-26,0), respectivamente, nível I e nível II. Ter baixa escolaridade, não estar trabalhando, idade superior a 40 anos, história de obesidade familiar e estar casada/união foram fatores de risco para obesidade abdominal. Houve maior risco também para a presença de hipertensão arterial (Prevalence Ratio - PR=2,06; CI<sub>95%</sub>: 1,58-2,69) e mulheres com maior número de filhos (PR=1,17; CI<sub>95%</sub>: 1,00 - 1,37). Menarca tardia, aos 12-13 anos e aos 14 anos, foi fator protetor para obesidade abdominal comparada com mulheres que tiveram menarca entre 8 e 11 anos de idade, respectivamente, proteções de 31% e 46%. A compreensão de como a obesidade abdominal se distribui na população permite o planejamento de ações mais efetivas para a redução deste relevante problema de nutrição e saúde pública

**Palavras chave:** Obesidade abdominal, adiposidade abdominal, mulheres, fatores de risco, menarca, estudo de base populacional.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a atenção dos pesquisadores tem se voltado para compreender o efeito da distribuição da gordura corporal como fator de risco para doenças crônicas. A adiposidade central, ou seja, o acúmulo de gordura na região abdominal tem se mostrado como fator de risco independente para aumento de doenças cardiovasculares (1), diabetes

**SUMMARY. Abdominal obesity epidemiology amongst adult women resident in Southern Brazil.** The objective of this study was to investigate the risk factors associated with abdominal obesity in women. A cross-sectional population based study was carried out on 981 women aged 20 to 60 years living in Southern Brazil. Abdominal adiposity was assessed by waist circumference (WC) = 88 cm. Poisson regression models were used to obtain prevalence ratios (PR) and their confidence intervals. The abdominal obesity prevalence was 23,3% (IC<sub>95%</sub>: 20,7-26,0). The main factors associated with the outcome were: having low education level, being unemployed, being more than 40 years old, having family obesity history, and being married. Adjusted analyses showed increased obesity prevalence in hypertensive women (Prevalence Ratio - PR=2,06; CI<sub>95%</sub>: 1,58 - 2,69) and those having higher number of children (PR=1,17; CI<sub>95%</sub>: 1,00 - 1,37). Later menarche, at 12-13 years and at 14 years of age, protected against obesity comparing to women with earlier menarche at 8-11 years, respectively, 31% and 46% of protection. The understanding of how the abdominal obesity is distributed among the population allows effective planning and action implementation towards the reduction rates of this nutritional and public health problem.

**Key words:** Abdominal obesity, abdominal adiposity, women, risk factors, menarche, populational based-study.

mellitus tipo 2 (2), hipertensão arterial (3), dislipidemias (4) e alguns tipos de câncer (5).

A obesidade abdominal está entre os nove mais importantes fatores de risco para infarto agudo do miocárdio. Segundo um estudo caso controle recente, realizado em 52 países, observou-se que esses nove fatores juntos eram responsáveis por 90% e 94% do risco atribuível populacional para mulheres e homens, respectivamente. A obesidade abdominal apresentou um risco atribuível de 20,1%. Os demais fatores estudados foram fumo, elevadas concentrações de apolipoproteínas, hipertensão, diabetes, fatores psicossociais, consumo de frutas e vegetais e prática regular de atividade física (6).

Estudo financiado pela FAPERGS (proc. N. 02/0645.9) e CNPq (proc. N. 473478/2003-3)

No Brasil alguns estudos já identificaram a obesidade abdominal como preditor do maior risco para hipertensão arterial (7,8) e no maior risco para doença coronariana (9). Segundo estudo recente, em uma amostra de 1935 adultos residentes em Pelotas a prevalência de obesidade abdominal era de 62% em mulheres e 37% em homens[10]. Entre os diversos fatores de risco, a escolaridade tem sido identificada como uma das mais importantes variáveis preditoras da obesidade abdominal (10,11).

Ainda são escassos na América Latina estudos sobre fatores determinantes da obesidade abdominal em adultos. Embora já existam métodos mais sofisticados de avaliação da gordura abdominal, deve-se considerar que do ponto de vista epidemiológico a circunferência da cintura é a medida fácil e de baixo custo para uso em estudos populacionais (10,12). Além disso, comparada com outros indicadores antropométricos é o melhor preditor da gordura visceral localizada na região abdominal (13) que se mostra fortemente correlacionada a maioria dos fatores de risco metabólico (14). Nesse sentido, o presente estudo buscou investigar o efeito de diversos fatores socioeconômicos e do estilo de vida na maior ocorrência de obesidade abdominal em mulheres adultas estudadas em uma cidade do sul do Brasil.

## MATERIAIS E METODOS

O trabalho apresenta a epidemiologia da obesidade abdominal em uma amostra representativa de 981 mulheres adultas (20 a 60 anos), residentes no município de São Leopoldo, que apresenta 99% da população residente na zona urbana e localiza-se na região metropolitana de Porto Alegre, no sul do Brasil. Este projeto fez parte do estudo “Condições de saúde de mulheres adultas residentes na região do Vale do Rio dos Sinos, RS”.

O tamanho de amostra foi calculado para a investigação de diversos desfechos em saúde - escolhendo-se o maior tamanho de amostra - no caso o estudo da prevalência de diabete mellitus. Assim, essa amostra permitiria identificar uma razão de risco de 2,0, com um nível de confiança de 95%, com um poder estatístico de 80% e mantida uma razão de não expostos:expostos de 1:3 para a variável classe econômica. O processo de amostragem visou a representatividade e incluiu escolha sistemática dos setores, seguido de sorteio aleatório simples de quadras e domicílios em cada setor. Na definição do número de domicílios a serem visitados, considerou-se uma proporção de mulheres na faixa etária de interesse de 28,2% e um número médio de pessoas por domicílios de 3,35 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: <http://www.ibge.gov.br>, acessado em 30/Mar/2004). Assim, foram incluídos 36 domicílios por setor em 40 dos 270 setores da zona urbana do município (15). As casas foram alternadamente selecionadas (uma casa sim, uma casa não) para o estudo até completar o

número de domicílios necessário em cada setor. Todas as mulheres de 20 a 60 anos residentes nestes domicílios foram convidadas a participar do estudo. As mulheres grávidas foram excluídas da investigação de obesidade abdominal.

A amostra foi avaliada segundo características socioeconômicas, demográficas, reprodutivas, de morbidade e comportamentais por meio de questionários padronizados, pré-codificados e pré-testados, aplicados por entrevistadores submetidos a um programa de treinamento. As seguintes variáveis socioeconômicas e demográficas foram utilizadas: idade em anos completos no momento da entrevista e categorizada em faixas etárias de 10 anos; classe econômica, segundo classificação da Associação Nacional de Empresas de Pesquisa (16), renda familiar *per capita*, pela informação da renda de cada componente da família no último mês e categorizada em salários mínimos per capita (valor da época: R\$ 240,00 -reais); escolaridade, coletada em anos completos de estudo e categorizada (0 a 4; 5 a 7; 8 a 10 e 11 a 23 anos completos de estudo); cor da pele observada pelo entrevistador (branca, parda, preta); estado civil, informado pela entrevistada (casada, solteira, separada/viúva); e, situação de emprego, por meio de informações sobre atividade remunerada (trabalhando ou não no momento). As variáveis reprodutivas investigadas foram número de gestações e menarca, ambas como coletada como discretas. A menarca foi posteriormente agrupada em 3 categorias com os pontos de corte (8-11; 12-13; e = 14 anos de idade) que permitissem a comparabilidade com outros estudos (11,17); já o número de gestações foi trabalhado como uma variável discreta e agrupada em 4 categorias (nuligesta; 1-2; 3-4; e = 5 gestações).

As variáveis hereditárias foram história paterna e/ou materna de obesidade. As variáveis que representaram morbidades foram: hipertensão arterial, diabetes mellitus e distúrbios psiquiátricos menores (DPM). Hipertenão e diabetes mellitus foram diagnosticados por médico e informada pelas mulheres durante a entrevista. Para a avaliação de DPM utilizou-se o *Self Report Questionnaire* (SRQ-20) com o ponto de corte para a presença de DPM = sete (18), aplicado pelas entrevistadoras. Trata-se de um questionário validado na população brasileira para a identificação de distúrbios psiquiátricos “neuróticos” em nível de atenção primária (18). A prática de atividade física foi avaliada por meio de um instrumento adaptado utilizado em outra publicação (19). Sendo que, foram classificadas como sedentárias, ou seja, sem prática de atividade física, aquelas mulheres que referiam não realizar atividade física no lazer ou informaram fazer apenas alguma atividade leve uma vez por semana. Também foi coletado o número total de refeições realizadas por dia.

A circunferência da cintura (CC) foi medida com uma fita métrica não flexível diretamente sobre a pele na região mais estreita entre o tórax e o quadril. Em recente estudo, o ponto mais estrito da cintura mostrou-se como melhor

correlacionado com medidas de risco cardiovascular do que a circunferência na cicatriz umbilical (20). No caso de não haver ponto mais estreito, no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca, sendo a leitura feita no momento da expiração. Para essa medição foi realizado um intenso treinamento de padronização visando a redução do erro intra e inter-observador. As entrevistadoras eram estudantes do curso de nutrição e todas participaram do treinamento tanto para as medidas antropométricas como para a aplicação dos questionários. Em cada mulher foram realizadas duas medidas em momentos diferentes durante a entrevista. Para construção do desfecho utilizou-se a média entre essas duas medidas. Para descrever a distribuição da obesidade abdominal de acordo com as características da amostra, a medida de circunferência da cintura foi agrupada em três categorias: circunferência da cintura adequada ( $CC < 80$  cm), adiposidade abdominal nível I (circunferência da cintura:  $80 = CC = 87,9$  cm) e adiposidade abdominal nível II (circunferência da cintura:  $CC = 88$  cm) - considerada como obesidade abdominal. Para a análise das medidas de efeito brutas e ajustadas a variável CC foi tratada como dicotômica, ou seja, ausência ou presença de obesidade abdominal, respectivamente,  $CC < 88$  cm e  $CC = 88$  cm.

Para assegurar o controle de qualidade das informações, foram refeitas 10% das entrevistas, utilizando-se um questionário simplificado. Neste questionário algumas questões perenes, ou seja, com resposta sem possibilidade de alteração no espaço de tempo da realização da pesquisa, foram refeitas pelo supervisor de campo. A codificação das informações foi realizada pelos entrevistadores e supervisionada pela coordenação da pesquisa. A digitação dos dados seguiu o procedimento de dupla entrada, sendo realizada no programa EPI-INFO 6.0 (Centers for Disease Control, Atlanta, US). Também, foram realizadas comparações das digitações e análise de consistência entre elas. As análises bivariada e multivariada foram realizadas nos Programas SPSS versão 11.0 (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos) e STATA 7.0 (Stata Corp., College Station, Estados Unidos), de acordo com um plano de análise pré-estabelecido.

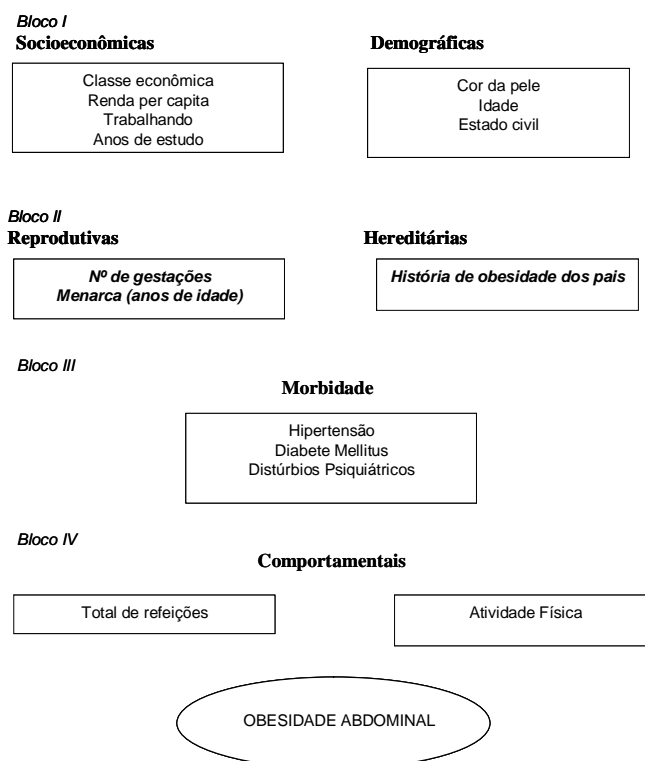
A análise bivariada incluiu o cruzamento da variável obesidade abdominal em três categorias com as características da amostra, por meio do teste de qui-quadrado. O efeito das características da amostra sobre a obesidade abdominal foi calculado por meio das razões de prevalências com seus intervalos de confiança de 95%.

A análise multivariada seguiu um modelo conceitual definido a 'priori' (21) (Figura 1). Neste modelo, a decisão das variáveis a serem incluídas na análise seguiu a hierarquia na relação entre elas. As variáveis que pertencem ao Bloco I na determinação da obesidade abdominal foram as primeiras a serem incluídas no modelo, uma vez que atuam sobre o desfecho, mas não seriam determinadas pelas variáveis proximais ao desfecho. Neste primeiro bloco (Bloco I) foram

incluídas as variáveis demográficas e as socioeconômicas. No bloco seguinte (Bloco II), foram incluídas as variáveis reprodutivas e hereditárias que poderiam ser determinadas pelas variáveis do bloco superior (i.e. distal). No Bloco III foram incluídas as variáveis de morbidade que podem ser determinadas também por fatores genéticos e, ao mesmo tempo, determinar hábitos alimentares e de atividade física presentes no Bloco IV, considerados fatores proximais ao desfecho, ou seja, a ocorrência de obesidade abdominal. Para qualquer variável ser incluída e/ou permanecer no modelo multivariado deveria no teste *Wald* apresentar pelo menos uma categoria com significância estatística de  $p$ -valor  $< 0,20$ , sendo assim, considerada um potencial fator de confusão para o próximo bloco de análise. Por se tratar de um desfecho freqüente na população, utilizou-se Regressão de *Poisson* no programa *Stata*. O efeito do desenho (ED) neste estudo foi de 1,15, portanto, não se considerou a necessidade de controlar o ED na análise estatística.

O projeto desta pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul. Na coleta de dados os aspectos éticos foram preservados por meio de do Termo de Consentimento Informado.

FIGURA 1  
Modelo conceitual multivariado de determinação da obesidade abdominal em mulheres



## RESULTADOS

Foram localizadas 1086 mulheres elegíveis para o estudo, sendo que 5,6% foram perdas ou recusas. Além disso, para o estudo específico da obesidade abdominal foram excluídas as mulheres grávidas (n = 32) e aquelas que não permitiram a aferição das medidas antropométricas (n = 13).

A maioria das 981 mulheres da amostra tinha idade entre 20 a 49 anos (81,9%), 84% tinham a cor da pele branca e 64% eram casadas ou viviam em união estável (Tabela 1). Aproximadamente 45% da amostra tinham sete anos ou menos de escolaridade e 37% apresentavam renda per capita igual ou inferior a um salário mínimo. Quarenta e três por cento da amostra reportou não estar trabalhando no momento da entrevista.

TABELA 1

Características demográficas, socioeconômicas e distribuição da circunferência de cintura de mulheres adultas, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil (n = 981)

Características	Distribuição da amostra			Circunferência da cintura (cm)			p-valor
	n	%	< 80 (%)	80 - 87,9 (%)	= 8 (%)		
<b>Idade (anos)</b>							
20-29	261	26,6	68,2	19,9	11,9	<0,001	
30-39	243	24,8	62,6	21,8	15,6		
40-49	294	30,0	48,3	24,5	27,2		
50-60	183	18,7	29,5	26,8	43,7		
<b>Cor da pele</b>							
Branca	824	84,0	53,6	23,2	23,1	0,846	
Parda/preta	157	16,0	53,6	21,7	24,8		
<b>Estado civil</b>							
Solteira	212	21,6	70,8	19,3	9,9	<0,001	
Casada/em união	628	64,0	47,9	25,6	26,4		
Separada/divorciada	99	10,1	58,6	17,2	24,2		
Viúva	42	4,3	40,5	16,7	42,9		
<b>Anos de escolaridade</b>							
11 a 23	385	39,2	65,7	19,2	15,1	<0,001	
8 a 10	158	16,1	57,6	19,6	22,8		
5 a 7	235	24,0	44,7	29,8	25,5		
0 a 4	203	20,7	37,9	25,1	37,0		
<b>Classe econômica<sup>1</sup></b>							
Classe A	78	8,0	64,1	20,5	15,4	<0,007	
Classe B	260	26,6	54,6	22,7	22,7		
Classe C	387	39,6	55,0	24,3	20,7		
Classe D e E	253	25,9	47,0	22,5	30,4		
<b>Renda per capita (salários mínimos)</b>							
= 6,01	67	6,9	71,6	14,9	13,4	<0,015	
3,01 - 6	135	13,9	60,7	19,3	20,0		
1,01 - 3	413	42,6	51,1	25,7	23,2		
< 1	253	36,5	50,6	23,2	26,3		
<b>Trabalha atualmente</b>							
Não	417	42,5	44,4	24,0	31,7	<0,001	
Sim	564	57,5	22,3	22,3	17,2		

p-valor: teste de qui-quadrado

<sup>1</sup> Classe econômica baseada na classificação da Associação Nacional de Empresas de Pesquisa (ANEP)

As características reprodutivas, de morbidade e comportamentais das mulheres podem ser observadas na Tabela 2. A maior parte da amostra (63%) eram nulíparas ou tiveram no máximo duas gestações. A história de obesidade entre os pais foi relatada em 47,3% da amostra. A prevalência de hipertensão, diabetes mellitus e distúrbios psiquiátricos menores foram, respectivamente, 19,1%, 3,8% e 42,0%. Dois terços das mulheres da amostra foram avaliadas como sedentárias, ou seja, não realizavam nenhuma atividade física no lazer, ou apenas faziam alguma atividade física leve uma vez por semana.

TABELA 2

Características reprodutivas, hereditárias, de morbidades, comportamentais e distribuição da circunferência de cintura de mulheres adultas, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil (n= 981)

Características	Distribuição da amostra		Circunferência da cintura (cm)			p-valor
	n	%	< 80 (%)	80 - 87,9 (%)	= 8 (%)	
<b>Número de gestações (filhos)</b>						
Nulíparas	194	19,7	75,3	15,0	9,8	<0,001
1-2	419	42,8	57,3	22,7	20,1	
3-4	282	28,5	40,4	28,9	30,7	
= 5	88	9,0	30,7	23,9	45,5	
<b>Menarca (anos de idade)</b>						
8-11	193	19,7	43,0	24,4	32,6	<0,002
12-13	441	45,0	57,1	20,9	32,0	
= 14	347	35,3	55,0	25,1	19,9	
<b>História de obesidade</b>						
Não	519	52,7	58,7	24,0	17,3	<0,001
Mãe/Pai/Ambos	460	47,3	48,3	22,0	29,8	
<b>Hipertensão referida</b>						
Não	742	80,9	61,1	23,1	15,9	<0,001
Sim	175	19,1	22,3	24,0	53,7	
<b>Diabetes referida</b>						
Não	920	96,2	54,2	23,7	22,1	<0,001
Sim	37	3,8	29,7	18,9	51,6	
<b>Distúrbios Psiquiátricos Menores<sup>1</sup></b>						
Não	573	58,0	56,7	23,9	19,5	<0,004
Sim	415	42,0	49,5	22,0	28,5	
<b>Total de refeições/dia</b>						
1-2	81	8,3	53,1	27,2	19,8	<0,108
3	322	32,8	46,9	25,8	27,3	
4	331	33,7	54,7	21,2	24,2	
= 5	247	25,2	61,1	20,7	18,2	
<b>Atividade Física</b>						
Não	667	68,0	55,2	22,5	24,3	0,569
Sim	314	32,0	54,5	24,2	21,3	

p-valor: teste de qui-quadrado

<sup>1</sup> Distúrbios Psiquiátricos Menores medido pelo General Health Questionnaire com 20 itens

A prevalência de obesidade abdominal (CC = 88 cm) na amostra foi de 23,3% (IC<sub>95%</sub>: 20,7-26,0). Mulheres com adiposidade abdominal considerada nível I, ou seja, com circunferência entre 80 e 87,9 cm foram 226 (23%; IC<sub>95%</sub>: 20,5-25,8). As maiores prevalências de obesidade abdominal foram encontradas em mulheres com idade entre 50 e 60 anos (44%), viúvas (43%), com menor escolaridade (0 a 4 anos de estudos) (37%), pertencentes a classes econômicas D e E (30%), que não estavam trabalhando (32%) e com cinco ou mais gestações (45,5%) (Tabelas 1 e 2). A prevalência de obesidade abdominal foi a mesma para mulheres brancas e pardas ou pretas. A menarca precoce e história de obesidade nos pais, foram características que também apareceram associadas com obesidade abdominal (Tabela 2). Saliente-se que, 25% das mulheres com menarca = 14 anos apresentaram CC nível I. Mais de 50% das mulheres com relato de hipertensão ou diabetes mellitus apresentavam obesidade abdominal.

Mulheres em piores condições socioeconômicas, traduzidas por baixa escolaridade, baixa inserção em classe social e pior nível de renda, mostraram maiores prevalência de obesidade abdominal. Por outro lado, condições adversas, mas não extremas, mostraram maiores prevalências de circunferência da cintura nível I. Maiores quartis de escolaridade, maior renda e mulheres pertencentes a classes A e B apresentaram as menores prevalências, independente do nível da adiposidade abdominal (Tabela 1).

As Tabelas 3 e 4 mostram os efeitos brutos e ajustados dos preditores ou fatores de risco para obesidade abdominal. Após o ajuste para as variáveis do Bloco I, idade acima de 40 anos mostrou risco de desenvolver obesidade abdominal superior a duas vezes. Estar casada ou em união permaneceu como fator de risco, comparado com as mulheres solteiras (RP = 1,83; IC<sub>95%</sub>: 1,15-2,92). Observa-se que o maior risco de obesidade abdominal nas mulheres viúvas ficou no limiar da significância após o ajuste para os fatores de confusão. Houve redução na magnitude do efeito das características socioeconômicas após o ajuste no modelo multivariado. Na tabela 3 observam-se efeitos de risco limítrofes em categorias como menor quartil de escolaridade (RP = 1,48; IC<sub>95%</sub>: 1,03-2,12) e para classes econômicas D e E (RP = 1,82; IC<sub>95%</sub>: 0,99-3,34). Saliente-se, a permanência do efeito protetor para obesidade abdominal das mulheres que trabalham, em relação àquelas que relataram não estar trabalhando no momento da entrevista.

TABELA 3  
Razões de prevalências (RP) brutas e ajustadas para obesidade abdominal (CC = 88 cm) de acordo com as características demográficas e socioeconômicas de mulheres adultas, Rio Grande do Sul, Brasil (n = 981)

Características	Obesidade Abdominal (CC = 88 cm)					
	RP	Análise Bruta			Análise Ajustada	
		IC95%	p-valor	RP	IC95%	p-valor
<b>Idade (anos)</b>						
20-29	1,00	-		1,00	-	
30-39	1,32	0,82 ; 2,12	0,256	1,17	0,75 ; 1,84	0,491
40-49	2,29	1,51 ; 3,47	<0,001	2,00	1,34 ; 2,98	0,001
50-60	3,68	2,43 ; 5,57	<0,001	2,85	1,89 ; 4,29	<0,001
<b>Cor da pele</b>						
Branca	1,00	-		-	-	
Parda/preta	1,08	0,76 ; 1,52	0,672			
<b>Estado civil</b>						
Solteira	1,00	-		1,00	-	
Casada/ em união	2,67	1,69 ; 4,20	<0,001	1,83	1,15 ; 2,92	0,011
Separada/ divorciada	2,45	1,36 ; 4,39	0,003	1,58	0,90 ; 2,76	0,109
Viúva	4,32	2,31 ; 8,12	<0,001	1,75	0,96 ; 3,20	0,066
<b>Anos de estudo (anos)</b>						
11-23	1,00	-		1,00	-	
8-10	1,51	1,00 ; 2,29	0,051	1,29	0,89 ; 1,89	0,183
5-7	1,69	1,18 ; 2,43	0,004	1,16	0,81 ; 1,65	0,426
0-4	2,45	1,74 ; 3,45	<0,001	1,48	1,03 ; 2,12	0,035
<b>Classe econômica <sup>1</sup></b>						
Classe A	1,00	-		1,00	-	
Classe B	1,47	0,79 ; 2,74	0,220	1,62	0,93 ; 2,84	0,090
Classe C	1,34	0,73 ; 2,46	0,340	1,37	0,76 ; 2,47	0,299
Classe D e E	1,98	1,08 ; 3,63	0,028	1,82	0,99 ; 3,34	0,055
<b>Renda per capita em SM</b>						
6,01 ou +	1,00	-				
3,01 - 6	1,49	0,70 ; 3,17	0,301	-	-	
1,01-3	1,73	0,87 ; 3,42	0,116			
0-1	1,96	0,99 ; 3,88	0,055			
<b>Trabalhando atualmente</b>						
Não	1,00	-		1,00	-	
Sim	0,54	0,42 ; 0,71	<0,001	0,71	0,56 ; 0,89	0,004

LRqui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Classe econômica baseada na classificação da Associação Nacional de Empresas de Pesquisa (ANEP)

**TABELA 4**  
Razões de prevalências (RP) brutas e ajustadas para obesidade abdominal (CC = 88 cm) de acordo com as características reprodutivas, de morbidade e comportamentais de mulheres adultas, São Leopoldo, Rio Grande do Sul. (n = 981)

Características	Obesidade Abdominal (CC 88 cm)					
	RP	IC <sub>95%</sub>	p-valor	RP	IC <sub>95%</sub>	p-valor
<b>Número de gestações (filhos)</b>						
Nuligestas	1	-	-	1	-	-
1-2	2,04	1,24 ; 3,37	0,005	1,17*	1,00 ; 1,37	0,049
3-4	3,14	1,91 ; 5,15	<0,001	-	-	-
= 5	4,64	2,67 ; 8,01	<0,001	-	-	-
<b>Menarca (anos de idade)</b>						
8 a 11	1	-	-	1	-	-
12 a 13	0,67	0,49 ; 0,92	0,015	0,69	0,53 ; 0,89	0,004
= 14	0,61	0,43 ; 0,86	0,004	0,54	0,41 ; 0,72	<0,001
<b>História de obesidade</b>						
Não	1	-	-	1	-	-
Mãe/Pai/Ambos	1,73	1,32 ; 2,25	<0,001	1,64	1,31 ; 2,05	<0,001
<b>Bloco III</b>						
<b>Hipertensão referida</b>						
Não	1	-	-	1	-	-
Sim	3,38	2,58 ; 4,42	<0,001	2,06	1,56 ; 2,69	<0,001
<b>Diabete referida</b>						
Não	1	-	-	1	-	-
Sim	2,32	1,45 ; 3,72	<0,001	1,24	0,90 ; 1,70	0,184
<b>Distúrbios Psiquiátricos Menores</b>						
Não	1	-	-	1	-	-
Sim	1,46	1,13 ; 1,90	0,004	1,18	0,94 ; 1,47	0,155
<b>Bloco IV</b>						
<b>Total de refeições/dia<sup>†</sup></b>						
1-2	1	-	-	-	-	-
3	1,38	0,81 ; 2,36	0,232	-	-	-
4	1,22	0,72 ; 2,09	0,461	-	-	-
= 5	0,92	0,52 ; 1,63	0,781	-	-	-
<b>Atividade Física<sup>‡</sup></b>						
Não	1	-	-	-	-	-
Sim	0,88	0,66 ; 1,17	0,373	-	-	-

LR<sub>qui2</sub>

<sup>†</sup> Não incluídas na análise multivariada por significância >0,20.

\* Incluída como contínua no modelo multivariado;

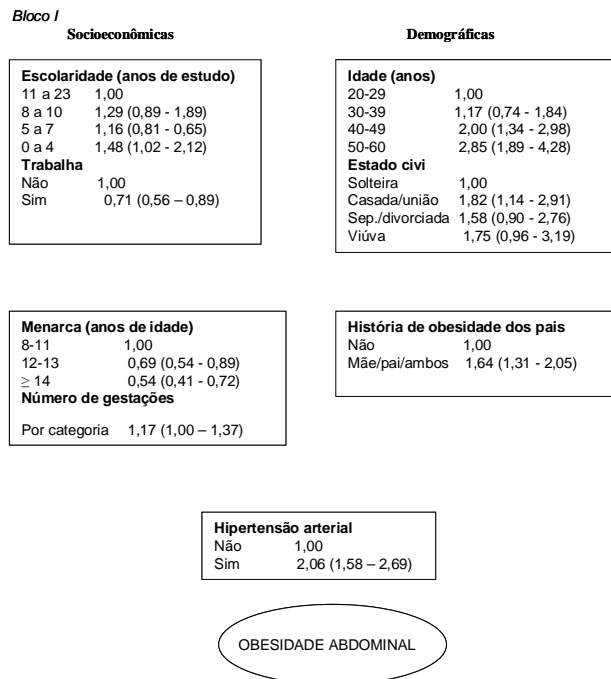
<sup>‡</sup> Distúrbios Psiquiátricos Menores medido pelo General Health Questionnaire com 20 itens

A Tabela 4 demonstra que após o ajuste no modelo, maior número de gestações e menarca tardia mantiveram-se, respectivamente, como fator de risco e fator de proteção para obesidade abdominal. Ter pai, mãe ou ambos obesos aumentou em 64% o risco de desenvolver obesidade abdominal. A hipertensão arterial referida foi a única variável de morbidade que manteve uma associação significativa com o desfecho no modelo multivariado. Nem atividade física, tão pouco número

de refeições mantiveram seus efeitos. A Figura 2 mostra o modelo final de determinação para obesidade abdominal em mulheres adultas de São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

**FIGURA 2**

Modelo multivariado final de análise\* com razões de prevalência e intervalos de confiança de 95% dos determinantes para obesidade abdominal (CC = 88 cm). São Leopoldo, Rio Grande do Sul (n = 981)



\* Bloco I - ajustado para classe econômica, trabalho no momento, anos de estudo, estado civil e idade; Bloco II - ajustado para anos de estudo, trabalho no momento, idade, estado civil, número de gestações, idade da menarca, história de obesidade dos pais; Bloco III - ajustado para Bloco I, II, distúrbios psiquiátricos menores, diabete, hipertensão.

## DISCUSSÃO

Este estudo de base populacional foi desenhado para investigar a distribuição de diversas morbidades crônicas não transmissíveis em mulheres adultas do município de São Leopoldo, localizado no sul do Brasil. A distribuição percentual de mulheres nas faixas etárias utilizadas de 20 a 60 anos foi semelhante à aquela encontrada para o censo Demográfico de 2000 na cidade de São Leopoldo, conferindo representatividade para a população amostrada (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: <http://www.ibge.gov.br>, acessado em 15/Abr/2005). Para a presente análise, foram incluídas 981 mulheres que não estavam grávidas no momento da entrevista e tiveram suas medidas antropométricas realizadas. O poder do estudo foi recalculado e com um nível de confiança de 95% obteve-se um poder de 80% para detectar diferença significativa de 1,46 ou maiores nas razões de

prevalência, considerando a categoria de menor quartil de escolaridade como exposta.

A prevalência de 23% de circunferência de cintura nível I (80 a 87,9 cm) em nossa amostra foi a mesma encontrada para mulheres adultas de Pelotas, RS, no ano de 1999/2000[10]. Inclusive com similar distribuição entre os grupos etários estudados. Entretanto, a prevalência de obesidade abdominal (CC = 88 cm) deste atual estudo foi inferior a pesquisa realizada em Pelotas (23,0 versus 38,7%). Esta diferença pode, em parte, ser atribuída ao fato de que a atual pesquisa incluiu mulheres com idade até 60 anos e o estudo de Pelotas até 69 anos, justamente, a faixa etária com maior prevalência de obesidade abdominal. Independente deste fato, comparando-se os dois estudos, observa-se em todas as faixas etárias, maior prevalência de obesidade abdominal na amostra de Pelotas.

O presente estudo foi consistente em encontrar maiores prevalências de obesidade abdominal em mulheres, acima de 50 anos, com menor escolaridade, menor renda e viúvas ou em união estável. No estudo realizado com uma amostra representativa de mulheres adultas de Pelotas, RS, encontraram-se as mesmas tendências nestes sub-grupos populacionais (10). O estudo de Castanheira e colaboradores (22), também realizado em Pelotas, com outra amostra representativa de adultos, apontou distribuição similar de obesidade abdominal em mulheres adultas. Assim como nos outros estudos, no presente trabalho foi observado um gradiente de aumento no risco de obesidade abdominal entre as categorias de escolaridade, de renda e de idade.

Nossos resultados não encontram diferença estatisticamente significativa entre obesidade abdominal e cor da pele. Ambos os estudos com amostras de Pelotas também não encontraram diferenças entre as mulheres brancas e pardas/negras (10,22). Por meio de investigação dos bancos de *First National Health Examination Survey* (NHES 1960-1962), do *Third National Health Examination Survey* (NHANES III 1988-1994) e do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES 1999-2000), observou-se que no primeiro estudo não havia diferença entre a circunferência das cinturas das mulheres brancas em relação às negras no Estados Unidos (23). Já nos dois últimos inquéritos, observa-se tendência ao aumento na circunferência das cinturas tanto das mulheres brancas como nas negras, com maior incremento nas negras, sendo que em ambos os estudos existem diferenças estatisticamente significativas. Saliente-se ainda que, embora haja um relativo consenso acerca dos pontos de corte que estão sendo utilizados em diversas partes do mundo, existem pesquisas que sugerem a necessidade de menores pontos de corte para a circunferência da cintura como preditor de risco, como no caso de populações orientais (24,25).

No modelo final de determinação da obesidade abdominal em mulheres adultas, permaneceram como fator de risco a

baixa escolaridade, aumento da idade, estar casada ou viver em união, ter história de obesidade nos pais e ter maior número de gestações. Todos esses achados são consistentes com estudos já citados. Entretanto, a presente investigação encontrou como fator de proteção para obesidade abdominal a situação de emprego e a menarca.

O fato de a mulher estar empregada e trabalhando, além de proteger do acúmulo de adiposidade abdominal, pode significar ter melhores condições de saúde. Sabe-se que a obesidade abdominal aumenta o risco de doenças crônicas, que por sua vez aumentam o absenteísmo, que pode levar ao desemprego. Também, não se pode descartar a possibilidade de discriminação na contratação de mulheres com obesidade seja ela na região abdominal ou geral.

Não há referências na literatura sobre o efeito protetor de menarca tardia para obesidade abdominal. A associação com obesidade global, avaliada por meio do Índice de Massa Corporal tem sido registrada (17,26) e há plausibilidade biológica. A massa de gordura corporal seria precursora do início da puberdade por meio da síntese de leptina pelos adipócitos, que aceleraria a maturação do tecido e a função reprodutiva. Especificamente, quanto a gordura na região central, mais estudos devem ser realizados. Em nossos dados contatou-se maior efeito protetor de menarca tardia para obesidade abdominal do que para obesidade global (dados não mostrados).

O estudo investigou a associação de diabetes mellitus, distúrbios psiquiátricos menores e hipertensão com a obesidade abdominal. As três morbidades mostram-se associadas positivamente com o desfecho, entretanto, após o ajuste, no modelo multivariado, apenas a hipertensão manteve a significância estatística. Saliente-se, entretanto, que tanto para diabetes mellitus como para distúrbios psiquiátricos menores, o estudo não teve poder para detectar como significativo o efeito após o ajuste no modelo. Isso pode ser corroborado pelos valores dos limites inferiores dos intervalos de confiança, 0,90 e 0,94, respectivamente, para o efeito do diabetes mellitus e dos distúrbios psiquiátricos menores. A associação de obesidade abdominal com diabetes mellitus tem sido reportada na literatura científica (2).

Por meio de um estudo transversal de base populacional e posterior análise multivariada dos dados, foi possível estimar a prevalência de obesidade abdominal e identificar os fatores associados em mulheres adultas. A compreensão de como a obesidade abdominal se distribui na população permite o planejamento de ações mais efetivas para a redução deste relevante problema de nutrição e saúde pública. Entretanto, para a proposição de ações efetivas é necessária a compreensão de que, embora praticamente todos os fatores associados a obesidade abdominal sejam considerados modificáveis, observa-se diferentes níveis de ações para reverter esse quadro. O estudo identificou fatores que exigem medidas disseminação

de conhecimento e ações específicas na população, ao mesmo tempo, identificou fatores distais na cadeia de determinação, como a escolaridade e a situação de emprego, que exigem a reestruturação das macro-políticas sociais existentes neste país.

## REFERÊNCIAS

- Haffner SM, Despres JP, Balkau B, et al. *Waist* circumference and body mass index are both independently associated with cardiovascular disease: The International Day for the Evaluation of Abdominal Disease, in *J Am Coll Cardiol*. 2006. p. Abstract 842-6.
- Wang Y, Rimm EB, Stampfer MJ, Willett WC, Hu FB. Comparison of abdominal adiposity and overall obesity in predicting risk of type 2 diabetes among men. *Am J Clin Nutr*, 2005. 81(3): p. 555-63.
- Okosun IS, Boltri JM, Hepburn VA, Eriksen MP, Davis-Smith M. Regional fat localizations and racial/ethnic variations in odds of hypertension in at-risk American adults. *J Hum Hypertens*, 2006. 20(5): p. 362-71.
- Ferreira MG, Valente JG, Goncalves-Silva RM, Sichieri R. [Accuracy of waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of dyslipidemia in a cross-sectional study among blood donors in Cuiaba, Mato Grosso State, Brazil.]. *Cad Saude Publica*, 2006. 22(2): p. 307-14.
- Moore LL, Bradlee ML, Singer MR, Splansky GL, Proctor MH, Ellison RC, et al. BMI and waist circumference as predictors of lifetime colon cancer risk in Framingham Study adults. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2004. 28(4): p. 559-67.
- Gyarfas I, Keltai M, Salim Y. [Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries in a case-control study based on the INTERHEART study]. *Orv Hetil*, 2006. 147(15): p. 675-86.
- Velasquez-Melendez G, Kac G, Valente JG, Tavares R, Silva CQ, Garcia ES. Evaluation of waist circumference to predict general obesity and arterial hypertension in women in Greater Metropolitan Belo Horizonte, Brazil. *Cad Saude Publica*, 2002. 18(3): p. 765-71.
- Olinto MTA, Nacul LC, Gigante DP, Costa JS, Menezes AM, Macedo S. Waist circumference as a determinant of hypertension and diabetes in Brazilian women: a population-based study. *Public Health Nutr*, 2004. 7(5): p. 629-35.
- Pitanga FJ, Lessa I. [Anthropometric indexes of obesity as an instrument of screening for high coronary risk in adults in the city of Salvador—Bahia]. *Arq Bras Cardiol*, 2005. 85(1): p. 26-31.
- Olinto MTA, Nacul LC, Dias-da-Costa JS, Gigante DP, Menezes AM, Macedo S. [Intervention levels for abdominal obesity: prevalence and associated factors]. *Cad Saude Publica*, 2006. 22(6): p. 1207-15.
- Kac G, Velasquez-Melendez G, Coelho MA. [Factors associated with abdominal obesity among childbearing-age women]. *Rev Saude Publica*, 2001. 35(1): p. 46-51.
- Han TS, Van Leer EM, Seidell JC, Lean MEJ. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *BMJ*, 1995. 311: p. 1401-1405.
- Rankinen T, Kim SY, Pérusse L, Després JP, Bouchard C. The prediction of abdominal visceral fat level from body composition and anthropometry: ROC analysis. *International Journal of Obesity* 1999 23, 801-809.
- Fox CS, Massaro JM, Hoffman U, Pou KM, Maurovich-Horvart P, Liu CY, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Study. *Circulation*, 2007. 116(1):39-48.
- Barros FC, Victora CG. *Epidemiologia da Saúde Infantil. Um manual para diagnósticos Comunitários*. 3 ed. ed. ed. E. HUCITEC-UNICEF. 1998, São Paulo.
- ANEP. Associação Nacional de Empresa de Pesquisa. Critério de classificação econômica Brasil. <http://www.anep.org.br>. [cited 2003 13/Dez.].
- Teichmann L, Olinto MTA, Dias-da-Costa JS, Ziegler D. [Associated factors to overweight and obesity in women in the south of Brazil]. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2006. 22(9): p. 360-373.
- Mari JJ, Williams P. A validity study of a psychiatric screening questionnaire (SRQ20) in primary care in the city of São Paulo. *Br J Psychiatry Nutr*, 1986. 148: p. 23-26.
- Masson CR, Dias-da-Costa JS, Olinto MTA, Meneghel S, Costa CC, Bairros F, et al. [Prevalence of physical inactivity in adult women in São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brazil. *Cad Saude Publica*, 2005. 21(6): p. 1685-1694.
- Willis LH, Slentz CA, Houmard JA, Johnson JL, Duscha BD, Aiken LB, Kraus WE. Minimal versus umbilical waist circumference measures as indicators of cardiovascular disease risk. *Obesity*, 2007. 15(3):753-759.
- Victora CG, Huttly S, Fuchs SC, Olinto MTA. The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. *Int J Epidemiol*, 1997. 26(1): p. 224-227.
- Castanheira M, Olinto MTA, Gigante DP. [Socio-demographic and lifestyle factors associated with abdominal fat distribution in adults: a population-based survey in Southern Brazil]. *Cad Saude Publica*, 2003. 19 Suppl 1: p. S55-65.
- Okosun IS, Chandra KM, Boev A, Boltri JM, Choi ST, Parish DC, et al. Abdominal adiposity in U.S. adults: prevalence and trends, 1960-2000. *Prev Med*, 2004. 39(1): p. 197-206.
- Wildman RP, Gu D, Reynolds K, Duan X, He J. Appropriate body mass index and waist circumference cutoffs for categorization of overweight and central adiposity among Chinese adults. *Am J Clin Nutr*, 2004. 80(5): p. 1129-36.
- Tseng CH. Body mass index and waist circumference as determinants of coronary artery disease in Taiwanese adults with type 2 diabetes mellitus. *Int J Obes (Lond)*, 2006. 30(5): p. 816-21.
- Kac G, Velasquez-Melendez G, Valente JG. [Menarche, early pregnancy, and obesity in selected Brazilian women from a health care center in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil]. *Cad Saude Publica*, 2003. 19 Suppl 1: p. S111-8.

Recibido: 30-07-2007

Aceptado: 08-11-2007

## Validez de una ecuación basada en antropometría para estimar la grasa corporal en adultos mayores

*Raquel Huerta Huerta, Julián Esparza-Romero, Rene Urquidez, Bertha I Pacheco, Mauro E. Valencia y Heliodoro Alemán-Mateo*

Departamento de Nutrición y Metabolismo. Coordinación de Nutrición. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD, A.C.). Hermosillo, Sonora, México

**RESUMEN.** Se diseñó y validó una ecuación de predicción basada en antropometría para estimar la masa grasa en adultos mayores, usando como método de referencia el modelo de 4 compartimientos (4C). Se incluyeron 202 sujetos = 60 años. Se midió el agua corporal total por dilución con oxido de deuterio, contenido mineral óseo por DEXA y la densidad corporal por pletismografía de desplazamiento de aire. Para el diseño y validación la muestra se dividió aleatoriamente. En la sub-muestra uno se generaron los modelos de predicción de la masa grasa, los cuales se aplicaron en la sub-muestra dos. La exactitud y precisión se probó por análisis de regresión simple y el sesgo mediante la prueba de Bland y Altman y regresión lineal simple. La ecuación incluyó peso corporal, sexo, pliegue del tríceps y pantorrilla; con una  $R^2$ , un error estándar del estimador y el estadístico de Mallow ( $C_p$ ) de 0.86, 3.2 y 3.2, respectivamente. En la sub-muestra dos se observó equivalencia entre los métodos, con un intercepto no estadísticamente diferente de cero ( $p > 0.05$ ) y pendiente diferente de cero ( $p < 0.05$ ) o similar a 1. La ecuación explicó un 86% de la varianza de la media de la masa grasa determinada por el modelo de 4C, asimismo no presentó sesgo significativo tanto en la muestra total y por sexo. La ecuación generada puede ser de gran utilidad para estimar la composición corporal de adultos mayores con características similares al grupo estudiado, utilizando mediciones antropométricas simples de medir. Así mismo puede ser aplicada en estudios clínicos y epidemiológicos en este grupo poblacional. **Palabras clave:** Grasa corporal, pliegues cutáneos, antropometría, ecuación de predicción, adulto mayor.

**SUMMARY. Validity of an equation based on anthropometry to estimate body fat in older adults.** A prediction equation to estimate body fat mass from skinfold thickness for healthy elderly was developed using a four compartmental (4C) model as criterion method. This study included 202 subjects = 60 y old. The measurements of total body water, bone mineral content and body density were included in the 4C model equation. Total sample was randomly partitioned. Sub-sample one was used to design the equations, which were applied in sub-sample two. Its accuracy and precision was evaluated by lineal regression analysis and the bias by Bland and Altman analysis and simple lineal regression. The best model included body mass, sex and the calf and triceps skinfolds thicknesses, with an  $R^2$ , standard error of the estimate and  $C_p$  of 0.85, 3.2 and 3.2, respectively. When the equation was applied in sub-sample two, it was accurate and precise, it showed no significant deviation from the line of identity (the intercept was no significantly different from zero,  $P > 0.05$ ), and slope was different from zero (or similar to 1) ( $P < 0.05$ ). Fat mass by the equation accounted for 86% of the variability of the mean fat mass estimated by the 4C model, having a low standard error of the estimate (3.2 kg) and low pure error (3.1 kg). The new equation was accurate and precise as well as free of significant bias in men and women together and for separately. This equation can be a good option to estimate fat mass in elderly men and women with similar physical characteristics to subjects of this study, and it can be used in clinical and epidemiological studies in this growing group. **Keywords:** Body fat, skinfold thickness, anthropometry, predictive equation, elderly.

### INTRODUCCION

En las últimas décadas el estudio de la composición corporal en adultos mayores ha sido de interés en investigaciones relacionadas al área de la salud. El proceso normal de envejecimiento está asociado a cambios biológicos y de estilo de vida, los cuales pueden influenciar la composición corporal y finalmente el estado de salud (1,2). Se reconoce que a

mayor edad, existe un aumento y redistribución de la grasa corporal y una disminución de la masa muscular, del contenido mineral óseo y del agua corporal total (ACT) (3). Es indudable que estos cambios en la composición corporal pueden tener un impacto negativo para la salud y calidad de vida de los adultos mayores.

Actualmente existen diversos métodos para evaluar la composición corporal en diferentes grupos de edad; sin embargo, su validez es cuestionable en ciertas poblaciones como la de adultos mayores (4,5). La mayoría de las metodologías disponibles, se basan en un modelo de dos compartimientos, el cual divide al cuerpo en masa grasa (MG) y masa corporal libre de grasa (MCLG). Dicho modelo considera densidades

---

La presente investigación se realizó con el apoyo de CONACYT (J37891-M), la IAEA (Research contract No. 12694/R0) y del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C (CIAD, A.C).

constantes para la MG y la MCLG y un factor de hidratación fijo para la masa corporal libre de grasa (6). Algunos investigadores señalan que los métodos basados en este modelo como la hidrodensitometría o pesado bajo el agua y el ACT no aportan valores confiables en poblaciones mayores de 60 años, debido a los cambios en la densidad e hidratación de la MCLG (7,8). Asimismo, se han extendido estas limitaciones a los métodos prácticos como los pliegues cutáneos o bioimpedancia eléctrica, que en gran medida se han validado contra los modelos de dos compartimientos principalmente densitometría y el ACT (9-11).

La composición corporal en adultos mayores y otros grupos se puede evaluar confiablemente mediante el modelo de 4 compartimientos. Este modelo incluye las determinaciones independientes de la densidad o volumen corporal, la masa mineral ósea y el ACT. Es importante señalar que los dos últimos componentes son los más afectados por el proceso de envejecimiento (12,13). Así mismo, este modelo permite una estimación más exacta y precisa de la composición corporal en adultos mayores, al considerar el efecto de la edad sobre los componentes antes mencionados. Sin embargo, dada su complejidad y altos costos de los equipos para medir cada una de los componentes corporales requeridos, el estudio de la composición corporal con este modelo ha sido difícil de desarrollarse en países de América Latina. Se ha recomendado que el modelo de 4C se utilice como estándar de referencia para la validación de métodos basados en la densitometría e hidrometría y de los métodos de campo como la bioimpedancia eléctrica y la antropometría (9,14,15).

Una de las técnicas más usadas para estimar la grasa corporal es la antropometría, ya sea, a partir de la medición de pliegues cutáneos (plicometría) o de circunferencias. En el caso de la plicometría, generalmente es necesario medir uno o más pliegues cutáneos para calcular la densidad corporal utilizando una ecuación previamente validada, para posteriormente estimar el porcentaje de grasa. La ecuación publicada por Durnin y Womersley (16) para estimar la densidad corporal es una de las más utilizadas para este propósito. Sin embargo, cabe señalar que esta ecuación se desarrolló con base en los resultados de la hidrodensitometría de una población de escoceses saludables de 16 a 72 años. Lo anterior ha sido considerado una de las posibles causas de su inexactitud cuando se aplican a los adultos mayores de otras regiones del mundo (9,10,17).

Se ha señalado que la confiabilidad de las ecuaciones para estimar la composición corporal depende de la exactitud del método de referencia y de la etnicidad (18). En el caso de la plicometría, la exactitud también depende del cambio en la compresibilidad de la piel que se presenta durante el envejecimiento (19). Por lo cual, se ha recomendado que las ecuaciones se diseñen y validen para grupos específicos, utilizando como método de referencia el modelo de 4C (9).

Actualmente se han publicado alrededor de cuatro estudios

que han desarrollado ecuaciones basadas en pliegues cutáneos para estimar la grasa corporal en adultos mayores, utilizando los modelos de múltiples compartimientos como métodos de referencia (9,20,21,22). En dos de estos estudios se generaron ecuaciones específicas para personas mayores de 60 años, pero sólo en el estudio de Gause-Nilsson y Dey se generaron y validaron ecuaciones para estimar el porcentaje de grasa en adultos Suecos de 75 años. Además de diseñar y validar sus ecuaciones, los investigadores compararon ecuaciones publicadas contra el modelo de múltiples compartimientos. Es importante mencionar que a pesar de que Gause-Nilsson y Dey reportaron que la ecuación generada mostró buena concordancia con la grasa corporal determinada por el modelo de 4C, la exactitud, al aplicarse en otras poblaciones geriátricas, puede verse afectada debido a que esta ecuación proviene de una muestra con una edad muy específica (75 años). Asimismo, se concluyó que las ecuaciones previamente publicadas, producen diferentes valores de grasa corporal cuando se aplican a poblaciones distintas de las cuales fueron originadas. Por lo que las ecuaciones para poblaciones específicas serán las preferidas para obtener mejores estimadores de composición corporal. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar y validar ecuaciones para estimar la grasa corporal a partir de variables antropométricas como peso corporal y pliegues cutáneos utilizando el modelo de cuatro compartimientos como método de referencia.

## MATERIALES Y METODOS

Se conformó un grupo de 283 personas mayores de 60 años seleccionados de manera intencional. Los voluntarios fueron residentes de la zona urbana (80%) y de algunas regiones rurales del estado de Sonora, México (20%). Los adultos mayores se contactaron en diversos clubes y centros de reunión para personas de la tercera edad. Otros fueron abordados en las calles y en hogares referenciados. En la primera entrevista se hicieron preguntas para conocer el estado de salud, al mismo tiempo se explicó detalladamente el protocolo de estudio. Después de que los sujetos referido sentirse saludables y además con deseos de participar, se invitaron por primera vez al Laboratorio de Muestras Biológicas de la Coordinación Nutrición del CIAD, A.C., donde se realizaron diversos exámenes de laboratorio y la historia clínica completa de cada participante, con el objetivo de aplicar criterios de inclusión/exclusión (Sin evidencia clínica de enfermedades o el consumo de medicamentos que pudieran afectar las mediciones de composición corporal).

### Criterios de exclusión

No participaron en el estudio los individuos que en la primera entrevista mencionaron tener algún diagnóstico médico como hipo e hipertiroidismo, diabetes tipo 2, isquemia, angina de pecho

e hipertensión arterial y con tratamiento de diuréticos. Por los objetivos del estudio no se incluyeron a aquellos en silla de rueda o con problemas para la ambulación, lenguaje y audición. También se excluyeron aquellos con edema y/o ascitis.

### **Criterios de inclusión**

Se incluyeron para el análisis 202 adultos mayores de 60 años con independencia física, evaluada con la escala de Katz (23). Todos se consideraron aparentemente saludables, bajo los resultados de la prueba de tolerancia a la glucosa, presión arterial, hemoglobina en sangre, perfil de lípidos, hematocrito, osmolaridad sérica, examen parcial de orina, electrocardiograma e historia clínica, bien hidratados con osmolaridad sérica entre 275-300 mOsm/L y hematocrito de 38-55% en hombres y de 36-52% en mujeres. Los voluntarios refirieron tener un peso estable de  $\pm 2$  kg los seis meses previos a la fecha de estudio. Los voluntarios estuvieron orientados en espacio y tiempo de acuerdo a la escala Pfeiffer (24).

### **Mediciones antropométricas**

La estatura se midió de pie y sin zapatos, utilizando para ello un estadiómetro Holtain (Holtain Ltd, Crowell, Crymich, UK) y el peso en una balanza electrónica digital bajo las condiciones descritas abajo para el BOD-POD. La circunferencia de la cintura se midió en el punto inmediato del borde superior de la cresta ilíaca y la de cadera se midió en la parte más prominente de los glúteos. Ambas mediciones se realizaron con el sujeto de pie y utilizando para ello una cinta métrica de fibra de vidrio (Lafayette Instruments Company Inc., Lafayette, IN, USA). Estas mediciones antropométricas se hicieron de acuerdo a las recomendaciones de Durnin, (1989).<sup>26</sup> El índice de masa corporal (IMC) se calculó a partir de la fórmula peso/talla<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>).

Las mediciones del pliegue cutáneo bicipital, tricripital, subescapular, suprailiaco, abdominal, pierna y pantorrilla se realizaron con el plicómetro Holtain (Holtain Ltd, Crowell, Crymich, UK). Con respecto a la plicometría, se ha señalado que al medir los pliegues cutáneos se producen errores debidos a la variabilidad inter-observador.<sup>19</sup> Para este estudio los medidores de pliegues se estandarizaron previamente. Es importante mencionar, que no se encontraron diferencias significativas en las variables de interés entre medidores. Todos los pliegues se tomaron de acuerdo a las técnicas recomendadas (25,26).

Para fines prácticos, a continuación se describen los sitios anatómicos en donde se tomaron los pliegues cutáneos que entraron en los modelos como variables que estiman la grasa corporal. El pliegue de la pantorrilla se midió de acuerdo a la recomendación de Norton y cols. (25) solo que en este estudio el sujeto permaneció de pie con la pierna izquierda ligeramente flexionada. El panículo se tomó verticalmente en la región más pronunciada de la pantorrilla, particularmente en parte

lateral interna de la pantorrilla (músculo gemelo) del pie izquierdo. El pliegue tricripital se localizó en el punto medio del acromion y el olécranon, mientras el brazo formaba un ángulo recto; éste se midió verticalmente y paralelo a la línea axial de la parte superior del brazo, particularmente a la altura de músculo del tríceps (25,26).

### **Composición corporal**

Se evaluó el porcentaje de grasa corporal por el modelo de 4C reportado por Baumgartner y cols. (27) y de acuerdo a la metodología publicada previamente. Brevemente, la densidad corporal ( $D_c$ ) se calculó a partir de las mediciones del volumen y la masa corporal determinados por pletismografía de desplazamiento de aire, BOD-POD (BOD-POD Body Composition System, Life Measurement Instruments, Concord, CA, USA). El volumen corporal ( $V_c$ ) y el volumen de gas torácico ( $V_{GT}$ ) se midieron con el sujeto en traje de baño y con gorra para natación. El  $V_c$  corregido se obtuvo automáticamente por el software al considerar el  $V_c$  bruto, el área superficial del artefacto y el  $V_{GT}$ . Bajo las mismas condiciones, se midió el peso corporal en una balanza electrónica digital (parte del sistema del BOD POD). Finalmente, la  $D_c$  fue calculada de manera automática por el equipo, a partir de la relación masa (peso corporal) y el  $V_c$ . El ACT se determinó mediante el método de dilución con óxido de deuterio después de administrar una dosis única vía oral de 3.0 g, enjuagando con 5 mL de agua purificada. El ACT se calculó mediante el principio de dilución, utilizando para ello las concentraciones del isótopo estable en las muestras de saliva basales y enriquecidas (postdosis). El ACT se corrigió por el intercambio isotópico (4%) en otros compartimentos no acuosos (28). Las cenizas corporales óseas totales (CCOT) se midieron por densitometría ósea utilizando para ello el equipo Lunar DPX-MD+densitometer (Lunar Radiation Corp; Madison, WI, USA). Para estimar la masa mineral corporal total (MMCT), el valor de las CCOT se multiplicó por 1.279 (9). Antes de cada medición el BOD POD y el DEXA se calibraron de acuerdo a las indicaciones de los proveedores.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó estadística descriptiva para caracterizar las variables antropométricas y de composición corporal. El desarrollo y validación de las ecuaciones para estimar la grasa corporal, se realizó en dos sub-muestras de igual tamaño, obtenidas aleatoriamente a partir de la muestra total. Para evaluar las diferencias de cada una de las variables entre hombres y mujeres en la muestra total y entre las dos sub-muestras se utilizó una prueba *t* de student para muestras independientes.

Se eligieron aleatoriamente las sub-muestras para el desarrollo (sub-muestra 1) y validación de la ecuación (sub-muestra 2). La selección de los modelos de predicción se realizó por regresión lineal múltiple, utilizando para ello la técnica

de “Todas las regresiones posibles”. Se consideraron como posibles variables predictoras por su relación con la MG: edad, peso, talla, género, los pliegues cutáneos (tricipital, bicipital, subescapular, suprailiaco, pliegues de la pierna, de la pantorrilla y el abdominal), así como el logaritmo de la suma de los pliegues tricipital, bicipital, subescapular y suprailiaco. A partir de este proceso se obtuvieron varios modelos, de los cuales se eligieron aquellos que tuvieran conjuntamente valores altos de la  $R^2$ , bajos valores en el error estándar del estimador (EES) y valores de Mallow ( $C_p$ ) similares al número de variables en cada uno de los modelos generados. Una vez seleccionados los modelos, las variables seleccionadas se sometieron al análisis de regresión lineal múltiple para observar su significancia estadística. Posteriormente, se realizó el diagnóstico del modelo para probar los supuestos de la regresión lineal. En este caso, la *linealidad* se evaluó mediante un análisis de regresión simple, la *homogeneidad de la varianza* y la presencia de valores atípicos se observó mediante gráfica de residuales *versus* los valores predichos de modelo, la *normalidad* de los residuales mediante la gráfica de normalidad. Adicionalmente se evaluó la ausencia de *colinealidad*, mediante el factor de inflación de la varianza,  $< 10$ .

Una vez probada la significancia de las variables incluidas en el modelo y haber cumplido con los supuestos de la regresión lineal, el modelo resultante se aplicó en la sub-muestra 2 para estimar la grasa corporal. La validación de la nueva ecuación, generada se realizó por medio de regresión lineal simple, al considerar la grasa corporal determinada por el modelo de 4C como variable dependiente y los valores de grasa corporal obtenidos por la ecuación generada basada en pliegues cutáneos como variable independiente. La nueva ecuación se consideró equivalente cuando el intercepto no fue estadísticamente diferente de cero y la pendiente estadísticamente diferente de cero o igual a uno, respectivamente. El error puro se utilizó como una prueba adicional para probar exactitud. Un valor del error puro cercano al valor del EES de la ecuación en la muestra de origen indicó la exactitud de la ecuación. La exactitud a nivel grupal de la ecuación desarrollada con respecto al modelo de 4C se probó mediante un análisis de varianza de dos vías, en el cual se incluyó la variable de género y método. También se probó la interacción entre género y método para observar si las diferencias entre métodos eran modificados por ser hombre o mujer. La precisión se evaluó mediante los valores de  $R^2$  y el error estándar de estimador como se explicó previamente.

Finalmente, se evaluó el sesgo mediante el análisis de Bland y Altman (29) y el análisis de regresión simple, usando el promedio de las diferencias entre la grasa corporal determinado por ambos métodos como variable dependiente contra el promedio de ambos métodos como variable independiente. Todas los análisis estadísticos se probaron a un nivel de significancia de 0,05, con el paquete estadístico NCSS ver-

sión, 2000 (Number Cruncher Statistical System for Windows, Kaysville UTA).

## RESULTADOS

Para el análisis de la composición corporal por el modelo de 4C, así como para el desarrollo y validación de la ecuación se contemplaron 202 adultos mayores saludables (100 hombres y 102 mujeres) de edades comprendidas entre 60 a 89 años. En la Tabla 1 se muestran las características físicas por género. Se encontraron diferencias significativas en casi todas las variables entre hombres y mujeres, excepto en la edad y la circunferencia de cintura. Los hombres presentaron valores significativamente más altos en talla, peso, volumen corporal, cenizas óseas corporales totales, ACT y MCLG y valores menores de grasa corporal en relación a las mujeres. El promedio total de IMC fue de 27,0 con un rango de 12,6 a 42,7 kg/m<sup>2</sup>. El promedio de grasa corporal medido por el modelo de 4C fue de 26,3 kg con un mínimo de 3,7 kg y un máximo de 61,4 kg.

TABLA 1  
Características físicas de los adultos mayores

Variables	Hombres (n = 100) X ± DE	Mujeres (n = 102) X ± DE	P
Edad (años)	69,1 ± 6,3	69,0 ± 6,8	NS
Peso (kg)	74,1 ± 12,3	66,9 ± 13,0	0,0001
Talla (cm)	168,6 ± 6,2	155,0 ± 5,8	0,01
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,9 ± 3,5	27,7 ± 4,9	0,01
Circ. cintura (cm)	97,1 ± 9,4	94,9 ± 14,7	NS
Circ. de cadera (cm)	96,2 ± 6,50	103,2 ± 11,0	0,0001
Σ de los 4 pliegues (mm)	59,6 ± 17,5	74,8 ± 20,1	0,0001
Densidad corporal g/cm <sup>3</sup>	1,026 ± 0,014	1,002 ± 0,013	0,0001
ACT (kg)	37,9 ± 5,7	28,6 ± 4,6	0,0001
COCT (kg)	3,6 ± 0,5	2,6 ± 0,4	0,0001
MCLG (kg)	50,5 ± 7,1	37,8 ± 5,4	0,0001
MG (kg)	23,6 ± 7,8	29,1 ± 9,1	0,0001

Los valores se expresan en media ± desviación estándar.

IMC = Índice de masa corporal, ACT = Agua corporal total,

COCT = Cenizas óseas corporales totales, MCLG = Masa corporal libre de grasa y MG = Masa grasa determinadas por el modelo de 4C.

La Tabla 2 muestra las características de los sujetos de las sub-muestras 1 y 2. Ambas sub-muestras se constituyeron de 101 sujetos (50 hombres y 51 mujeres). Los valores promedio de las variables independientes no fueron estadísticamente diferentes entre sub-muestras ( $p > 0,05$ ). Mediante el método de “Todas las regresiones posibles”, se obtuvieron tres modelos con los valores más altos de  $R^2$  y valores más bajos del EES, los cuales incluyeron el sexo y peso corporal como variables en común. El primer modelo incluyó el pliegue de la pantorrilla y pliegue tricipital; el segundo modelo incluyó el pliegue del bíceps y la sumatoria de los cuatro pliegues cutáneos; el tercer modelo incluyó a los pliegues del tríceps y

bíceps. Estos modelos se sometieron al análisis de regresión múltiple para probar la significancia estadística de cada una de las variables dentro del modelo, seleccionadas preliminarmente. El primer modelo fue el único que demostró una contribución significativa ( $p < 0,05$ ) de todas las variables incluidas. Además los valores de  $R^2$  y F-total fueron los más altos al compararlos con los otros dos modelos (0,86 y 142, respectivamente) y el EES fue el menor (3,2 kg) (Tabla 3).

**TABLA 2**  
Características generales de las muestras de diseño y validación de la ecuación

Variables	Sub-muestra 1 <i>n</i> = 101	Sub-muestra 2 <i>n</i> = 101	Probabilidad
Edad (años)	69,4 ± 6,5	68,0 ± 6,4	0,90
Peso (kg)	71,1 ± 13,7	69,7 ± 14,3	0,90
Talla (m)	1,62 ± 0,009	1,61 ± 0,009	0,90
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,2 ± 4,7	26,5 ± 4,7	0,90
Pliegues cutáneos (mm)			
Tríceps	18,6 ± 6,1	17,3 ± 6,2	0,90
Bíceps	9,1 ± 4	8,6 ± 4,04	0,80
Subescapular	19,8 ± 0,68	18,9 ± 0,8	0,90
Suprailiaco	21,2 ± 7,7	20,1 ± 7,9	0,80
Abdominal	27,3 ± 7,4	26,2 ± 7,8	0,80
Pantorrilla	15,0 ± 7,6	14,1 ± 7,1	0,90
Pierna	19,4 ± 0,9	18,5 ± 9,5	0,80
Σ 4 pliegues	68,8 ± 20,9	65,0 ± 21,3	0,90

Los valores se expresan en media ± desviación estándar.  
IMC = Índice de masa corporal.

**TABLA 3**  
Análisis de regresión para el desarrollo de la ecuación basada en pliegues cutáneos

Modelo	Nº de variables seleccionadas	Variables	CR	F Parcial*	F Total	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>AC</sub>	EES	Cp
1	4	Peso	0,52	20,27	142,3	0,85	0,84	3,2	3,2
		Sexo	-6,05	35,39					
		P.Bíceps	0,35	9,39					
		P. Pantorrilla	0,16	6,5					

CR = Coeficiente de regresión; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación; EES = Error estándar del estimador; Cp = Coeficiente de Mallows \* $p < 0,05$

El modelo elegido cumplió con todos los supuestos establecidos para la regresión lineal (18). Las variables incluidas en el modelo no demostraron colinealidad (valor de inflación de varianza menor a 10, para todas las variables). Se comprobó la linealidad de todas las variables predictoras en función de la variable de respuesta. La varianza del estimador fue constante para todos los valores de las variables predictoras y no se encontraron valores atípicos. De acuerdo con la gráfica de normalidad se comprobó que el error del estimador mostró un comportamiento normal. A continuación se muestra el

modelo seleccionado para estimar la masa grasa.

$$MG \text{ (kg)} = (0,165 \times PP) + (0,355 \times PB) + (0,521 \times PC) - (6,054 \times S) - 13,171$$

Donde MG es la masa grasa expresada en kg, PP es el pliegue de la pantorrilla en mm, PB es el pliegue del bíceps en mm, PC es el peso corporal expresado en kg y S el sexo (mujeres= 0 y hombres=1).

La exactitud de la ecuación se evaluó a nivel grupal mediante un análisis de varianza. En la Tabla 4 se muestra solo un efecto del sexo, lo que significa que las mujeres tienen un promedio de grasa significativo más alto que el encontrado en hombres. No se encontró efecto del método, lo que significa que el valor promedio de grasa estimado por la ecuación generada no fue diferente ( $p > 0,05$ ) respecto a los valores obtenidos por el modelo de 4C, tanto en hombres como en mujeres por separado o en conjunto. Tampoco se encontró una interacción entre método y género sobre lo valores promedio de grasa.

**TABLA 4**  
Masa grasa estimada por la ecuación generada y por el modelo de 4C

Métodos	Todos <i>n</i> = 101 X ± DE	Hombres <i>n</i> = 50 X ± DE	Mujeres <i>n</i> = 51 X ± DE
Modelo de 4C	25,20 ± 0,9	22,2 ± 1	28,1 ± 1,3
Ecuación generada	25,5 ± 0,8	22,9 ± 1,08	28,0 ± 1,3

Comparación de la media grupal de la masa grasa (kg) estimada por la ecuación generada y la obtenida por el modelo de 4C. Resultado del análisis de varianza de dos vías.

Al evaluar la exactitud a nivel individual de la nueva ecuación basada en pliegues se observó que la línea de regresión no difirió de la línea de identidad, en toda la muestra y en el grupo de hombres y mujeres por separado (Figura 1). El intercepto no fue significativamente diferente de cero y la pendiente fue similar a uno (Tabla 5). Lo que indica que hubo equivalencia entre las estimaciones de grasa corporal por la ecuación generada y los obtenidos por el método de referencia. Asimismo, la exactitud de la ecuación se corroboró por medio del error puro, el cual fue similar al valor de EES de la nueva ecuación (Tabla 5). Lo anterior indica que el error de las ecuaciones no aumentó al estimar el porcentaje de grasa en la muestra de validación. La precisión de la ecuación evaluada por la R<sup>2</sup> estuvo dentro del rango de 81% a 86% para hombres y mujeres. Adicionalmente, de acuerdo con los análisis de Bland y Altman y de regresión lineal simple, la ecuación no presentó sesgo significativo, en la muestra total y al evaluar por separado el grupo de hombres y mujeres (Figura 2). En todos los casos el promedio de las diferencias entre ambos métodos fue cercano a cero y los límites de concordancia estuvieron dentro de un rango aceptable.

TABLA 5

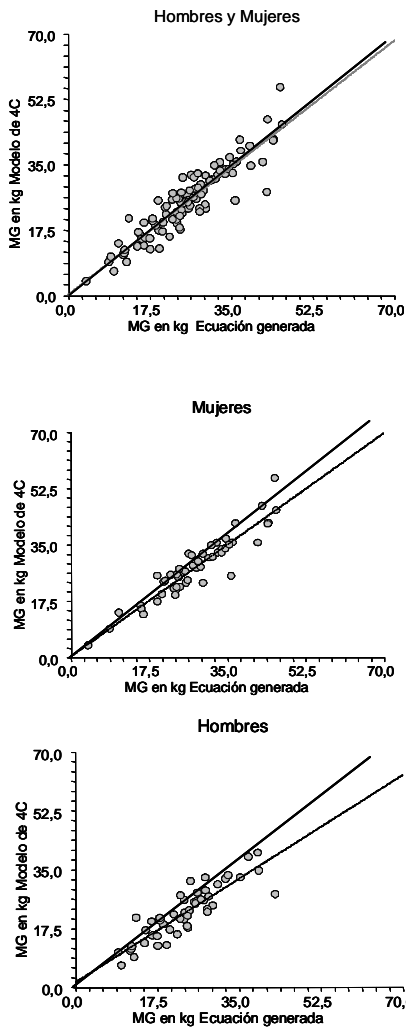
Resultado del análisis de regresión entre los valores de masa grasa estimados por la ecuación y los obtenidos por el modelo de 4C en el grupo de hombres y mujeres.\*

Ecuación generada	R <sup>2</sup>	Intercepto (kg)	Pendiente (kg)	EES (kg)	Error puro (kg)
Ambos	0,84	0,3 ± 1,1	0,97 ± 0,04	3,2	3,1
Hombres	0,79	1,1 ± 1,6	0,88 ± 0,06	3,7	3,5
Mujeres	0,87	0,4 ± 1,5	0,99 ± 0,05	3,4	3,2

\*Exactitud individual, kg de MG por el modelo de 4C y por la nueva ecuación. Intercepto no significativamente diferente de cero y pendiente significativamente diferente de cero o igual a 1.

FIGURA 1

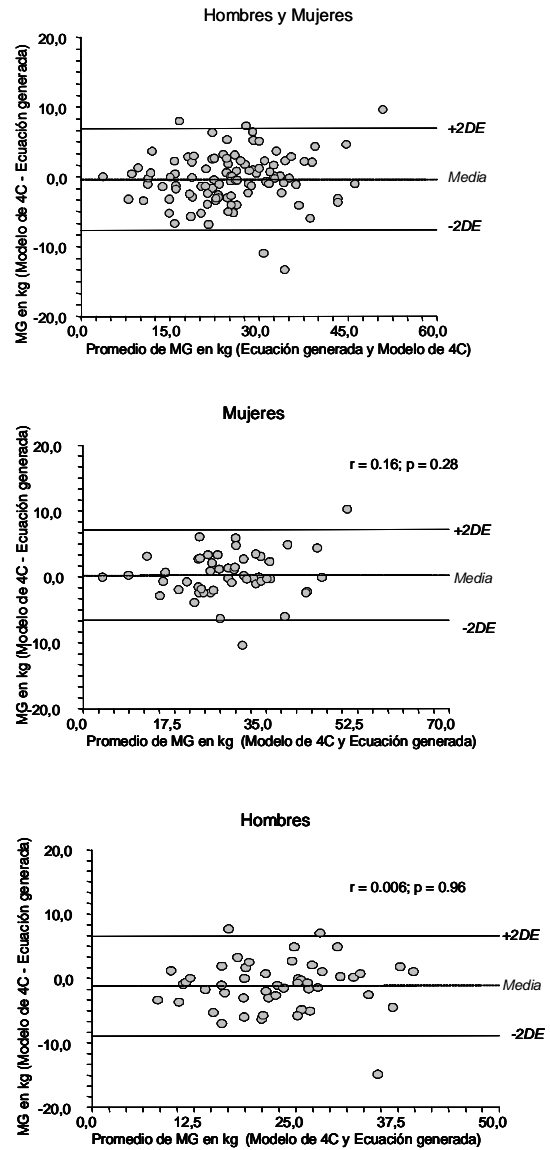
Exactitud de la nueva ecuación basada en antropometría en la muestra total y por sexo



La línea punteada representa la línea de regresión, la línea continua representa la línea de identidad.

FIGURA 2

Sesgo de la nueva ecuación basada en antropometría respecto al modelo de 4C en la muestra total y por sexo



La línea intermedia representa la media de las diferencias entre los dos métodos, las líneas de los extremos representan los límites de confianza (la media de las diferencias ± 2 DE).

DISCUSION

En el presente trabajo se diseñó y validó una ecuación basada en antropometría incluyendo las variables de peso corporal y dos pliegues cutáneos (además de la variable sexo) para estimar la masa grasa en adultos mayores del Noroeste de México. Actualmente existen pocos estudios que han usado

el modelo de 4C para el diseño y validación de ecuaciones, ninguno de estos se ha reportado en Latinoamérica. Lo anterior es de relevancia, pues en países en vías de desarrollo, recientemente se ha dado mayor importancia a la evaluación de la composición corporal de los individuos, como parte de la valoración integral de la salud y el estado de nutrición. Sin embargo, no se cuenta con la infraestructura para el uso de tecnologías de vanguardia en la mayoría de las instituciones de salud. En México, la mayoría de las clínicas y algunos centros de salud cuentan con las herramientas para realizar mediciones de peso, talla y plicometría. La ecuación generada en este estudio se basa en una técnica práctica, de bajo costo y de acuerdo a los resultados pueden ser confiables en poblaciones con características similares a las de este estudio, por lo que su uso será viable a nivel clínico y en estudios epidemiológicos.

La confiabilidad de esta ecuación se basa primero: en que fue diseñada y validada utilizando como método de referencia el modelo de 4C, el cual disminuye los errores debidos a la variabilidad biológica de los componentes de la MCLG de los adultos mayores. Se ha reportado que esta variabilidad se ve afectada principalmente por la pérdida del contenido mineral óseo (componente más denso) y del ACT (componente más abundante). Segundo, esta ecuación se diseñó en una muestra que incluyó adultos mayores con un amplio rango de edad e IMC (60 a 89 años y 16,3-36,2 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente) saludables y bien hidratados.

Con respecto a la antropometría, particularmente la plicometría, se ha señalado que al medir los pliegues cutáneos se producen errores debidos a la variabilidad inter-observador, pero esto se puede reducir en gran medida al estandarizar a las personas que van a realizar las mediciones.<sup>19</sup> Para minimizar este tipo de errores inherentes al método, en este estudio las mediciones de pliegues fueron realizadas por dos técnicos y dos nutriólogos previamente estandarizados. De acuerdo a los resultados no se encontraron diferencias significativas entre medidores. Adicionalmente, la medición de los pliegues se realizó por triplicado, para asegurar la precisión intra-observador.

Existen algunas ecuaciones basadas en plicometría para ser usadas en adultos mayores y otras que se usan sin distinción de edad (16,20-22). Sin embargo, la mayoría provienen de poblaciones caucásicas y las cuales se han desarrollado utilizando la hidrodensitometría como método de referencia, lo cual reduce su confiabilidad. Por ejemplo, Durnin y Womersley (16) generaron una ecuación en una población heterogénea de un rango de edad de 16 a 72 años y en la cual se incluyeron sólo 61 hombres y mujeres del rango de 50 a 72 años. Además de lo anterior, estas ecuaciones se generaron utilizando la hidrodensitometría como método de referencia. Las únicas ecuaciones diseñadas y validadas a partir de un modelo de 4C son las propuestas por Gausse-Nilsson y Dey;

sin embargo, su limitante es que se incluyeron adultos mayores de 75 años de edad. Actualmente se reconoce que hay un aumento y distribución de la grasa conforme aumenta la edad y esto puede reflejarse en los depósitos de grasa subcutáneos. Por ello, en este estudio se incluyeron a personas entre un rango de 60 a 89 años y con diferente composición corporal (rangos de grasa corporal entre 3,8 y 61,5 kg y de MCLG entre 24,8 y 82,5 kg) y con una amplia distribución de la grasa estimada por la circunferencia de la cintura (53,2 y 131 cm). Con todo ello y además de los resultados obtenidos de la técnica de validación cruzada aplicada en este estudio, la ecuación propuesta puede ser de gran utilidad, por su parsimonia, exactitud, precisión y libre de sesgo.

Otra ventaja de la nueva ecuación generada y validada es que los estimadores de la composición corporal se obtienen de una manera sencilla y rápida, debido a que las variables incluidas son de fácil medición y una vez medidas, se incluyen directamente en la fórmula. En el caso de la ecuación de Durnin y Womersley (16) y las fórmulas de Gause-Nilsson y Dey (22) se requiere de la medición de cuatro pliegues y de su transformación logarítmica, antes de poder introducir los valores en la ecuación de Siri (30) para obtener el porcentaje de grasa. Otro hallazgo y quizás el más importante es que la nueva ecuación cumplió con todos los criterios establecidos de exactitud, precisión y libre de sesgo. Por lo que, en ausencia de metodologías de vanguardia, la ecuación generada puede ser utilizada con confianza en adultos mayores saludables de rangos de edad y características antropométricas similares a los de la muestra de donde se generó y validó la ecuación.

En la mayoría de los estudios en los que se han desarrollado ecuaciones a partir de pliegues cutáneos se ha reportado que la sumatoria o el logaritmo de los pliegues son buenas variables estimadoras de la composición corporal. Sin embargo, en este estudio solo el pliegue del bíceps y el de la pantorrilla entraron al modelo y además probaron su significancia estadística. Con esto se demuestra que la capacidad de estimar de una nueva ecuación depende en gran medida de las características físicas de la muestra, las cuales son distintas entre una población y otra. Con respecto a los parámetros estadísticos de la nueva ecuación, se observó que los valores de F fueron mayores comparado con otros modelos obtenidos. Todas las variables independientes incluidas en el modelo mostraron significancia estadística. La capacidad de la ecuación para estimar la grasa corporal, también se sustentó por el valor de R<sup>2</sup> y el EES, ya que la variabilidad del modelo se explicó en un 86 por ciento y el EES fue de 3,2 kg. Esto coincidió con la ecuación de Gausse-Nilsson y Dey, con un valor similar de R<sup>2</sup> y EES (0,86 y 4,05 kg, respectivamente).

Con respecto al proceso de validación Guo y col. (18) recomendaron validar las ecuaciones en una muestra independiente a la del diseño y utilizar la misma metodología para obtener los valores de las variables dependientes e indepen-

dientes. Debido a que en la práctica este procedimiento es complicado de llevar a cabo, se ha sugerido realizar la validación cruzada de las ecuaciones, lo cual fue aplicado en este estudio. La ecuación final cuando se aplicó en la muestra de validación mostró ser exacta y precisa y adicionalmente no mostró sesgo significativo. La exactitud de la ecuación basada en pliegues cutáneos a nivel individual tanto en la muestra completa como en el grupo de hombres y mujeres quedó comprobada cuando se encontró que la línea de identidad no fue diferente a la línea de regresión. Con esto se probó la igualdad entre los métodos. Adicionalmente, el error puro de la ecuación aumentó solo ligeramente en relación al valor del EES que se obtuvo en la muestra de diseño de la misma. Este valor difirió solo en 0,1, lo cual indica que la ecuación fue también exacta en la muestra de validación, ya que dicha diferencia estuvo cercana a cero.

Los gráficos de Bland y Altman mostraron que la ecuación generada no presentó alguna tendencia a sobre o subestimar la masa grasa al evaluar la muestra total y en el grupo de hombres y mujeres por separado. El promedio de las diferencias fue cercano a cero y los límites de concordancia fueron aceptables, lo cual indica que hubo concordancia entre las estimaciones de la nueva ecuación con el método de referencia. El análisis de regresión, el cual consideró las diferencias contra el promedio reveló no asociación significativa entre ambas variables, lo que significa que el error metodológico se distribuyó aleatoriamente a través del espectro del contenido de grasa. Asimismo, este análisis confirma que no hay tendencia alguna a sobre o subestimar los valores de MG con la nueva ecuación generada.

La ecuación diseñada para estimar masa grasa a partir variables antropométricas como peso corporal y pliegues cutáneos fue validada satisfactoriamente en una población de adultos mayores en condiciones de vida libre del Noroeste de México, de un rango de edad de 60 a 89 años. La ecuación basada en antropometría, particularmente pliegues cutáneos y peso corporal mostró ser exacta y precisa a nivel individual y grupal, asimismo para hombres y mujeres juntos y por separado. La ecuación desarrollada y validada incluye parámetros antropométricos fáciles de medir y dada su exactitud y precisión se sugiere que esta nueva ecuación basada en pliegues cutáneos se utilice en estudios clínicos y epidemiológicos en ausencia de metodologías más costosas y que no han sido validadas contra el modelo de 4C. Finalmente, es importante mencionar que siempre será preferible desarrollar ecuaciones para estimar algún componente de la composición corporal de poblaciones específicas, por etnicidad y diferentes estilos de vida.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo de CONACYT (J37891-M) para el proyecto: Estudio de la composición corporal en el adulto mayor, con el modelo de cuatro compartimientos basado en densitometría (pletismografía y absorciometría dual de rayos X) y deuterio, del cual se derivó el presente trabajo de investigación y la IAEA (Research contract No. 12694/R0) por el apoyo complementario. Asimismo, al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. A los voluntarios y a sus familiares, así como también a la MC Flavia A. Pérez, Médico Francisco Navarrete y MC Rosa Olivia Méndez por el apoyo técnico brindado.

## REFERENCIAS

1. Johnson CS, Mahon A, McLeod W. Nutritional, functional and psychosocial correlates of disability among older adults. *Am J Clin Nutr* 2006;10:124-50.
2. Garry PJ, Wayne SJ, Vellas B. The New Mexico aging process study (1979-2003). A longitudinal study of nutrition, health and aging. *JNHA* 2007;11:125-30.
3. Steen B. Body composition and aging. *Nutr Rev* 1988;46:45-1.
4. Heymsfield SB, Wang J, Steven L, Yakov K, Kehayias, Pierson RN. Body composition in elderly subjects: a critical appraisal of clinical methodology. *Am J Clin Nutr* 1989; 50:1167-75.
5. Clasey JI, Kanaley JA, Wideman L, Heymsfield SB, Teates CD, Gutgessell ME. Validity of methods of body composition assessment in young and older men and women. *Am J Physiol* 1999;49:1728-38.
6. Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric. Analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann NY Acad Sci* 1963;110:113-40.
7. Obisesan TO, Aliyu MH, Bond V, Adams RG, Akomolafe A, Rotimi CN. Ethnic and age-related fat free mass loss in older Americans: the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). *BMC Public Health* 2005; 5:41.
8. Bossingham MJ, Carnell NS, Campbell WW. Water balance, hydration status, and fat-free mass hydration in younger and older adults. *Am J Clin Nutr* 2005;81:1342-50.
9. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lychtman S, Wang J, Pierson N. Body composition in elderly people effect of criterion estimates on predictive equations. *Am J Clin Nutr* 1991;53:1345-53.
10. Van der Ploeg GE, Gunn SM, Withers RT, Modra AC. Use of anthropometric variables to predict relative body fat determined by a four-compartment body composition model. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57:1009-16.
11. Valencia ME, Alemán-Mateo H, Salazar G, Hernández-Triana M. Body composition by hydrometry (deuterium oxide dilution) and bioelectrical impedance in subjects aged >60 y from rural regions of Cuba, Chile and Mexico. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003;27:848-55.

12. Mazess RB. On aging bone loss. *Clin Orthop* 1982;165:329-51.
13. Cohn SH, Vartky D, Yasamura S. Compartmental body composition based on total-body nitrogen, potassium, and calcium. *Am J Physiol* 1980;239:524-30.
14. Heymsfield SB, Litchman S, Baumgartner RN, Wang J, Yakov K, Aliprantis A. Body Composition of humans: comparison of two improved four-compartment models that differ in expense, technical complexity, and radiation exposure. *Am J Clin Nutr* 1990;52:52-8.
15. Heymsfield SB, Z Wang, Baumgartner RN, Dilmanian Y. Body composition and aging: a study by in vivo neutron activation analysis. *J Nutr* 1993;123:432-37.
16. Durmin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16-72 years. *Br J Nutr* 1974;32:77-96.
17. Broekhoff C, Voorrips LE, Weijenberg MP, Witvoet GA, van Staveren WA, Deurenberg P. Relative validity of different methods to assess body composition in apparently healthy elderly women. *Ann Nutr Metab* 1992;36:148-56.
18. Guo S, Chumlea C, Cockram. Use of statistical methods to estimate body composition. *Am J Clin Nutr* 1996;64:428-35.
19. Clarys JP, Martin AD, Drinkwater DT, Marfell-Johns MJ. The skinfold: myth and reality. *J Sports Sci* 1987;5:3-33.
20. Goran MI, Toth MJ, Poelhman ET. Cross-validation of anthropometric and bioelectrical resistance prediction equations for body composition in older people using the 4-compartment model as a criterion method. *J Am Geriatr Soc* 1997; 45:837-43.
21. Deurenberg-Yap M, Ai Ng S, Li Foo L, Deurenberg P. Development and validation equation for percentage body fat based on skinfolds for Signaporean adults and adolescent. *Int J Body Compos Res* 2003;1:103-9.
22. Gause-Nilsson I, Dey DK. Percent body fat estimation from skin fold thickness in the elderly. Development of a population-based prediction equation and comparison with published equations in 75-year-olds. *JNHA* 2005; 9:19-24.
23. Katz S, Downs TD, Cash HR, Grotz RC. Progress in development of the index of ADL. *Gerontologist* 1970;10:20-30.
24. Pfeiffer E. A short portable mental status questionnaire for the assessment of organic brain deficit in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1975;23:433-41.
25. Norton K, Whittingham N, Carter L, Kerr D, Gore Ch, Marfell-Jones M. Cap 2. En: *Anthropometrica*. Sydney: University of New South Wales Press. 1996; p. 25-75.
26. Durmin JVGA. Cap. 2. En: *Nutrition in the elderly*. Oxford: Oxford University Press. 1989; p. 15-32.
27. Aleman-Mateo H, Huerta RH, Esparza-Romero J, Mendez RO, Urquidez R, Valencia ME. Body composition by the four-compartment model: validity of the BOD POD for assessing body fat in Mexican elderly. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:830-6.
28. Schoeller DA. Cap. 3. En: *Human body composition*. 2<sup>da</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics. 1996; p. 35-49.
29. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
30. Siri, WE. Body composition from fluid spaces and density. Analysis of methods. En: *Techniques for Measuring Body Composition*. Washington, DC: National Academy of Sciences, National Research Council. 1961; p. 223-244

Recibido: 29-09-2007

Aceptado: 25-10-2007

## Aspectos alimentares, nutricionais e de saúde de idosas atendidas no Núcleo de Atenção ao Idoso – NAI, Recife/ 2005

*Tânia Campos Fell Amado, Ilma Kruze Grande de Arruda y Rogério Anderson Rodrigues Ferreira*

Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Brasil

**RESUMO.** O envelhecimento populacional se apresenta atualmente como um fenômeno mundial. Com o objetivo de identificar aspectos alimentares, nutricionais e de saúde em idosas, foi desenvolvido em 2005 um estudo transversal com amostra de 106 idosas > 60 anos atendidas no Núcleo de Atenção ao Idoso – NAI, da Universidade Federal de Pernambuco. Foram investigadas variáveis clínicas e sócio-demográficas, estado nutricional pelo IMC (OMS e Lipschitz) e frequência de consumo por grupos de alimentos. Os resultados evidenciaram 38,7% de idosas com pré-obesidade (OMS) e 47,2% com excesso de peso (Lipschitz). Quanto à pressão arterial (PA), 69% eram hipertensas e 31% normotensas. A média do IMC das idosas hipertensas e normotensas foi estatisticamente significativa ( $p=0,027$ ). Os grupos de cereais e de pães foram os mais consumidos todos os dias pelas idosas, 89% e 82% respectivamente e o das leguminosas esteve presente na alimentação de 53% das idosas, as verduras em 61% e frutas em 66%. Em relação à ingestão de água, 51,9% referiram consumir 1 a 4 copos por dia. Houve correlação positiva entre IMC e as pressões sistólicas (PS) e diastólicas (PD) ( $p<0,001$ ). Os níveis de PS e PD não apresentaram correlação com o consumo de alimentos estudados. Os resultados indicam uma população com excesso de peso e com inadequado consumo alimentar, e reforça a necessidade de ações mais efetivas no controle e/ou prevenção, principalmente em idosos considerados jovens.

**Palavras chave:** Envelhecimento, obesidade, consumo alimentar.

### INTRODUÇÃO

O envelhecimento das populações se apresenta atualmente como um fenômeno mundial. O Brasil, assim como os demais países latino-americanos, está passando por um rápido e intenso processo de crescimento da população de idosos decorrente do aumento da expectativa de vida, que está diretamente ligado à melhoria nos parâmetros de saúde, melhores condições sanitárias e maior acesso aos serviços de saúde (1). A nutrição, a saúde e o envelhecimento estão relacionados entre si, logo, a manutenção de um estado nutricional adequado e a alimentação equilibrada, estão associados a um envelhecimento saudável (2).

As alterações corporais e do estado nutricional próprias do envelhecimento, a pobreza, o analfabetismo, a cultura, a

**SUMMARY. Alimentary, nutritional and health aspects of elderly women in attendance at the Núcleo de Atenção ao Idoso, Recife/2005.** Aging has become a worldwide problem. In order to identify food, nutritional and health aspects of elderly women, a across-sectional study was carried out in 2005 with 106 women over 60 years of age cared for at Núcleo de Atenção ao idoso-NAI at Federal University of Pernambuco. Clinical and social-demographic variables, along with the nutritional status by BMI (OMS and Lipschitz) were assessed, and the frequency of food intake according to food groups. The results disclosed that 38% of the elderly were pre-obese (WHO) and 47.2% were overweight (Lipschitz). As for blood pressure (BP) 69% was found to be hypertensive and 31% normotensive. The BMI mean of hypertensive and normal elderly women was statistically significant ( $p=0.027$ ). Cereal and bread groups were reported to have been the highest consumption on a daily basis by the elderly women, 89% and 82% respectively. Legumes were present in 53% of the women's meals followed by vegetables with 61% and fruits with 66%. Concerning water intake, 51.9% stated to have ingested one to four glasses of water daily. There was a positive correlation between BMI and systolic (SP) and diastolic pressure (DP) ( $p<0.001$ ). SP and DP levels showed no correlation with the food intake studied. The results are indicative of an overweight and not conscientious population as regards adequate food intake and point to the necessity of more effective actions in control and/ or prevention, particularly for those still young

**Key words:** Aging, obesity, food intake.

solidão, as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e o uso de inúmeros medicamentos, podem de forma direta ou indireta alterar a quantidade e a qualidade de alimentos consumidos, comprometendo assim, o estado de saúde e a necessidade nutricional do indivíduo idoso (3,4). Desta forma, a utilização de medidas antropométricas simples, como peso e estatura para diagnóstico do estado nutricional e a aplicação de questionários de consumo alimentar empregados na pesquisa populacional, constituem meios para se conhecer o perfil de alimentação e nutrição do idoso. O Índice de Massa Corporal (IMC), conhecido usualmente como índice de Quételet é um dos indicadores antropométricos mais simples e mais utilizados em pesquisas com idosos (5).

O perfil nutricional dos idosos brasileiros a partir dos dados da Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição – PNSN/1989,

mostrou uma prevalência geral de sobrepeso, o que vem sendo demonstrado em diferentes estudos onde a desnutrição, o sobrepeso e a obesidade predominam sobre os indivíduos eutróficos (6-8). Vale ressaltar que a variação na prevalência de sobrepeso e de baixo peso na população idosa demonstrada em alguns estudos, deve-se à utilização de diferentes pontos de corte, os quais na sua maioria são os mesmos utilizados para adultos, não sendo específicos para idosos (9).

De fato, o estado nutricional dos idosos tem se modificado nos últimos anos, o que pode ser explicado pelo alto consumo alimentar de calorias provenientes de gorduras, principalmente as de origem animal, açúcar e alimentos refinados, em detrimento de outros nutrientes de baixa densidade energética como as frutas e verduras, bem como pela forma de obtenção e preparo dos alimentos (7). A mudança no consumo alimentar além de contribuir para o excesso de peso corporal e o aumento expressivo da obesidade, constitui um dos fatores mais importantes para explicar o aumento da carga das DCNT, de grande morbi-mortalidade como diabetes mellitus, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e câncer, principalmente na maioria dos países em desenvolvimento e vem se constituindo como risco para a saúde dos idosos (10,11).

O consumo alimentar em pessoas idosas constitui um tema ainda pouco investigado. Visando contribuir com subsídios para uma adequada orientação nutricional à clientela estudada, este trabalho teve como objetivo identificar aspectos alimentares, nutricionais e de saúde em idosas atendidas no NAI, considerando a ingestão por grupos de alimentos e as recomendações e/ou modificações contidas no Guia Alimentar da Pirâmide para idosos (12).

## METODOLOGIA

Estudo transversal desenvolvido no Núcleo de Atenção ao Idoso – NAI/UFPE, unidade ambulatorial que se destina ao atendimento em saúde de pessoas com idade igual ou superior a 60 anos, consideradas idosas segundo a Política Nacional do Idoso, Lei nº 8.842/94 – art.2º (13).

A amostra foi constituída por 106 idosas inscritas no NAI e que ingressaram na unidade para primeira consulta, no período de maio/2004 a maio/2005 para avaliação gerontológica (1ª consulta), anterior à consulta de nutrição.

As variáveis clínicas (pressão arterial (PA), uso de medicamentos, constipação intestinal), e sociodemográficas (idade, escolaridade, situação conjugal) foram transcritas do prontuário das pacientes. Também foram estudados o estado nutricional (peso e altura), o consumo por grupos de alimentos e o número de refeições e lanches.

O consumo alimentar foi caracterizado mediante um questionário constituído de perguntas sobre consumo alimentar (semanal de uma lista com os grupos de alimentos pré-determinados), além de informações referentes à utilização

de mais sal na comida servida, número de refeições diárias, troca de almoço e/ou jantar por lanches, ingestão de água/dia e consumo de bebidas alcoólicas e não alcoólicas. Foi questionado ainda se as idosas haviam recebido orientação nutricional por médico e/ou nutricionista.

O estado nutricional foi avaliado pelo Índice de Massa Corporal de Quételet (peso/altura<sup>2</sup>), e como critério de classificação, as recomendações da OMS (9) e a utilizada por Lipschitz (14).

Para aferição do peso foi utilizada balança FILIZOLA modelo, com capacidade de 150 kg e precisão de 100 gramas. As idosas foram pesadas trajando roupas leves e sem sapatos. A altura foi medida utilizando-se um antropômetro vertical fixo à balança, com a idosa descalça, com os pés unidos, braços estendidos ao longo do corpo e olhar fixo na altura da linha do horizonte.

A PA foi classificada utilizando-se os critérios das IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (15). Dessa maneira foram considerados hipertensos aqueles que apresentaram uma PA persistentemente alta, definida como Pressão arterial sistólica (PAS)  $\geq$  140 mmHg e/ou Pressão arterial diastólica (PAD)  $\geq$  90 mmHg.

Foi utilizado o programa Statistical Package for Social Sciences - SPSS for Windows, versão 13.1. Aplicados o teste de Kolmogorov Smirnof para as variáveis contínuas (quanto à normalidade da distribuição), o teste “t” de *student* para comparação das médias com variáveis de distribuição normal e, nas variáveis cujo critério de normalidade não foi atingido, utilizou-se o Teste de Mann-Whitney. As variáveis PAS e PAD (distribuição não Gaussiana) foram descritas sob a forma de mediana e seus intervalos interquartílicos. Os dados também foram submetidos à análise pela correlação de Spearmann.

O presente estudo obteve aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa em seres Humanos do Instituto Materno Infantil de Pernambuco – IMIP, atendendo as exigências da Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

## RESULTADOS

A média de idade das idosas foi de 69,2 anos, variando de 60 a 88 anos, sendo 59,43% na faixa etária de 60 a 69 anos, 31,14% de 70 a 79 anos e apenas 9,4% entre 80 e 88 anos. Quanto à escolaridade, apenas 31,14% tinham até o 1º grau incompleto, 43,8% não possuía escolaridade formal e 24,8% tinham do 1º grau completo até o 3º grau. O estado civil predominante foi a viuvez, com 34,9% do total da amostra.

O IMC médio encontrado foi 27,7 kg/m<sup>2</sup>. Com relação ao IMC, o comportamento da amostra pelas classificações da OMS e de Lipschitz, sugere uma mesma tendência considerando-se os respectivos pontos de corte. Vale ressaltar que o percentual de baixo peso pela OMS apresenta-se bastante

reduzido enquanto por Lipschitz corresponde a 12,3%. Já em relação ao ganho de peso, observa-se que o percentual de excesso de peso encontrado (47,2%) de acordo com Lipschitz, é quase

duas vezes maior do que quando se considera a classificação de obesos pela OMS (26,4%) (Tabela 1).

TABELA 1  
Distribuição percentual do Estado Nutricional (IMC) de acordo com a classificação da OMS e Lipschitz de idosas do Núcleo de Atenção ao Idoso. Recife, 2005. (N=106)

Faixa Etária (anos)	OMS*								LIPSCHITZ**					
	B. P†		Eutrofia		P.Ob‡.		Obesidade		Magreza		Eutrofia		Ex. P††	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
60 – 69	0	0	19	30,2	24	38,1	20	31,7	5	7,9	27	42,9	31	49,2
70 – 79	2	6,1	13	39,4	13	39,4	5	15,2	7	21,2	13	39,4	13	39,4
80 e +	0	0	3	30,0	4	40,0	3	30,0	1	10,0	3	30,0	6	60,0
TOTAL	2	1,9	35	33,0	41	38,7	28	26,4	13	12,3	43	40,6	50	47,2

\* OMS, 1998.

\*\* LIPSCHITZ, 1994.

† Baixo peso ‡ Pré-obesidade †† Excesso de peso

Segundo a classificação da OMS, observa-se maior ocorrência (39,4%) de pré-obesidade na faixa etária de 70-79 anos, excluindo-se as mais idosas (80 e +) e quanto à obesidade, a ocorrência foi de 31,7%, entre as idosas consideradas jovens (60-69 anos). Quando utilizada a classificação por Lipschitz, excluindo-se a faixa etária de 80 anos e mais, o excesso de peso apresentou-se com maior percentual, 49,2% na faixa de 60-69 anos.

Quanto às características clínicas, 31% das idosas apresentavam PA normal e 69% valores alterados para PAS ou PAD, 35,8% referiam apresentar constipação intestinal e 79,2% tomavam um ou mais medicamentos.

A Tabela 2 mostra a média do IMC e média da idade na condição de hipertensão igual a 28,7 kg/m<sup>2</sup>, e de 69,7 anos respectivamente. Esses resultados evidenciam que a diferença entre a média do IMC e da idade nos dois grupos, foi estatisticamente significativa ( $p = 0,027$ ). Em relação à da idade houve similaridade entre os dois grupos ( $p = 0,203$ ).

TABELA 2  
Distribuição do Índice de Massa Corporal e da Idade na condição de Hipertensão Arterial em idosas atendidas no Núcleo de Atenção ao Idoso. Recife, 2005

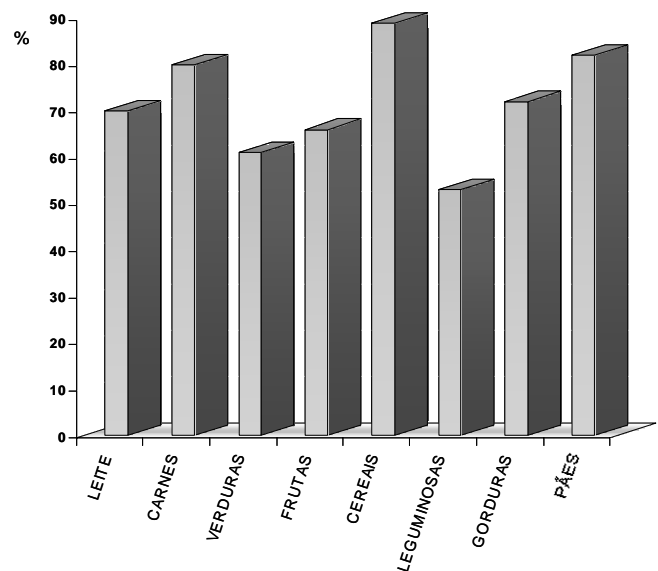
Variáveis	Hipertensão Arterial		p-valor (*)
	Hipertenso Média ± D.P.	Normotenso Média ± D.P.	
IMC	28,7 ± 7,6	25,5 ± 4,4	0,027
Idade	69,7 ± 6,6	68,0 ± 6,2	0,203

(\*) teste *t-student*

DP – desvio padrão

No Figura 1, têm-se os grupos de alimentos mais consumidos diariamente pelas idosas durante a semana, sendo os grupos de leguminosas (53%), de verduras (61%), e de frutas (66%), os de menor consumo. Quanto aos mais consumidos, citam-se o grupo de pães e cereais 82% e 89% respectivamente. Os resultados aqui apresentados mostram um consumo mais elevado de alimentos com maior densidade energética em detrimento daqueles de baixa densidade em energia, porém mais nutritivos.

FIGURA 1  
Frequência diária de alimentos consumidos por idosas cadastradas no NAI, Recife, 2005



A Tabela 3 demonstra o consumo de frutas, verduras, pães e cereais pela população estudada em relação aos níveis pressóricos. Os níveis de PAS e PAD não mostraram relação com o consumo de alimentos dos grupos estudados.

TABELA 3  
Distribuição dos níveis de pressão arterial sistólica e diastólica, segundo o consumo de frutas, verduras, pães e cereais, de idosas do Núcleo de Atenção ao Idoso. Recife, 2005.

Consumo Alimentar	N	PAS†			p**	n	PAD‡			p**
		Mediana	P* <sub>25</sub>	P* <sub>75</sub>			Mediana	P* <sub>25</sub>	P* <sub>75</sub>	
Verdura										
≤ 3 vez	30	140	120	160	0,442	30	80	80	90	0,300
> 3 vezes	76	130	130	150		76	80	80	90	
Fruta										
≤ 3 vez	19	140	130	160	0,251	19	80	80	90	0,883
> 3 vezes	87	130	120	150		87	80	80	90	
Cereais										
≤ 3 vez	6	135	120	140	0,542	6	80	77,5	80	0,073
> 3 vezes	100	135	120	150		100	80	80	90	
Pães										
≤ 3 vez	7	130	130	140	0,676	7	80	75	90	0,294
> 3 vezes	99	140	120	150		99	80	80	90	

\*percentil \*\*Mann-Whitney

† Pressão Arterial Sistólica ‡ Pressão Arterial Diastólica

Considerando-se os graus de correlação observados na Tabela 4, os valores de IMC, PAS, PAD, apresentaram correlação positiva significativa.

TABELA 4

Coefficiente de correlação (*rho*) entre as variáveis biológica, nutricional e clínicas, de idosas atendidas no NAI - Recife, 2005

	Idade	IMC†	PAS‡	PAD ††
Idade	-	-0,136	0,089	-0,093
IMC	-0,136	-	0,279**	0,269**
PAS	0,089	0,279**	-	0,507**
PAD	-0,093	0,269**	0,507**	-

Correlação de Spearman (*rho*) \*\*p<0,001

†IMC; Índice de Massa Corporal.

‡PAS; Pressão Arterial Sistólica.

††PAD: Pressão Arterial Diastólica.

Em relação ao número de refeições e lanches 87,7% e 43,4% realizavam três refeições diárias, e dois lanches respectivamente. Quanto a ingestão de água, 62% idosas referiram ingerir entre um a quatro copos de água por dia e 34,0% consumiam 8 ou mais copos, de acordo com as recomendações propostas na pirâmide alimentar modificada para a população idosa.

Vale destacar que 84 (79,2%) das idosas referiram nunca

ter feito uso de bebidas alcoólicas e cerca de metade da amostra, 50,9% relatou o não consumo de bebidas do tipo sucos industrializados, refrigerantes, achocolatados (toddyinho), etc.

O costume de trocar o almoço ou jantar por lanches, não era hábito de 85,8%. A grande maioria das idosas (94,3%) referiu não colocar mais sal na comida servida em seu prato e apenas 5,7% informou fazer uso desse hábito. Quando questionadas se receberam orientação nutricional, 54,7% responderam positivamente e dentre essas, 86,2% afirmaram que receberam orientação do profissional nutricionista.

## DISCUSSÃO

O crescimento do contingente populacional de idosos tem despertado o interesse de estudiosos e pesquisadores, principalmente na busca de proporcionar aos idosos mais anos de vida, porém vividos com qualidade e dignidade. Nesse contexto, a compreensão sobre o papel da nutrição na promoção da saúde dos idosos assume um maior aprofundamento. A orientação nutricional adequada é eficaz para uma melhor qualidade de vida e, em particular, melhor controle de doenças crônicas não transmissíveis (16,17).

Estudos epidemiológicos retratando a população idosa se confrontam com algumas limitações, como: poucas investigações no campo da alimentação e nutrição, dificuldades no lidar com pacientes idosos, considerando certas particularidades individuais inerentes ao

envelhecimento, entre as quais, enfermidades associadas à idade, dependência de terceiros para acompanhá-los à consulta, necessidade de apoio a familiares, mudança de endereço para locais distantes, óbitos, entre outras (6,7,17).

A média de idade das participantes, aproximadamente 70 anos, está próxima à expectativa média de vida do brasileiro (18). A população estudada apresentou em sua maioria idade entre 60 a 69 anos, consideradas idosas jovens de acordo com Veras (19).

Em relação ao gênero, a literatura refere uma maior longevidade feminina, o que explica a predominância de mulheres na busca de uma assistência sistemática e contínua à saúde. Essa diferença explica em parte, um dos fenômenos típicos em todo o mundo, ou seja, a chamada feminização da velhice, (20,21).

Quanto à escolaridade, os resultados foram compatíveis com o perfil do idoso brasileiro na Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição- PNSN, em que as mulheres são maioria entre os idosos que não sabem ler ou escrever (6,22,23).

Observa-se percentual considerável da condição de viuvez, situação comumente encontrada na maioria das mulheres idosas brasileiras, o que contribui para a existência de um quantitativo significativo de mulheres vivendo sozinhas, principalmente nas idades mais avançadas (19).

Os resultados encontrados para HAS, extrapolam a ocorrência desse quadro em pessoas acima de 60 anos, que, segundo alguns pesquisadores está em torno de 65%. O National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) sobre a prevalência de hipertensão, de 1988 a 1991, apresenta o aumento em mais de seis vezes, a partir da sexta década (24).

O uso de medicamentos pelas idosas apresentou um percentual elevado, 79,2%. A utilização de múltiplos fármacos, prescrição inadequada e a utilização de dois ou mais medicamentos com a mesma atividade farmacológica, entre outros fatores, favorecem o aumento de efeitos adversos e interações que interferem na digestão, absorção e metabolismo de nutrientes (25).

A classificação proposta por Lipschitz (14) considera as modificações na composição corporal do indivíduo idoso e recomenda como pontos de corte para baixo peso e sobrepeso, respectivamente, IMC abaixo de 22 kg/m<sup>2</sup> e acima de 27 kg/m<sup>2</sup>. A média do IMC da população estudada classifica-se como pré-obesidade segundo a OMS, sendo concordante com a classificação de Lipschitz para excesso de peso.

A influência adversa que a obesidade exerce em relação à pressão arterial, metabolismo da glicose e lipídeos sanguíneos, podendo levar ao aparecimento de desordens crônicas nas diversas fases da vida, vem se constituindo uma preocupação para os pesquisadores. Desta forma os dados encontrados nesse estudo, alertam para esse problema (6).

As características marcantes da transição nutricional

brasileira, ou seja, alterações nos padrões nutricionais como consequência de modificações na estrutura da dieta dos indivíduos, associadas às mudanças econômicas, sociais e demográficas relacionadas à saúde, são representadas pelo aumento significativo da prevalência de pré-obesidade e obesidade e o registro de um declínio da desnutrição (11).

O consumo insuficiente de leguminosas pelas idosas, diminui o aporte de proteínas de boa qualidade, fibras, vitaminas e minerais, além de agravar e/ou propiciar sintomas clínicos da constipação intestinal, quadro este comum nos idosos e observado neste estudo, onde cerca de 36% das idosas referiram apresentar este problema.

Quanto ao consumo de frutas e verduras, não foi satisfatório, embora pouco mais da metade, 61% e 66% respectivamente, consumissem esses grupos de alimentos todos os dias. O Guia da Pirâmide para o idoso ressalta a importância desses alimentos, enfatizando aquelas fortemente coloridas, frescas, por serem fontes ricas de vitaminas, minerais e fibras, além de contribuírem com fitoquímicos com propriedades antioxidantes (12,26).

De acordo com a literatura é importante um maior consumo desses grupos, uma vez que, evidências indicam que dietas ricas em leguminosas, verduras e frutas estão associadas à proteção contra doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer. Embora não estejam totalmente esclarecidos os mecanismos em relação a esta associação, sabe-se que essas dietas além de fontes de excelente valor nutricional são usualmente pobres em gordura saturada (26,27).

Constituíram presença freqüente no consumo semanal das idosas, os grupos cereais e pães, sendo os mais referidos. Resultados semelhantes foram observados (1992), em estudo com 308 idosos do Serviço de Geriatria do Hospital das Clínicas/Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, onde os cereais e derivados (pães e arroz) foram identificados como os mais utilizados, por serem mais populares entre os idosos com problemas mastigatórios e apresentarem baixo custo. Desta forma é necessário então, que esses alimentos devam constar na alimentação dos idosos, porém de uma forma equilibrada e ajustada (27).

Quanto a ingestão de água, apenas 34% das idosas consumiram 8 copos. Vale considerar que, o consumo de água é muito importante na saúde dos idosos, pois o próprio processo de envelhecimento, quantidade de atividade física, medicação, função renal e mecanismos homeostáticos, reduzem a sensação de sede e atuam ainda como fator contribuinte na constipação (16). Desta forma, para pessoas de idade, a água representa uma verdadeira necessidade e segundo a RDA, devem ser tomados cerca de 1,5 a 2 litros de líquidos, dos quais 8 copos de água diários são indicados pela recomendação do Guia (12).

A maioria das idosas referiu nunca ter consumido bebidas alcoólicas. O Guia alimentar recomenda que o álcool, café e

chá, não devem ser calculados como contribuintes da ingestão hídrica do idoso, considerando-se que seus efeitos diuréticos poderão de certa forma contribuir para aumentar o declínio na água corporal total (12).

Quanto à prática da adição do sal no prato servido e a substituição de refeições por lanches considerada usual, não foram evidenciados nesse estudo uma vez que 94,3% e 85,8% das idosas respectivamente, não tinham por hábito esse comportamento. Possivelmente, isso pode ser explicado tendo em vista que praticamente metade da amostra estudada recebeu orientação nutricional e, o que é mais importante, 86,2% desta foi realizada pelo nutricionista.

Podemos referir ainda como citado anteriormente, que as idosas além de não terem como hábito acrescentar sal à comida, não faziam uso freqüente de salgados e embutidos (80,2% e 73,6% apenas 01 x semana respectivamente) na sua alimentação.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados conferem à população estudada atenção especial, principalmente para o controle do ganho de peso excessivo como fator de risco ou como consequência relativa às doenças crônicas não transmissíveis que podem afetar o consumo alimentar e acarretar um grande impacto no estado nutricional.

É imprescindível a compreensão das características e das transformações que passam os indivíduos com o avanço da idade o que reforça a necessidade de ações mais efetivas no controle e/ou prevenção dos fatores relacionados à saúde na terceira idade que resultam do estilo de vida, principalmente em idosos considerados jovens.

Dessa maneira, considerando-se a complexidade da influência desses fatores, novas pesquisas são necessárias para propiciar maior conhecimento nesta área e assim estabelecer práticas de monitoramento e intervenções mais direcionadas às necessidades dessa população.

### REFERÊNCIAS

1. Carvalho JAM, Garcia RA. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. *Cad Saúde Pública* 2003; 19(3): 725-33.
2. Stanga Z, Alisson S, Vanderwoude M. Nutrition in the the elderly. In: Sobotka L, ed. *Basic in Clinical Nutrition*, 3<sup>rd</sup> ed. Galen. 2005:363-383
3. Campos MTF, Monteiro JBR, Ornelas APRC. Fatores que afetam o consumo alimentar e a nutrição no idoso. *Rev. Nutr., Campinas* 2000; 13(3): 157-65.
4. Marucci MFN, Gomes MMBC. Interações droga-nutriente em idosos/Food-drug interaction in aged. In: Papaléo Netto M. *Gerontologia: a velhice e o envelhecimento e, visão globalizada*. São Paulo: Atheneu, 1997. 273-83. Base de dados: LILACS; Id: 343000
5. Organización Mundial de la Salud. Física: uso e interpretación de la antropometria. Ginebra: OMS; 1995. p.452. OMS, Series de Informes Técnicos, 854.
6. Tavares EL, Anjos LA. Perfil antropométrico da população idosa brasileira. Resultados da Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição. *Cad Saúde Pública*. 1999; 15(4): 759-68. Disponível em: <http://www.scielo.br>.
7. Marques APO, Arruda IKG, Espírito Santo ACG, Guerra MD. Consumo alimentar em mulheres idosas com sobrepeso. *Textos Envelhec* 2005; 8(2): 169-186.
8. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on obesity. Geneva: 1998.
9. Cervi A, Franceschini S do CC, Priore AS. Análise crítica do uso do índice de massa corporal para idosos. *Rev. Nutr., Campinas* 2005; 18(6):765-75.
10. Gus M, Moreira LB, Pimentel M, Gleisener ALM, Moraes RS, Fuchs FD. Associação entre diferentes indicadores de obesidade e prevalência de hipertensão arterial. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 1998; 70(2):111-14.
11. Popkin BM. The nutrition transition and obesity in the developing world. *J Nutr*, 2001; 131(3): 871-873
12. Russel RM, Rasmussen H, Lichtenstein AH. Modified food guide pyramid for people over seventy years of age. *J Nutr* 1999; 129:751-53.
13. Brasil. Decreto-lei nº 8.842, de 4 de janeiro de 1994. Dispõe sobre a Política Nacional do Idoso e cria o Conselho Nacional do Idoso. Brasília, DF: Ministério da Justiça, Secretaria Nacional dos Direitos Humanos, 1998. site: [www2.camara.gov.br](http://www2.camara.gov.br)
14. Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Primary Care*, 1994; 21(1):55-67.
15. IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial 2002. In: *Arq Bras Cardiol* 2004; (82): suplemento IV.
16. Arbonés G, Carbajal A, Gonzalvo B, González-M, Joyanes M, Marques-Lopes I et al.. Nutrición y recomendaciones dietéticas para personas mayores. Grupo de trabajo "Salud pública" de la Sociedad Española de Nutrición (SEN). *Nutr.Hosp. Madrid* 2003, 18:109-37.
17. Sampaio LR. Avaliação nutricional e envelhecimento. *Rev. Nutr., Campinas* 2004; 17(4): 507-14.
18. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Estatístico. Brasília; 2000. site: [www.ibge.org.br/.../população/default\\_censo2000.shtm](http://www.ibge.org.br/.../população/default_censo2000.shtm) biblioteca.ibge.gov.br
19. Veras RP. País jovem com cabelos brancos: a saúde do idoso no Brasil. 3.ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará: UERJ, 1994. 224p.
20. Lebrão ML, Laurenti R. Saúde, bem-estar e envelhecimento: o estudo SABE no município de São Paulo. *Rev Bras Epidemiol* 2005; 8(2): 127-41
21. Garrido R, Menezes PR. O Brasil está envelhecendo: boas e más notícias por uma perspectiva epidemiológica. *Rev Bras Psiquiatr* 2002; 24(Supl I): 3-6.
22. Anderson MIP. Saúde e condições de vida do idoso no Brasil. *Textos Envelhec* 1998; 1(1):1-13.
23. Pereira RS, Curioni CC, Veras R. Perfil demográfico da população idosa no Brasil e no Rio de Janeiro em 2002. *Textos Envelhec* 2003; 1(6): 43-59.

24. Burt VL, Whelton P, Roccella EJ, Brown C, Cutler JA, Higgins M et al. Prevalence of hypertension in the US adult population. Results from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1991. *Hypertension* 1995; 25:305-13.
25. Rozenfeld S. Prevalência, fatores associados e mau uso de medicamentos entre idosos: uma revisão. *Cad. S. Públ* 2003; 19(3): 717-24.
26. Ribioli E, Norat T. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. In: Lock K, Pomerleau J, Causer L, Altmann DR & McKee M. The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications for the global strategy on diet. *Bulletin of the World Health Organization* 2005, 83(2).
27. Marucci MFN. Aspectos nutricionais e hábitos alimentares de idosos matriculados em ambulatório geriátrico [Tese Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública; 1992. Site: [www.unati.uerg.br/publi/teses.htm](http://www.unati.uerg.br/publi/teses.htm).

Recibido: 21-05-2007

Aceptado: 16-10-2007

## Bactérias do grupo *Lactobacillus casei*: caracterização, viabilidade como probióticos em alimentos e sua importância para a saúde humana

Flávia Carolina Alonso Buriti y Susana Marta Isay Saad

Departamento de Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas,  
Universidade de São Paulo- São Paulo, SP, Brasil

**RESUMO.** O grupo *Lactobacillus casei* compreende bactérias lácticas fenotipicamente e geneticamente heterogêneas, aptas a colonizar vários ambientes naturais e criados pelo homem. As bactérias do grupo *Lactobacillus casei* têm sido amplamente estudadas com relação a suas propriedades promotoras à saúde. Várias funções benéficas ao organismo humano têm sido atribuídas ao consumo regular de alimentos contendo bactérias desse grupo. Tais bactérias são frequentemente empregadas nas indústrias alimentícias visando a melhoria da qualidade de diferentes produtos. Diversos estudos têm sido conduzidos para avaliar a viabilidade de emprego de cepas do grupo *Lactobacillus casei* como probióticos em laticínios, sobremesas e outros alimentos. Mesmo com a importância desses microrganismos para a indústria, a taxonomia das bactérias desse grupo ainda permanece confusa. Esta revisão discute importantes estudos relacionados à caracterização das bactérias do grupo *Lactobacillus casei*, a aplicação dessas bactérias como probióticos em diferentes alimentos e os principais efeitos benéficos atribuídos ao consumo regular de produtos contendo tais microrganismos.

**Palavras chave:** Grupo *Lactobacillus casei*, probióticos, taxonomia, efeitos benéficos.

**SUMMARY. Bacteria of *Lactobacillus casei* group: characterization, viability as probiotic in food products and their importance for human health.** *Lactobacillus casei* is a group of phenotypically and genetically heterogeneous lactic acid bacteria, able to colonize various natural and man-made environments. Strains of the *Lactobacillus casei* group have been widely studied with respect to their health-promoting properties. Several beneficial functions for the human organism have been attributed to regular consumption of food products containing these strains. Bacteria of the *Lactobacillus casei* group are of great interest for the food industry to improve food quality. A number of studies have been conducted in order to evaluate the viability of strains of *Lactobacillus casei* group as probiotic in dairy products, desserts, among others food products. Despite its importance for the food industry, the taxonomy of the *Lactobacillus casei* group is still unclear. This review discusses important studies related to characterization of strains of *Lactobacillus casei* group, the application of these bacteria as probiotic in different food products and the main beneficial effects attributed to regular consumption of products containing such microorganisms.

**Key words:** *Lactobacillus casei* group, probiotics, taxonomy, health benefits.

### INTRODUÇÃO

As espécies *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* e *Lactobacillus rhamnosus* fazem parte do chamado “Grupo *Lactobacillus casei*” e possuem importante valor comercial para a indústria alimentícia, devido ao seu emprego na produção de leites fermentados e como culturas iniciadoras de fermentação na fabricação de queijos para a melhoria de sua qualidade (1-3). As referidas cepas também são aptas a colonizar vários ambientes naturais e criados pelo homem, como boca, trato intestinal e vagina humanos, laticínios e produtos vegetais, ensilagem, esgoto e alimentos deteriorados. Tais microrganismos estão especificamente associados à fermentação do pão e algumas fermentações de queijos em salmouras, além de também causarem deterioração de queijos pela fermentação de citrato convertido em dióxido de carbono (2,4,5).

Cepas de *Lactobacillus casei/paracasei* e *Lactobacillus*

*rhamnosus* têm sido amplamente estudadas com relação a suas propriedades promotoras à saúde, sendo frequentemente empregadas como probióticos em alimentos industrializados (2-4,6). Os probióticos são definidos como microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, afetam positivamente a saúde do hospedeiro(7). O reconhecimento dos alimentos contendo probióticos como alimentos funcionais que provêm benefícios além da nutrição básica inerente e as emergentes evidências para seu potencial na prevenção de doenças têm incentivado a divulgação e o consumo desses produtos (8,9).

Os efeitos benéficos atribuídos aos microrganismos probióticos têm sido alcançados principalmente através da modulação da população e atividade da microbiota intestinal (10). As espécies *Lactobacillus casei/paracasei* e *Lactobacillus rhamnosus* constituem uma fração substancial da microbiota constituída por *Lactobacillus* spp. na mucosa intestinal humana (3).

A presente revisão discute importantes estudos envolvendo bactérias do grupo *Lactobacillus casei*, particularmente as espécies *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* e *Lactobacillus rhamnosus*, relacionados à taxonomia, aplicação em alimentos probióticos e aos efeitos benéficos *in vivo* atribuídos a essas cepas.

### As bactérias lácticas, OS *Lactobacillus* spp. E O GRUPO *Lactobacillus casei*

Bactérias lácticas são microrganismos Gram-positivos, não-esporulados, catalase-negativos, desprovidos de citocromos, anaeróbios, mas aerotolerantes, ácido-tolerantes e estritamente fermentativos (11). O ácido láctico é o principal produto final da fermentação de açúcares (12). Contudo, exceções desta descrição geral ocorrem devido a algumas espécies poderem formar catalase ou citocromos em meio contendo hematina ou compostos relacionados. A produção de uma catalase não-heme, denominada pseudocatalase, por alguns lactobacilos também causa alguma confusão na identificação de bactérias lácticas (11).

As primeiras definições de bactérias lácticas baseavam-se na capacidade de fermentação e coagulação do leite por esse grupo de microrganismos, incluindo também os coliformes. A descrição de *Lactobacillus* por Beijerinck em 1901 como bactérias Gram-positivas separou os coliformes das bactérias lácticas (4).

O interesse pela presença dos lactobacilos na dieta humana aumentou desde o início do século XX, quando Elie Metchnikoff – Instituto Pasteur, Paris – promoveu o uso desses microrganismos para a bacterioprofilaxia e bacterioterapia (4).

Dentre as bactérias lácticas, o grupo *Lactobacillus casei* compreende aquelas fenotipicamente e geneticamente heterogêneas, capazes de manter o equilíbrio de vários ambientes. Destacam-se nesse grupo os lactobacilos típicos do hospedeiro humano, os quais incluem as espécies *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* e *Lactobacillus rhamnosus*, além de *Lactobacillus zeae* (11,13).

O gênero *Lactobacillus* é filogeneticamente diverso (11). No Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, o gênero *Lactobacillus* é descrito como um grupo heterogêneo de 'bastonetes regulares, Gram-positivos e não-esporulados'. Com o desenvolvimento das análises filogenéticas nos anos 1980, houve muitas alterações nesse gênero. O gênero *Lactobacillus* inclui cerca de 80 espécies reconhecidas (12), embora 5 espécies heterofermentativas de *Lactobacillus* tenham sido transferidas para o gênero *Weissella* (3).

A divisão clássica dos lactobacilos está baseada em suas características fermentativas: 1 – obrigatoriamente homofermentativos; 2 – facultativamente heterofermentativos; e 3 – obrigatoriamente heterofermentativos (12). Vários lactobacilos obrigatoriamente homofermentativos e facultativamente heterofermentativos e alguns obrigatoriamente heterofermentativos são utilizados em

alimentos fermentados. Porém, esse último grupo é comumente associado à deterioração de alimentos (3).

Os lactobacilos obrigatoriamente homofermentativos incluem aqueles que fermentam glicose exclusivamente em ácido láctico e não fermentam pentoses ou gliconato (3). Exemplos desse grupo são as espécies *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus delbrückii*, *Lactobacillus helveticus* e *Lactobacillus salivarius* (11,12).

Os obrigatoriamente heterofermentativos incluem os lactobacilos que fermentam hexoses em ácido láctico, ácido acético e/ou etanol e dióxido de carbono, sendo que a produção de gás a partir da glicose é uma característica marcante dessas bactérias (3). São exemplos desse grupo as espécies *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum* e *Lactobacillus reuteri* (12,13).

Os facultativamente heterofermentativos incluem os lactobacilos que fermentam hexoses em ácido-láctico e podem produzir gás a partir de gliconato, mas não através da glicose. Esses microrganismos também fermentam pentoses, através de uma fosfocetolase induzida para produzir ácidos láctico e acético. As espécies *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sakei* e do grupo *Lactobacillus casei* são importantes representantes dos lactobacilos facultativamente heterofermentativos (3,12).

### Caracterização e classificação de cepas do grupo *Lactobacillus casei*

As espécies *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus zeae* e *Lactobacillus rhamnosus*, que compõem o grupo taxonômico *Lactobacillus casei*, apresentam comportamento fisiológico e necessidades nutricionais muito similares, multiplicando-se em condições ambientais bastante semelhantes. Historicamente, a diferenciação entre cada uma das espécies pertencentes a esse grupo e a sua sistemática tem apresentado problemas e ajustes têm sido introduzidos baseados em novos métodos taxonômicos que foram se tornando disponíveis gradualmente (2,14).

Felis *et al.* (2) e Dellaglio *et al.* (15) relataram que a cepa ATCC 393<sup>T</sup> foi designada como cepa-referência de *Lactobacillus casei* subsp. *casei* por Hansen e Lessel em 1971, com base somente em poucos aspectos fenotípicos.

Diversos autores citaram os estudos de homologia de DNA realizados por Collins *et al.* (16), que ocasionaram a reclassificação da maioria das cepas-referências de *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, *Lactobacillus casei* subsp. *alactosus* e *Lactobacillus casei* subsp. *pseudopiantarum* como espécies *Lactobacillus paracasei* (dada a elevada relação entre o DNA dessas espécies, porém não relacionados à cepa ATCC 393<sup>T</sup>), além da mudança da denominação *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus* para *Lactobacillus rhamnosus* (2,4,15).

Dicks *et al.* (17) verificaram que a cepa *Lactobacillus casei*

subsp. *casei* ATCC 393<sup>T</sup> exibiu baixos níveis de homologia de DNA com outras cepas de *Lactobacillus casei* subsp. *casei* (8 a 46%) e de *Lactobacillus paracasei* (30 a 50%), mas exibiu 80% de similaridade de DNA com *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 15820, originalmente citada em 1959 por Kuznetsov como cepa-referência de “*Lactobacterium zae*”. Dicks *et al.* (17) forneceram novos indícios a favor da reclassificação da cepa ATCC 334 como a nova cepa-referência de espécies *Lactobacillus casei*. Segundo esses autores, a cepa ATCC 334 é geneticamente relacionada às cepas *Lactobacillus casei* subsp. *casei* (71 a 97%) e *Lactobacillus paracasei* (71% a 91%), é membro do mesmo perfil de proteína de grupo que estes organismos e divide vários amplicons de DNA com cepas *Lactobacillus paracasei*. Com base nessas investigações, os autores propuseram que as cepas *Lactobacillus casei* subsp. *casei* ATCC 393 e *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 15820 fossem reclassificadas como membros da espécie *Lactobacillus zae* (cepa-referência ATCC 15820). Propuseram ainda que a cepa ATCC 334 fosse designada como a nova referência para *Lactobacillus casei* subsp. *casei* e que o nome *Lactobacillus paracasei* fosse rejeitado.

Felis *et al.* (2) investigaram a relação filogenética entre espécies e cepas do grupo *Lactobacillus casei* (*Lactobacillus casei* – ATCC 334 e ATCC 393<sup>T</sup>, *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* – NCDO 151<sup>T</sup> e LMG 9438, *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* – LMG 9191<sup>T</sup>, *Lactobacillus rhamnosus* LMG 6400<sup>T</sup>, *Lactobacillus zae* LMG 17315<sup>T</sup> e *Lactobacillus* sp. DF1). No referido estudo a distância filogenética entre *Lactobacillus casei* ATCC 393<sup>T</sup> e *Lactobacillus casei* ATCC 334 mostrou-se maior que entre ATCC 393<sup>T</sup> e a cepa de referência de *Lactobacillus zae*. Contrariamente, as distâncias entre as cepas de *Lactobacillus paracasei* e *Lactobacillus casei* ATCC 334 foram virtualmente zero, demonstrando que tais microrganismos formam um único grupo filogenético. Além disso, houve alta similaridade genética entre *Lactobacillus casei* ATCC 393<sup>T</sup> e *Lactobacillus zae* LMG 17315<sup>T</sup>, indicando que tais cepas são membros da mesma espécie. Dessa forma, os autores, juntamente com DELLAGLIO *et al.* (15), propuseram à Comissão Judicial (Judicial Commission of the International Committee on Systematics of Prokaryotes) que considerassem a cepa ATCC 393<sup>T</sup> inadequada como referência para as espécies *Lactobacillus casei* e que a denominação *Lactobacillus paracasei* fosse rejeitada, uma vez que as cepas ATCC 334 e NCDO 151 são filogeneticamente indistinguíveis de muitas cepas representativas de *Lactobacillus casei*. Ainda, segundo Dellaglio *et al.* (15), *Lactobacillus casei* deveria ser “legítima denominação” das cepas *Lactobacillus paracasei*, e propuseram que a cepa ATCC 334 fosse designada como a nova cepa-referência para tais espécies, em reforço aos trabalhos de Dicks *et al.* (17) e Felis *et al.* (2).

Em estudo anterior realizado por Schillinger (18),

envolvendo a identificação de cepas de *Lactobacillus* presentes em iogurtes e outros produtos probióticos comerciais através da técnica de hibridização de DNA, foi revelado que algumas cepas foram incorretamente classificadas. Dentre essas cepas, aquelas designadas pelo fabricante como *Lactobacillus casei* mostraram ser membros tanto de espécies *Lactobacillus casei*, como de *Lactobacillus paracasei* ou de *Lactobacillus rhamnosus*.

Dessa forma, apesar da grande importância para a indústria de alimentos, a taxonomia do grupo *Lactobacillus casei* ainda permanece confusa (2), uma vez que as requisições referentes à nomenclatura das espécies que compõem esse grupo permanecem pendentes pela Comissão Judicial (14,19).

### Emprego de bactérias do grupo *Lactobacillus CASEI* em alimentos

O desenvolvimento de produtos lácteos contendo bactérias probióticas é um foco importante das indústrias de alimentos e, geralmente, a produção de alimentos contendo cepas probióticas específicas com concentrações apropriadas de células viáveis durante a vida de prateleira é um desafio tecnológico (20,21). Vários trabalhos propuseram que a dose mínima diária de culturas probióticas considerada terapêutica corresponde ao consumo de 100 g de produto contendo 6 a 7 log ufc/g (22-24).

Shirota, no Japão, por volta de 1930, focou sua pesquisa na seleção de cepas de bactérias intestinais que pudessem sobreviver à passagem através do intestino e no uso dessas cepas para desenvolver leites fermentados para distribuição em sua clínica. Seu primeiro produto contendo *Lactobacillus casei* Shirota (naquela época denominado *Lactobacillus acidophilus*) foi a base para o estabelecimento da Yakult (25). Shortt *et al.* (25) relataram que a cepa *Lactobacillus casei* Shirota era amplamente consumida no Japão, sendo que mais de 10% da população consumia produtos contendo esse microrganismo nos anos 1970.

Em meio aos vários tipos de produtos alimentícios, os iogurtes ou produtos similares têm sido utilizados como veículos mais populares para a incorporação de microrganismos probióticos (26). A aplicação de bactérias do grupo *Lactobacillus casei* em novos tipos de iogurtes tem aumentado progressivamente (18).

Kristo *et al.* (26) modelaram e avaliaram os efeitos simultâneos da temperatura de fermentação (TF), teor de sólidos totais do leite (TS) e a quantidade total de inóculo (TI) sobre as propriedades reológicas, a cinética de acidificação e a multiplicação microbiana em leite fermentado contendo a cepa probiótica de *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* B117 em co-cultura com *Streptococcus thermophilus* Y4.10 e *Lactobacillus bulgaricus* Y6.15. Os autores avaliaram, ainda, a viabilidade desses microrganismos, o perfil de ácidos orgânicos e a aceitabilidade sensorial do produto. *Lactobacillus*

*paracasei* mostrou boa sobrevivência em todos os testes durante os 21 dias de armazenamento a 4°C, sempre superiores a 6 log ufc/ml, mostrando boa compatibilidade com os microrganismos *starter*. Após 7 dias de armazenamento, os produtos probióticos apresentaram maior teor de ácidos láctico, pirúvico e orótico, quando comparados ao produto controle, porém sem resultar em diferenças significativas nas análises sensoriais após 2 e 7 dias de armazenamento. Não houve contribuição do TI na taxa máxima de acidificação do produto e a sua firmeza (aumento de G' e redução da tangente d) foi afetada pela diminuição de TF e aumento de TS. A multiplicação de *Lactobacillus paracasei* e *Streptococcus thermophilus* também foi afetada pela redução de TF. Assim, os autores concluíram que através da aplicação de condições apropriadas de fermentação, a cepa *Lactobacillus paracasei* B117 pode ser usada com sucesso para a produção de leite fermentado com propriedades probióticas, em conjunto com culturas tradicionais.

Em complementação aos iogurtes e leites fermentados, os queijos podem ser uma alternativa como veículo para a administração de bactérias probióticas viáveis em número suficiente para promover benefícios à saúde (9,27,28). Culturas contendo cepas probióticas também têm sido utilizadas para a melhoria de aroma e sabor desses produtos (28-30).

A melhoria das características sensoriais de queijos Arzúa-Ulloa foi obtida por Menéndez *et al.* (31), que utilizaram uma de cinco cepas diferentes de *Lactobacillus* – *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* subsp. *pseudopiantarum* (duas cepas), *Lactobacillus casei* (cepa comercial) – em complementação à cultura *starter* composta de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis*. Naquele estudo, a adição das cepas probióticas ao queijo resultou em uma redução do sabor amargo quando comparado ao queijo controle.

Por outro lado, Buriti *et al.* (28) não verificaram alterações nas características sensoriais (após 7 dias de armazenamento a 5°C) e de textura (durante 21 dias de armazenamento a 5°C) de queijos Minas frescal produzidos com *Lactobacillus paracasei* LBC 82, quando comparados aos queijos controles. Naquele estudo, o microrganismo probiótico apresentou aumento da viabilidade nos queijos durante todo o armazenamento, com contagens próximas de 7, entre 7 e 8, próximas de 8 e entre 8 e 9 log ufc/g após, respectivamente, 1, 7, 14 e 21 dias.

Vinderola *et al.* (32) estudaram o emprego de cepas de *Lactobacillus casei* combinadas somente com bifidobactérias ou com *Lactobacillus acidophilus* e bifidobactérias, em queijo fresco argentino. As combinações de *Lactobacillus casei* e bifidobactérias resultaram em uma sobrevivência satisfatória desses microrganismos no queijo, com populações superiores a 6 log ufc/g durante 60 dias de armazenamento, sem redução da viabilidade de *Lactobacillus casei*, porém com redução da

viabilidade de bifidobactérias. A adição de *Lactobacillus casei*, juntamente com *Lactobacillus acidophilus* e bifidobactérias, resultou em um queijo com elevadas populações desses três microrganismos (superiores a 7 log ufc/g durante todo o armazenamento, exceto para uma cepa de *Lactobacillus acidophilus* aos 60 dias).

Em estudo realizado por Gardiner *et al.* (33), foram empregados *Lactobacillus salivarius* e *Lactobacillus paracasei*, isolados de intestino delgado humano, para a fabricação de queijo Cheddar, no qual a espécie *Lactobacillus paracasei* apresentou multiplicação e manutenção de alta viabilidade durante a maturação, enquanto que as populações de *Lactobacillus salivarius* diminuíram durante o mesmo período; dessa forma os autores sugeriram que o queijo Cheddar poderia ser efetivo para veicular microrganismos probióticos ao consumidor.

Sobremesas aeradas tipo musse também tem mostrado um grande potencial de mercado para consumidores interessados em alimentos mais saudáveis e funcionais (34,35). Aragon-Alegro *et al.* (36) estudaram a viabilidade de *Lactobacillus paracasei* LBC 82 em musses de chocolate potencialmente probióticas e simbióticas fabricadas, respectivamente, sem e com a adição do prebiótico inulina. Naquele estudo as populações de *Lactobacillus paracasei* foram sempre superiores a 7 log ufc/g durante 28 dias de armazenamento, tanto nas musses probióticas como nas simbióticas.

Embora os produtos lácteos fermentados constituam uma fração substancial do mercado de prebióticos e probióticos, o número de produtos não lácteos é crescente, particularmente aqueles à base de soja (5,37,38). Nesse sentido, Heenan *et al.* (39) avaliaram a sobrevivência de microrganismos probióticos e as populações de células resistentes à bile em sobremesa não-fermentada congelada, à base de soja, adicionada de *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* Lp-01, *Lactobacillus acidophilus* MJLA-1, *Lactobacillus rhamnosus* 100-C, *Bifidobacterium lactis* BDBB2, *Bifidobacterium lactis* Bb-12 (atualmente reclassificada como *Bifidobacterium animalis*) ou *Saccharomyces boulardii* 74012. Naquele estudo, todos os microrganismos probióticos testados mantiveram populações superiores a 6 log ufc/g de produto durante 6 meses de armazenamento, com exceção da cepa de *Saccharomyces boulardii*. Por outro lado, a cepa de *Lactobacillus paracasei* estudada apresentou o maior número de células sensíveis à bile (44 % da contagem total) em relação aos demais probióticos.

#### **Cepas do grupo *Lactobacillus casei* como bioconservantes em alimentos**

Dentre as várias características associadas às bactérias lácticas, particularmente ao grupo *Lactobacillus casei*, destaca-se, também, o fato delas possuírem atividade antimicrobiana contra microrganismos patógenos, contaminantes e deteriorantes em alimentos (40-42).

Buriti *et al.* (41) verificaram que *Lactobacillus paracasei* em co-cultura com *Streptococcus thermophilus* contribuíram para a bioconservação de queijos frescos cremosos probióticos e simbióticos, tendo sido efetivos na inibição de contaminantes, incluindo coliformes totais, *Staphylococcus* spp. e *Staphylococcus* DNase positivos, o que não foi observado para os queijos que não continham *Lactobacillus paracasei*. No mesmo estudo, os autores descartaram a produção de bacteriocina por *Lactobacillus paracasei*; a inibição possivelmente ocorreu pela produção de diferentes ácidos por *Lactobacillus paracasei* e *Streptococcus thermophilus*.

Similarmente, Calderón *et al.* (42) observaram diminuição da população de *Staphylococcus aureus* e de *Listeria monocytogenes*, em níveis não detectáveis, após 12 dias de armazenamento de iogurtes contendo *Lactobacillus casei* CRL 431 e *Lactobacillus acidophilus* CRL 730 em co-cultura, adicionados ou não de *Lactobacillus rhamnosus* LR 35. No mesmo estudo, a redução da população de *Escherichia coli* O157:H7, em níveis não detectáveis, ocorreu já aos 8 dias de armazenamento daqueles produtos. Nos iogurtes isentos de probióticos, a completa ausência de patógenos somente foi observada após 20 dias de armazenamento.

Em outro estudo também realizado com as cepas *Lactobacillus casei* CRL 431 e *Lactobacillus acidophilus* CRL 730, em co-cultura, em iogurtes contaminados com *Staphylococcus aureus* na concentração inicial de  $10^8$  ufc/g, Salvatierra *et al.* (43) observaram uma queda da população desse contaminante para níveis não detectáveis após 7 dias de armazenamento. Nos iogurtes ausentes de probióticos, a população de *Staphylococcus aureus* ainda se manteve superior a  $10^3$  ufc/g aos 28 dias de armazenamento.

Outros diversos estudos, nos quais as bactérias *Lactobacillus casei/paracasei* utilizadas individualmente ou em co-cultura com outras bactérias lácticas inibiram a multiplicação de microrganismos patogênicos e deteriorantes, incluem coliformes (44-46), *Staphylococcus aureus* (44,46,47), *Listeria monocytogenes* (45,46), *Salmonella* (46), e *Candida* spp., *Zygosaccharomyces bailii* e *Penicillium* sp. (40).

### **Benefícios à saúde atribuídos às cepas do grupo *Lactobacillus casei***

Várias funções benéficas ao organismo humano têm sido atribuídas ao consumo regular de produtos contendo bactérias probióticas e diversos trabalhos foram conduzidos a fim de melhor caracterizar os efeitos clínicos e fisiológicos de cepas pertencentes ao grupo *Lactobacillus casei*.

Dentre os microrganismos mais estudados como probióticos destaca-se a cepa *Lactobacillus casei* Shirota (“ingrediente ativo” do Yakult) (6). Diversos autores citaram que o consumo regular de Yakult tem proporcionado evidências diretas ou indiretas relacionadas à redução do risco de câncer e de bexiga urinária e supressão de câncer cólon-retal (6,25,48).

A aderência de microrganismos probióticos às células epiteliais do intestino e a subsequente colonização da mucosa são de fundamental importância para a ocorrência dos efeitos benéficos à saúde humana (49,50). Adicionalmente, os probióticos do grupo *Lactobacillus casei* podem também apresentar efeito protetor contra microrganismos patogênicos e estudos *in vitro* têm sido utilizados para avaliar tais efeitos (46, 50). Forestier *et al.* (49), utilizando linhagens de células intestinais Caco-2 em um modelo *in vitro*, demonstraram que a cepa probiótica de *Lactobacillus casei rhamnosus* Lcr35 – atualmente reclassificada como uma cepa de *Lactobacillus rhamnosus*, Collins *et al.* (16) – exibiu propriedades de adesão. Ainda, os autores verificaram que as bactérias patogênicas *Escherichia coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *Klebsiella pneumoniae*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhimurium*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* e *Clostridium difficile* apresentaram multiplicação reduzida após 5 horas de incubação em meio Luria-Bertani ou ágar Columbia suplementado com 5% de sangue de carneiro contendo sobrenadante da cepa probiótica Lcr35 livre de células.

A atividade de diferentes cepas de *Lactobacillus* spp, isoladas de fezes de recém-nascidos e de crianças com até dois anos de idade, sobre bactérias contaminantes de alimentos ou patógenos foi estudada por Arici *et al.* (51). Os autores verificaram que 4 cepas de *Lactobacillus paracasei* (IF8, IF9, IF10 e IF11) exerceram efeito inibitório sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 28213 e 3 cepas (IF8, IF10 e IF11) inibiram a multiplicação de *Staphylococcus aureus* ATCC 2392, em ensaios de difusão em ágar. A conclusão daquele estudo foi que tais cepas de *Lactobacillus paracasei* podem contribuir para a manutenção da microbiota intestinal normal daquelas crianças, através do controle da multiplicação de bactérias potencialmente patogênicas à saúde e, dessa forma, prevenir a ocorrência de doenças.

Em complemento, Guérin-Danan *et al.* (52) avaliaram a influência da suplementação com leite fermentado contendo *Lactobacillus casei* (referência Danone DN-114 001) pelo período de um mês sobre os índices metabólicos e da microbiota intestinal de crianças saudáveis com idades entre 10 e 18 meses. Houve um aumento significativo da porcentagem de crianças que apresentaram populações de lactobacilos superiores a  $6 \log$  ufc/g nas fezes entre aquelas que receberam leite fermentado com *Lactobacillus casei*. Paralelamente, a atividade enzimática potencialmente nociva da  $\beta$ -glicuronidase e da  $\beta$ -glicosidase (enzimas envolvidas na circulação enteropática de substâncias tóxicas e carcinogênicas) diminuiu significativamente nessas crianças. Os autores concluíram que tais efeitos representam uma influência saudável de *Lactobacillus casei* sobre o hospedeiro.

Rochet *et al.* (53) também verificaram um aumento da população fecal de *Lactobacillus casei* em adultos saudáveis

que consumiram leite fermentado com a cepa DN-114 001, por um período de 10 dias. Sullivan *et al.* (54) observaram um aumento significativo na população de *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* F19 e de outros lactobacilos nas fezes de humanos idosos soro-positivos para *Helicobacter pylori*. Tal efeito significativo ocorreu nos indivíduos que receberam leite fermentado com *Lactobacillus paracasei* F19,  $3,5 \times 10^8$  ufc/ml e 2% de inulina, 150 mL duas vezes ao dia por 12 semanas, quando comparado ao grupo controle (que também recebeu leite fermentado pelo mesmo período, mas sem adição de *Lactobacillus paracasei* F19 e inulina).

Sarker *et al.* (55) observaram que a cepa *Lactobacillus paracasei* ST11 auxiliou na melhoria dos sintomas de crianças com diarreia não induzida por rotavírus. O consumo de leite fermentado contendo a cepa *Lactobacillus casei* DN-114 001 também foi relacionado com a redução de episódios de diarreia (53).

A modulação de vários parâmetros da imunidade de humanos adultos saudáveis que consumiram 10 g diárias de lingüiça probiótica suplementada com *Lactobacillus paracasei* LTH 2579 durante 5 semanas foi observada por Jahreis *et al.* (56). Ao final da intervenção naqueles indivíduos, foi verificado um aumento significativo do número de anticorpos contra LDL oxidada. Também foi observado um aumento dos níveis de linfócitos (T-helper) CD4 após 2 semanas de suplementação com *Lactobacillus paracasei*. Naquele estudo também foi observado um aumento significativo de *Lactobacillus paracasei* LTH 2579 nas amostras fecais de voluntários que consumiram a lingüiça probiótica e foi encontrada uma correlação positiva entre a população de *Lactobacillus paracasei* nas fezes e a percentagem de células expressoras de CD4.

Adicionalmente, muitos trabalhos foram conduzidos com animais para também caracterizar os efeitos funcionais *in vivo* de cepas pertencentes ao grupo *Lactobacillus casei*. Os efeitos atribuídos a esses microrganismos estão principalmente relacionados à proteção contra agentes infecciosos pela diminuição da colonização intestinal por patógenos (57), ativação das imunidades local e sistêmica (20, 58), redução dos sinais clínicos de diarreia por rotavírus (59), diminuição dos níveis de triglicérides séricos e de colesterol (60), redução da excreção de metano e aumento da concentração cecal dos ácidos graxos de cadeia curta totais, particularmente, acetato, propionato e butirato (61).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do papel da microbiota intestinal na manutenção da saúde e prevenção de doenças é bastante reconhecida. Distúrbios desse delicado equilíbrio podem gerar outras desordens e facilitar o estabelecimento de doenças. Esses fatos explicam os grandes desafios com respeito à apresentação de evidências científicas que confirmem os reais efeitos

funcionais relacionados aos microrganismos probióticos (13). Conforme apresentado neste trabalho, grandes progressos já foram realizados através de estudos *in vivo*, nos quais os efeitos funcionais de bactérias do grupo *Lactobacillus casei* puderam ser verificados, embora a reclassificação das espécies pertencentes a esse grupo ainda seja exigida. Nesse sentido, a classificação taxonômica adequada dessas cepas é de extrema importância, principalmente quando esses microrganismos são veiculados em alimentos probióticos. Os estudos com iogurtes, leites fermentados, queijos e outros alimentos mostram a grande preocupação que existe quanto à descrição e caracterização desses produtos. A utilização de diferentes cepas do grupo *Lactobacillus casei*, em conjunto com os microrganismos tradicionais usados nesses produtos pode resultar ou não em diferença sensorial perceptível pelo consumidor. Em complementação aos efeitos benéficos já comprovados, esses microrganismos ainda podem ser utilizados para conferir aroma, sabor e textura aos produtos alimentícios, além de auxiliarem na bioconservação dos mesmos.

### AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelas bolsas e auxílio financeiro (Processos 02/11294-0, 04/13597-6 e 05/51317-8).

### REFERÊNCIAS

1. Ferrero M, Cesena C, Morelli L, Scolari G, Vescovo M. Molecular characterization of *Lactobacillus casei* strains. FEMS Microbiol Lett. 1996; 140 (2-3): 215-219.
2. Felis GE, Dellaglio F, Mizzi L, Torriani S. Comparative sequence analysis of a *recA* gene fragment brings new evidence for a change in the taxonomy of the *Lactobacillus casei* group. Int J Syst Evol Microbiol. 2001; 51 (6): 2113-2117.
3. Vásquez A, Molin G, Pettersson B, Antonsson M, Ahrne S. DNA-based classification and sequence heterogeneities in the 16S rRNA genes of *Lactobacillus casei/paracasei* and related species. Syst Appl Microbiol. 2005; 28 (5): 430-441.
4. Stiles ME, Holzapfel WH. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. Int J Food Microbiol. 1997; 36 (1): 1-29.
5. Hammes WP, Hertel C. Research approaches for pre- and probiotics: challenges and outlook. Food Res Int. 2002; 35 (2-3): 165-170.
6. Itsaranuwat P, Al-Haddad KSH, Robinson RK. The potential therapeutic benefits of consuming 'health-promoting' fermented dairy products: a brief update. Int J Dairy Technol. 2003; 56 (4): 203-210.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Córdoba, Argentina, 2001 [cited 2005 Dec 15]. Available from: [ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probio\\_report\\_en.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probio_report_en.pdf).

8. Patrignani F, Lanciotti R, Mathara JM, Guerzoni ME, Holzapfel WH. Potential of functional strains, isolated from traditional Maasai milk, as starters for the production of fermented milks. *Int J Food Microbiol.* 2006; 107 (1): 1-11.
9. Phillips M, Kailasapathy K, Tran L. Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in cheddar cheese. *Int J Food Microbiol.* 2006; 108 (2): 276-280.
10. Yeung PSM, Sanders ME, Kitts CL, Cano R, Tong PS. Species-specific identification of commercial probiotic strains. *J Dairy Sci.* 2002; 85 (5): 1039-1051.
11. Holzapfel WH, Haberer P, Geisen R, Björkroth J, Schillinger U. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *Am J Clin Nutr.* 2001; 73 (2) Suppl: 365S-373S.
12. Axelsson L. Lactic acid bacteria: classification and physiology. In: Salminen S, Wright A, Ouwehand A, editors. *Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects.* 3rd ed. New York: Marcel Dekker; 2004. p.1-66.
13. Holzapfel WH, Schillinger U. Introduction to pre- and probiotics. *Food Res Int.* 2002; 35 (2-3): 109-116.
14. Desai AR, Shah NP, Powell IB. Discrimination of dairy industry isolates of the *Lactobacillus casei* group. *J Dairy Sci.* 2006; 89 (9): 3345-3351.
15. Dellaglio F, Felis GE, Torriani S. The status of the species *Lactobacillus casei* (Orla-Jensen 1916) Hansen and Lessel 1971 and *Lactobacillus paracasei* Collins et al. 1989. Request for an opinion. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2002; 52 (1): 285-287.
16. Collins MD, Phillips BA, Zannoni P. Deoxyribonucleic acid homology studies of *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* sp. nov., subsp. *paracasei* and subsp. *tolerans*, and *Lactobacillus rhamnosus* sp. nov., comb. nov. *Int J Syst Bacteriol.* 1989; 39 (2): 105-108.
17. Dicks IMT, Plessis EM, Dellaglio F, Lauer E. Reclassification of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* ATCC 393 and *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 15820 as *Lactobacillus zae* nom. rev., designation of ATCC 334 as the Neotype of *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, and rejection of the name *Lactobacillus paracasei*. *Int J Syst Bacteriol.* 1996; 46 (1): 337-340.
18. Schillinger U. Isolation and identification of lactobacilli from novel-type probiotic and mild yoghurts and their stability during refrigerated storage. *Int J Food Microbiol.* 1999; 47 (1-2): 79-87.
19. De Vos P, Trüper HG, Tindall BJ. Judicial Commission of the International Committee on Systematics of Prokaryotes, Xth International (IUMS) Congress of Bacteriology and Applied Microbiology, minutes of the meetings, 28, 29 and 31 July and 1 August 2002, Paris, France. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2005; 55 (1): 525-532.
20. Medici M, Vinderola CG, Perdígón G. Gut mucosal immunomodulation by probiotic fresh cheese. *Int Dairy J.* 2004; 14 (7): 611-618.
21. Kourkoutas Y, Xolias V, Kallis M, Bezirtzoglou E, Kanellaki M. *Lactobacillus casei* cell immobilization on fruit pieces for probiotic additive, fermented milk and lactic acid production. *Process Biochem.* 2005; 40 (1): 411-416.
22. Hoier E, Janzen T, Henriksen CM, Rattray F, Brockmann E, Johansen E. The production, application and action of lactic cheese starter cultures. In: Law BA, editor. *Technology of cheesemaking.* Boca Raton: CRC; 1999. p.90-131.
23. Moreno Y, Collado MC, Ferrús MA, Cobo JM, Hernández E, Hernández M. Viability assessment of lactic acid bacteria in commercial dairy products stored at 4°C using LIVE/DIED® BacLight™ staining and conventional plate counts. *Int J Food Sci Technol.* 2006; 41 (3): 275-280.
24. Talwalkar A, Kailasapathy K. Comparison of selective and differential media for the accurate enumeration of strains of *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus casei* complex from commercial yoghurts. *Int Dairy J.* 2004; 14 (2): 143-149.
25. Shortt C. The probiotic century: historical and current perspectives. *Trends Food Sci Technol.* 1999; 10 (12): 411-417.
26. Kristo E, Biliaderis CG, Tzanetakis N. Modelling of rheological, microbiological and acidification properties of a fermented milk product containing a probiotic strain of *Lactobacillus paracasei*. *Int Dairy J.* 2003; 13 (7): 517-528.
27. Boylston TD, Vinderola CG, Ghoddui HB, Reinheimer JA. Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. *Int Dairy J.* 2004; 14 (5): 375-387.
28. Buriti FCA, Rocha JS, Assis EG, Saad SMI. Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. *LWT-Food Sci Technol.* 2005; 38 (2): 173-180.
29. Buriti FCA, Rocha JS, Saad SMI. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. *Int Dairy J.* 2005; 15 (12): 1279-1288.
30. El Soda M, Madkor SA, Tong PS. Adjunct cultures: recent developments and potential significance to the cheese industry. *J Dairy Sci.* 2000; 83 (4): 609-619.
31. Menéndez S, Centeno JA, Godínez R, Rodríguez-Otero JL. Effects of *Lactobacillus* strains on the ripening and organoleptic characteristics of Arzúa-Ulloa cheese. *Int J Food Microbiol.* 2000; 59 (1-2): 37-46.
32. Vinderola CG, Proselo W, Ghiberto D, Reinheimer JA. Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and nonprobiotic microflora in Argentinian fresco cheese. *J Dairy Sci.* 2000; 83 (9): 1905-1911.
33. Gardiner G, Ross RP, Collins JK, Fitzgerald G, Stanton C. Development of a probiotic Cheddar cheese containing human derived *Lactobacillus paracasei* strains. *Appl Environ Microbiol.* 1998; 64 (6): 2192-2199.
34. Dyminski DS, Waszcynskyj N, Ribani RH, Masson ML. Características físico-químicas de musse de maracujá (*Passiflora*) elaborado com substitutos de gorduras. *Bol Cent Pesqui Process Aliment.* 2000; 18 (2): 267-274.
35. Pinto EP, Teixeira AM, Sopena LL, Rosa VP, Luvielmo MM. Sucralose no desenvolvimento de sobremesas lácteas *light*. *Bol Cent Pesqui Process Aliment.* 2003; 21 (1): 49-60.
36. Aragon-Alegro LC, Alegre JHA, Cardarelli HR, Chiu MC, Saad SMI. Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. *LWT-Food Sci Technol.* 2007; 40 (4): 669-675.
37. Fuchs RHB, Borsato D, Bona E, Haully MCO. "Iogurte" de soja suplementado com oligofrutose e inulina. *Cienc Tecnol Aliment.* 2005; 25 (1): 175-181.

38. Haully MCO, Fuchs RHB, Prudencio-Ferreira SH. Suplementação de iogurte de soja com frutooligosacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. *Rev Nutr.* 2005; 18 (5): 613-622.
39. Heenan CN, Adams MC, Hosken RW, Fleet GH. Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a nonfermented frozen vegetarian dessert. *LWT-Food Sci Technol.* 2004; 37 (4): 461-466.
40. Schwenninger SM, von Ah U, Nieder B, Teuber M, Meile L. Detection of antifungal properties in *Lactobacillus paracasei* subsp *paracasei* SM20, SM29, and SM63 and molecular typing of the strains. *J Food Prot.* 2005; 68 (1): 111-119.
41. Burity FCA, Cardarelli HR, Saad SMI. Biopreservation by *Lactobacillus paracasei* in coculture with *Streptococcus thermophilus* in potentially probiotic and synbiotic fresh cream cheeses. *J Food Prot.* 2007; 70 (1): 228-235.
42. Calderón O, Padilla C, Chaves C, Villalobos L, Arias ML. Evaluación del efecto del cultivo probiótico *Lactobacillus rhamnosus* adicionado a yogurt natural y con probióticos comerciales sobre poblaciones de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enteritidis*. *Arch Latinoamer Nutric.* 2007; 57 (1): 51-56.
43. Salvatierra M, Molina A, Gamboa MM, Arias ML. Evaluación del efecto de cultivos prebióticos presentes en yogurt sobre *Staphylococcus aureus* y la producción de termonucleasa. *Arch Latinoamer Nutric.* 2004; 54 (3): 298-302.
44. Sakhare PZ, Narasimha Rao D. Microbial profiles during lactic fermentation of meat by combined starter cultures at high temperatures. *Food Control.* 2003; 14 (1): 1-5.
45. Barrantes X, Railey D, Arias ML, Chaves C. Evaluación del efecto de cultivos probióticos adicionados a yogurt comercial, sobre poblaciones conocidas de *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli* O157:H7. *Arch Latinoamer Nutric.* 2004; 54 (3): 293-297.
46. Coeuret V, Gueguen M, Vernoux JP. In vitro screening of potential probiotic activities of selected lactobacilli isolated from unpasteurized milk products for incorporation into soft cheese. *J Dairy Res.* 2004; 71 (4): 451-460.
47. Sameshima T, Magome C, Takeshita K, Arihara K, Itoh M, Kondo Y. Effect of intestinal *Lactobacillus* starter cultures on the behaviour of *Staphylococcus aureus* in fermented sausage. *Int J Food Microbiol.* 1998; 41 (1): 1-7.
48. Ouwehand AC, Kirjavainen PV, Shortt C, Salminen S. Probiotics: mechanisms and established effects. *Int Dairy J.* 1999; 9 (1): 43-52.
49. Forestier C, De Champs C, Vatoux C, Joly B. Probiotic activities of *Lactobacillus casei rhamnosus*: in vitro adherence to intestinal cells and antimicrobial properties. *Res Microbiol.* 2001; 152 (2): 167-173.
50. Hudault S, Liévin V, Bernet-Camard MF, Servin AL. Antagonistic activity exerted in vitro and in vivo by *Lactobacillus casei* (strain GG) against *Salmonella typhimurium* C5 infection. *Appl Environ Microbiol.* 1997; 63 (2): 513-518.
51. Arici M, Bilgin B, Sagdic O, Ozdemir C. Some characteristics of *Lactobacillus* isolates from infant faeces. *Food Microbiol.* 2004; 21 (1): 19-24.
52. Guerin-Danan C, Chabanet C, Pedone C, Popot F, Vaissade P, Bouley C, Szytt O, Andrieux C. Milk fermented with yogurt cultures and *Lactobacillus casei* compared with yogurt and gelled milk: influence on intestinal microflora in healthy infants. *Am J Clin Nutr.* 1998; 67 (1): 111-117.
53. Rochet V, Rigottier-Gois L, Sutren M, Kremetscki MN, Andrieux C, Furet JP, Tailliez P, Levenez F, Mogenet A, Bresson JL, Méance S, Cayuela C, Leplingard A, Doré J. Effects of orally administered *Lactobacillus casei* DN-114 001 on the composition or activities of the dominant faecal microbiota in healthy humans. *Br J Nutr.* 2006; 95 (2): 421-429.
54. Sullivan A, Palmgren AC, Nord CE. Effect of *Lactobacillus paracasei* on intestinal colonization of lactobacilli, bifidobacteria e *Clostridium difficile* in elderly persons. *Anaerobe.* 2001; 7 (2): 67-70.
55. Sarker SA, Sultana S, Fuchs GJ, Alam NH, Azim T, Brüssow H, Hammarström L. *Lactobacillus paracasei* strain ST11 has no effect on rotavirus but ameliorates the outcome of nonrotavirus diarrhea in children from Bangladesh. *Pediatrics.* 2005; 116 (2): 221-228.
56. Jahreis G, Vogelsang H, Kiessling G, Schubert R, Bunte C, Hammes WP. Influence of probiotic sausage (*Lactobacillus paracasei*) on blood lipids and immunological parameters of healthy volunteers. *Food Res Int.* 2002; 35 (2-3): 133-138.
57. Cano PG, Perdígón G. Probiotics induce resistance to enteropathogens in a re-nourished mouse model. *J Dairy Res.* 2003; 70 (4): 433-440.
58. Hori T, Kiyoshima J, Shida K, Yasui H. Argumentation of cellular immunity and reduction of influenza virus titer in aged mice fed *Lactobacillus casei* strain Shirota. *Clin Diagn Lab Immunol.* 2002; 9 (1): 105-108.
59. Guérin-Danan C, Meslin JC, Chambard A, Charpilienne A, Relano P, Bouley C, Cohen J, Andrieux C. Food supplementation with milk fermented by *Lactobacillus casei* DN-114 001 protects suckling rats from rotavirus-associated diarrhea. *J Nutr.* 2001; 131 (1): 111-117.
60. Minelli EB, Benini A, Marzotto M, Sbarbati A, Ruzzenente O, Ferrario R, Hendriks H, Dellaglio F. Assessment of novel probiotic *Lactobacillus casei* strains for the production of functional dairy foods. *Int Dairy J.* 2004; 14 (8): 723-736.
61. Djouzi Z, Andrieux C, Degivry MC, Bouley C, Szyt O. The association of yogurt starters with *Lactobacillus casei* DN 114.001 in fermented milk alters the composition and metabolism of intestinal microflora in germ-free rats and in human flora-associated rats. *J Nutr.* 1997; 127 (11): 2260-2266.

Recibido: 30-07-2007

Aceptado: 10-10-2007

## Hábitos alimentarios y experiencia de caries en adultos jóvenes en Rosario, Argentina

*Kohli A, Poletto L. y Pezzotto SM*

Cátedra de Histología y Embriología Facultad de Odontología, Consejo de Investigaciones,  
Universidad Nacional de Rosario, Argentina

**RESUMEN.** En Rosario la atención odontológica se brinda en ámbitos privados y públicos. Los servicios públicos carecen de programas para evitar la pérdida dentaria en adultos. Nuestro objetivo fue describir el perfil epidemiológico de experiencia de caries y hábitos dietéticos en tres sub-poblaciones de adultos jóvenes. Aplicando una anamnesis estandarizada se investigaron 517 pacientes, ambos sexos, 15-45 años, concurrentes a un servicio privado (19%) y dos públicos (81%), uno céntrico y otro marginal. Variables investigadas: consumo de lácteos y alimentos dulces, estado bucal y escolaridad. Se aplicaron pruebas estadísticas t de student, ANOVA y chi-cuadrado. Promedios hallados: cariados  $1,7\pm 2,0$  en privado,  $4,1\pm 2,8$  en públicos ( $p<0.0001$ ); ausentes  $5,4\pm 5,2$  en privado,  $6,8\pm 5,4$  en públicos ( $p=0.04$ ); obturados  $4,4\pm 4,2$  en privado,  $1,3\pm 2,2$  en públicos ( $p<0.0001$ ). Nivel de escolaridad: superior en el privado ( $p<0.0001$ ). Consumo diario de lácteos: mayoría en privados ( $p<0.001$ ). En los servicios públicos los pacientes reemplazan la leche por el mate y relacionan su ingesta con la gravidez, lactancia o la dejan para los niños. Tipos de golosinas o dulces de riesgo consumidos: en el sector privado fueron panificados tipo facturas, tortas, galletitas y dulces, y en los públicos caramelos blandos, alfajores y dulce de leche. El consumo de alimentos dulces de menor riesgo fue de helados, pastillas, gaseosas y chocolates en los privados y de caramelos duros y chicles con y sin azúcar en los públicos. Si bien un alto número de personas los ingieren a cualquier hora, los pacientes privados fueron minoría, mientras que en su consumo sólo después de una comida éstos fueron mayoría.

**Palabras claves:** Epidemiología, hábitos alimentarios, estado bucal, niveles educativos y socioeconómicos.

### INTRODUCCION

En la ciudad de Rosario, al igual que en el resto de Argentina, la atención odontológica se brinda en los ámbitos privado y público. La política aplicada en economía provocó la pérdida de las fuentes de trabajo y por consiguiente de la red asistencial de las mutuales para muchas personas, ocasionando menor acceso a las terapéuticas de prevención y restauración de las piezas dentales e incrementando el riesgo de extracciones.

Esta situación ha originado un crecimiento en la demanda de atención odontológica en los servicios de salud públicos por parte de la población mayor de quince años, los que no

**SUMMARY.** Food habits and caries experience in young adults from Rosario, Argentina. Odontological assistance in Rosary City is offered in private and public services. The public ones lack programs to avoid dental loss in adults. Our aim was to describe the caries experience and dietetic habits in three sub-populations of young adults. Applying a standardized anamnesis, 517 patients, both sexes, 15-45 years old, attending to a private service (19%) and two public ones (81%), were investigated. Studied variables: oral health, lacteal and sweet food consumed, and instruction level. Student t-test, ANOVA and chi-square tests were applied. Average decayed teeth were  $1,7\pm 2,0$  in the private service, and  $4,1\pm 2,8$  in the public ones ( $p<0.0001$ ); missing teeth were  $5,4\pm 5,2$  and  $6,8\pm 5,4$  ( $p=0.04$ ); and filled teeth were  $4,4\pm 4,2$  and  $1,3\pm 2,2$ , respectively ( $p<0.0001$ ). Dairy foods daily consumption was higher in the private service ( $p<0.001$ ). Patients in the public services expressed to replace milk by mate, and to relate its consumption with pregnancy and lactation, or to leave it for children. Sweets delicacies consumed in the private sector -considered of risk- were sweet breads, cakes, cookies and sweets, and in the public ones were soft candies, «alfajores» and sweet made with milk. Minor risk sweets consumption in private patients were ice creams, sodas and chocolates, and in the public ones, hard candies and chewing gums, with and without sugar. Although a high number of patients consume delicacies and sweet foods at any hour, private patients were a minority; and they were a majority when considering its ingestion only after a food.

**Key words:** Epidemiology, nutritional habits, oral health, socio-economic and educational levels.

están preparados para satisfacerla y sólo resuelven los casos agudos realizando extracciones. En el "Tercer taller del proyecto norte-sur en educación dental", los países reunidos decidieron dar prioridad a la prevención primaria en la población menor de quince años de edad (1,2). La pérdida dentaria afecta a ambos sexos y a todas las edades en nuestro medio, teniendo las autoridades total conocimiento de esta situación puesto que en los varones constituía el primer motivo de excepción al servicio militar.

La fluoruración del agua de red es una medida de prevención que llegó a todos los habitantes de esta ciudad, quienes la consumieron habitualmente hasta una fecha muy reciente. Los dentífricos fluorados de uso difundido y reconocidos como

buena medida preventiva de caries (3,4) llegan a todas las escalas sociales a través de propagandas utilizadas por las empresas fabricantes para desarrollar el hábito de su uso. El Estado debería controlar, al igual que en otros países, que las pastas dentales contengan fluoruro activo en cantidad suficiente para ser eficaces.

Los seres humanos, en mayor o menor medida, sentimos placer al ingerir alimentos dulces que, por contener sacarosa, son los más cariogénicos (5-8). Si éstos son además pegajosos, el riesgo es mayor porque aumenta el tiempo de aclaramiento oral o sea el tiempo necesario para la eliminación de restos en la cavidad bucal con movimientos realizados por la lengua y músculos con ayuda de la saliva, y si son ingeridos con mucha frecuencia no dan tiempo a la recuperación del pH salival. Algunas personas ignoran el beneficio de los lácteos sobre el organismo en general y los dientes en particular (5-17). En contraposición, la ingesta de dulces y alimentos ricos en hidratos de carbono, que por su bajo costo y accesibilidad son incorporados a la dieta, aumentan aun más el riesgo de caries (6,10-12).

Nuestros objetivos fueron conocer en la muestra de adultos jóvenes de servicios privados y públicos sus hábitos alimentarios, experiencia de caries y nivel educativo.

## MÉTODOS

Se investigó a todos los pacientes de ambos sexos, de 15 a 45 años de edad, que concurren espontáneamente a la consulta odontológica para efectuar extracciones de sus piezas dentarias durante el periodo comprendido entre febrero de 2003 y julio de 2004. Se incorporaron tres instituciones de atención privada; un servicio público provincial situado dentro del área céntrica de Rosario, que atiende al sector de clase media que por motivos laborales perdió su obra social así como a sectores mutualizados y carenciados; y un servicio público municipal, ubicado en un área marginal, donde se atiende al sector más carenciado de la ciudad.

El examen clínico se realizó.

Respecto a los hábitos dietarios se indagó sobre la ingesta de leche y sus derivados. Se tuvieron en cuenta las frecuencias de consumo en forma diaria, si nunca los ingerían o si lo hacían de manera esporádica. A quienes contestaron no consumirlos se les preguntó por el motivo.

Se indagó respecto al consumo de golosinas y alimentos dulces. Las frecuencias consideradas fueron: nunca, a veces y todos los días. Se registró además la ocasión del consumo, considerándose como respuesta correcta «después de una comida», ya sea del almuerzo o de la cena y como incorrecta a «cualquier hora», lo que indicaría que el consumo se realiza entre comidas. Los consumidores de golosinas y alimentos dulces fueron interrogados sobre el tipo ingerido habitualmente.

Se indagó, además, sobre el último año de estudios cursa-

do. Se analizaron estadísticamente los datos recogidos mediante el test t de student para las comparaciones entre promedios y las pruebas chi-cuadrado y probabilidad exacta de Fisher para las comparaciones entre proporciones.

Los pacientes incorporados prestaron su consentimiento para participar del estudio. Este proyecto fue aprobado por la Comisión de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Rosario.

## RESULTADOS

La población total estudiada fue de 517 personas, de 15 a 45 años, con una edad promedio de  $26,5 \pm 8,5$  años. El 34,8% de sexo masculino y el 65,2% de sexo femenino. De todas las personas que intervinieron en la encuesta, el 55,9% se atendió en el servicio del hospital provincial, el 25,1% lo hizo en el dispensario municipal de una zona muy carenciada y el 19% concurre a consultorios privados. Cuando investigamos el nivel de educación de los concurrentes a los distintos servicios, se encontró diferencia significativa ( $p < 0,0001$ ) entre el promedio de años de escolaridad de los pacientes del servicio de atención privada (12 años) comparado con el promedio de los que asistieron a los servicios públicos (7,2 años).

En el sector privado se encontró menor promedio de cariosos y mayor de obturados ( $p < 0,0001$ ) y menor promedio de perdidos ( $p = 0,04$ ), como se observa en Tabla 1.

TABLA 1  
Índice de Cariados, Perdidos y Obturados por Servicio

Servicio	Cariados ( $p < 0,0001$ )		Perdidos ( $p = 0,04$ )		Obturados ( $p < 0,0001$ )	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Privado	1,7	2,0	5,4	5,2	4,4	4,2
Públicos	4,1	2,8	7,0	5,5	1,3	2,2
Total	3,7	2,9	6,6	5,4	1,5	2,5

DE: Desvío estándar

Al indagar sobre el consumo de lácteos se comprobó que solamente 33 personas del total (6,4%) no los consumían. Quienes los consumían a diario fueron mayoría entre los concurrentes a los servicios privados, siendo esta modalidad menor entre las personas que asistieron a los servicios públicos (Figura 1). La diferencia de su consumo por servicio fue significativa ( $p < 0,001$ ).

Cuando se indagaron los motivos del no consumo de lácteos (Figura 2) se halló que en los servicios públicos la leche era reemplazada por el «mate» o se la dejaba para los niños; además, su ingesta está culturalmente relacionada con la gravidez y lactancia. También expresaron que no les interesaba como alimento o que carecían de dinero para su compra. En

el sector privado, en cambio, las respuestas fueron: no tener el hábito de su ingesta, no considerarlo como alimento, o consumirlo en forma estacional (invierno o verano). En los tres servicios algunas personas manifestaron que al ingerir lácteos sufrían desarreglos digestivos mientras que otras dejaron de consumirlos porque no les agradaban.

FIGURA 1

Frecuencia porcentual del consumo de lácteos por Servicio

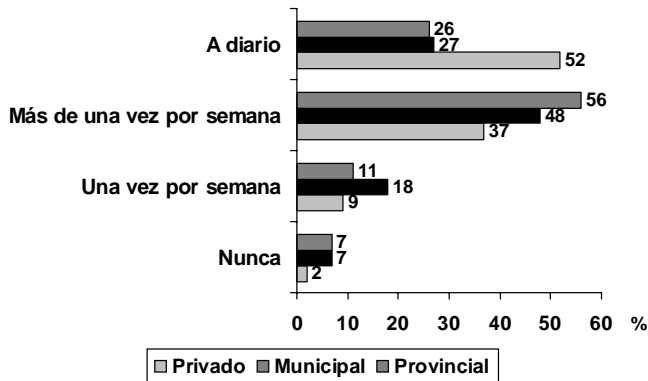
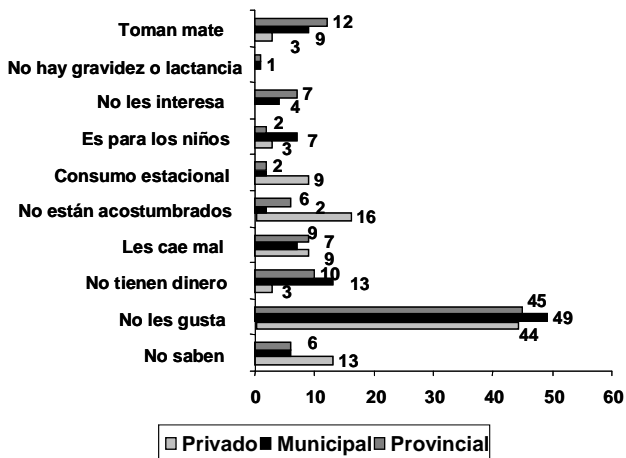


FIGURA 2

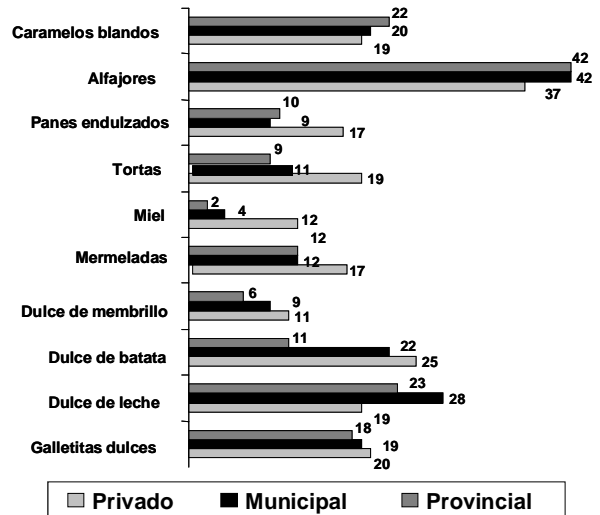
Frecuencia porcentual de las razones del no consumo de lácteos por Servicio



Se analizaron los tipos de golosinas o dulces consumidos considerados riesgosos para la integridad dental. Se halló en los pacientes del sector privado mayor ingesta de panificados tipo «facturas», tortas, galletitas y dulces. Hubo diferencias significativas entre servicios para el consumo de dulce de batata ( $p=0,001$ ), miel ( $p=0,003$ ), y tortas ( $p=0,014$ ), que prevalecieron en el sector privado. En cambio en los servicios públicos se encontró una mayor ingesta de caramelos blandos, «alfajores» y dulce de leche (Figura 3).

FIGURA 3

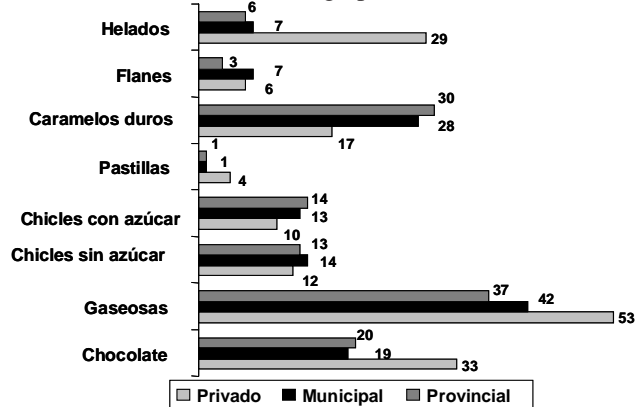
Frecuencia porcentual del consumo de alimentos perjudiciales por Servicio



El consumo de alimentos considerados de menor riesgo se distribuyó de la siguiente manera: en los pacientes privados hubo mayor ingesta de helados, pastillas, gaseosas y chocolates; en los servicios públicos fue mayor el consumo de caramelos duros y chicles con y sin azúcar. Diferencias significativas entre los servicios se encontraron en el consumo de chocolate ( $p=0,01$ ), gaseosas ( $p=0,02$ ), caramelos duros ( $p=0,05$ ) y helados ( $p<0,0001$ ), como se observa en el Figura 4.

FIGURA 4

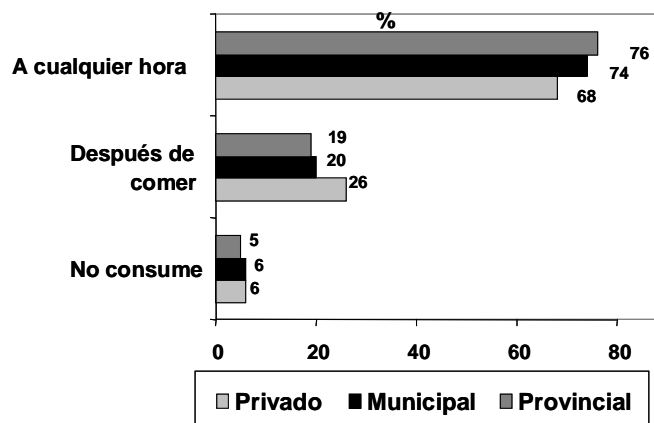
Frecuencia porcentual del consumo de alimentos de menor riesgo por Servicio



Analizando los horarios del consumo de golosinas y alimentos dulces (Figura 5) se demostró que un alto número de personas los ingerían a cualquier hora, pero dentro de este grupo los privados fueron minoría. Aquéllos que consumían dulces sólo después de una comida, en cambio, tuvieron a los privados en mayor número, si bien la diferencia entre grupos no fue significativa ( $p=0,64$ ).

FIGURA 5

Frecuencia porcentual del consumo de golosinas y dulces por Servicio



Respecto al consumo de azúcar se observó que la mayoría de nuestros pacientes la tienen incorporada a su dieta y al comparar los servicios se encontró mayor número de consumidores en el servicio provincial. El sector privado fue minoría entre quienes la utilizan y mayoría en el grupo de no consumidores y entre quienes la reemplazan por edulcorante. La diferencia del consumo de azúcar entre los servicios fue muy significativa ( $p < 0,001$ ).

Respecto al conocimiento sobre alimentación balanceada y bajo consumo de dulces y golosinas expresaron tenerlo el 88% de los pacientes privados y el 72% de los públicos. Una alta proporción de pacientes expresó que los hábitos de dieta no se pueden modificar. Esta postura fatalista se observó mayoritariamente entre los pacientes privados (28%).

## DISCUSION

En nuestros servicios públicos los pacientes superaron escasamente el promedio de siete años de escolaridad, por lo que sería beneficioso ampliar su educación sobre temas de alimentación y salud dental aprovechando su concurrencia a los mismos. En las salas de espera sería útil disponer de impresos destinados a informar sobre los beneficios de una dieta saludable, desaconsejando aquellos alimentos considerados perniciosos, tales como golosinas y dulces, y dando pautas para que su consumo implique un riesgo menor (9).

Sería útil tener en cuenta la existencia de alimentos considerados cariogénicos, cariostáticos y anticariogénicos. Los cariogénicos son aquellos que contienen hidratos de carbono fermentables y son susceptibles de ser metabolizados por los gérmenes de la placa dental que estimulan el desarrollo de la caries. La sacarosa origina mayor cariogenicidad por los polímeros intra y extracelulares que produce, además de transformar la microflora residente de la placa en una más

cariogénica (10). Acorde con los resultados de este trabajo, se observó un alto consumo de alimentos ricos en sacarosa, que implicarían un riesgo para la salud dental, tanto en los pacientes privados como en los públicos.

Bowen y Pearson (10) demostraron que la leche se comporta como anticariogénica, pero pierde esta condición cuando contiene sacarosa. El hecho de adicionar leche a una solución con sacarosa disminuyó la caída del pH de la saliva y por consiguiente la severidad de las caries, por lo que sería recomendable el consumo de leche sin la adición de cualquier tipo de azúcar. Además se comprobó que las fosfoproteínas contenidas en la leche son adsorbidas por el esmalte dental favoreciendo su remineralización y haciendo difícil su disolución in vitro. También se estudió que el contenido graso de los lácteos tendría efectos cariostáticos y que el consumo de queso aminoraría el descenso del pH de la placa dental, otorgando protección en dietas cariogénicas debido a la producción de una saliva alcalina que reduciría las bacterias de la placa (5,18 y Kashket). En nuestra investigación se observó que la proporción de personas que consumen alimentos derivados de la leche en forma diaria fue mayor en los concurrentes a servicios privados que en los pacientes de los servicios públicos ( $p = 0,001$ ). A diferencia de los pacientes concurrentes a los servicios privados, aquellos que utilizan los servicios públicos asocian la necesidad del consumo de lácteos con la gravidez o bien con las mujeres que amamantan. También expresaron que la leche es reservada para ser consumida por los niños. Ciertos adultos se resisten a su ingesta porque la reemplazan con el «mate». Además, en los tres servicios hubo personas que manifestaron no considerar a los lácteos como alimento. Este hecho demuestra falta de conocimiento respecto a los valores nutritivos, no solamente referido a los lácteos, sino a los distintos componentes de la dieta. A un número reducido de pacientes los lácteos les producen desarreglos digestivos. La leche no necesariamente debe ser ingerida sin aditamentos, puede ser adicionada a las infusiones ya sean de «mate», té o café, y en este caso daría protección ante el gran consumo encontrado de azúcar y alimentos dulces. Los lácteos también pueden ser consumidos como integrantes de una dieta equilibrada, rica, económica y variada utilizándolos en comidas, salsas y postres.

Con respecto a la ingesta de golosinas y alimentos dulces la diferencia por servicio no fue significativa, lo que señalaría que el gusto por los mismos está ampliamente difundido en esta población. Veiga Herrero y su equipo (18) dan pautas para que el consumo de golosinas no se transforme en un factor de riesgo para la integridad de las piezas dentales, debiéndose tener en cuenta la consistencia, porque si el alimento que contiene hidratos de carbono es adhesivo tarda más tiempo en ser eliminado de la superficie del diente y por lo tanto hay mayor desmineralización. Se comprobó que el con-

sumo de alimentos que contienen almidones, al ser hidrolizados por la saliva, producen descenso de pH de la placa dental. En un estudio se analizaron distintos alimentos que contienen almidones, como fideos espaguetis y macarrones, papas, arroz, panes sin endulzar y endulzados. Se observó que su consumo produce un gran descenso del pH salival, siendo esta caída mayor con la ingesta de panes dulces seguida por la de pan sin endulzar y papas. En la saliva de dichas personas se encontró mayor cantidad de maltosa y maltotriosa después de la ingesta de pan sin endulzar comparada con la de quienes habían consumido fideos espaguetis. No sería conveniente consumir panes endulzados con jarabes, masitas o galletitas dulces porque serían los que producen mayor descenso de pH de la placa dental (19). Además, se observó que la adición de grasas al pan endulzado con jarabe redujo la disminución del pH de la placa. También se comprobó que el mayor descenso del pH de la placa va acompañado por mayor glicemia, por lo tanto deberían ser recomendados aquellos panes que no la incrementan. El consumo de estos alimentos se encontró incrementado en nuestros pacientes del servicio privado los que, en general, desconocen los riesgos cariogénicos asociados a su ingesta. El gustar de panes de cebada fermentados y horneados tendría sus ventajas no sólo por sus efectos metabólicos sino también por su potencial cariogénico menos acentuado (20). En nuestros servicios públicos fue mayor la ingesta de golosinas tales como caramelos blandos, «alfajores» y dulce de leche, todos ellos adhesivos a la superficie de los dientes. Los pacientes privados presentaron una mayor ingesta de alimentos dulces considerados de menor riesgo como helados, pastillas, gaseosas y chocolates, mientras que en los servicios públicos fue mayor el consumo de caramelos duros y chicles con y sin azúcar. La masticación más intensa estimula a las glándulas salivales para aumentar su secreción, atenuando la baja del pH. Los helados se derriten en la boca y son fácilmente eliminados, las pastillas al ser duras estimulan el aumento del flujo salival y el aclaramiento oral. Las gaseosas y jugos, al igual que todo alimento líquido, tienen baja adherencia pues se descargan rápidamente de la boca, pero su poder cariogénico disminuiría aún más si se consumieran dentro de las comidas principales. Si los alimentos dulces se ingieren entre comidas sería conveniente que se combinaran con alimentos cariostáticos (9).

Es preferible consumir los alimentos dulces después de una comida copiosa debido a que es menor el tiempo de aclaramiento oral ya que las glándulas salivales están estimuladas y secretan mayor volumen de líquido. En el estudio de Vipeholm se puso en evidencia que cuando el azúcar se consumía en las comidas bajo formas no adherentes no estimulaba la incidencia de caries, pero cuando se administraba en formas adherentes la actividad cariogénica aumentaba, especialmente cuando se consumía entre comidas (21).

En nuestro estudio se comprobó que las personas concu-

rrentes a los servicios públicos ingerían alimentos dulces a cualquier hora a lo largo del día. En cambio, en los privados se halló mayor consumo de dulces después de las comidas, comportamiento que se considera de menor riesgo. En relación con la asiduidad de la ingesta, si los alimentos dulces se consumen con mucha frecuencia no permiten que el pH salival recupere su punto neutro. El pH se normaliza durante la media hora posterior a la última ingesta de alimentos dulces, razón por la cual si se ingieren de manera continua el mismo se mantiene ácido y contribuye al avance de la caries. En una investigación realizada en la ciudad de Buenos Aires se halló un alto consumo de bebidas azucaradas en todos los grupos de edad y que el 50% desconocía el significado de alimento cariogénico (22).

La oportunidad de acceder con facilidad a los alimentos dulces está presente en nuestras ciudades. En Rosario las personas concurrentes tanto a los servicios privados como públicos tienen fácil acceso a este tipo de alimentos, considerados como factores de riesgo para la integridad dental. En cambio, en un estudio epidemiológico de salud dental llevado a cabo en una zona rural de Río Negro se comprobó que, debido a su aislamiento y lejanía de centros urbanos, los niños tienen menor acceso a la ingesta de carbohidratos en forma de golosinas y dulces, encontrándose un menor porcentaje de caries (8).

Se deberían atender los consejos dietarios propuestos por Mobley, quien alienta las dietas balanceadas basadas en la moderación y en la variedad de alimentos de la pirámide nutricional (9). Además, se debería conocer cómo combinar los alimentos y cuál es la secuencia de comidas que pueden mejorar la masticación, la producción de saliva y el aclaramiento oral. Sería importante beber agua todas las veces que sea posible tanto para satisfacer la sed como para la hidratación y se aconsejaría restringir el consumo de bebidas azucaradas en las meriendas. Por estos motivos se recomienda que la ingesta de alimentos cariogénicos se realice durante las comidas principales, de esta manera se restringe el consumo a tres veces por día y el pH de la placa puede recuperarse. Además, los kioscos escolares deberían priorizar el consumo de alimentos de baja cariogenicidad durante las horas de clase, estimulando la fijación de conceptos impartidos durante la actividad escolar.

En nuestro medio se podrían utilizar con fines educativos los ámbitos de mayor concurrencia de pacientes tales como las salas de espera de las instituciones de salud. Nuestros pacientes concurrentes a los servicios públicos habitualmente ingieren menor cantidad de lácteos y sus derivados, que por sus beneficios ya enumerados, se consideran alimentos protectores frente a la caries. El desconocimiento de sus propiedades benéficas y de los distintos modos de preparación producen respuestas como «no consumo porque no me agradan». La ingesta de alimentos dulces perjudiciales tales como cara-

melos blandos, «alfajores», dulce de leche y galletitas dulces está más extendida entre los sectores públicos, si bien los pacientes del sector privado también los consumen. Si a esta costumbre se le suma que la ingesta de estos alimentos se produce a cualquier hora del día se está frente a un comportamiento de riesgo que podría justificar los elevados valores hallados del índice CPO en lo concerniente a los dientes cariados y perdidos. Las personas de los servicios públicos incorporadas a este estudio presentaron menor nivel educativo y nutrición deficitaria, acompañada de costumbres alimentarias de riesgo, por lo que la caries y las pérdidas dentarias se hicieron presentes desde la adolescencia. La información recogida en nuestro trabajo es coincidente con lo notificado por la Comisión Nacional de Prevención de la Confederación Odontológica de la República Argentina, la que a través de un relevamiento bucal halló que al 95% de la población adulta del país le falta por lo menos un diente y que éste es perdido por caries, ya sea como consecuencia de mala alimentación o falta de educación para la salud dental (23).

Se debería asesorar a la gestante sobre la importancia de una alimentación rica en calcio y fosfatos, porque si estos elementos son escasos en su dieta, la leche que dará a ingerir a su bebé mantendrá la concentración normal de los mismos a expensas de la desmineralización de sus huesos y dientes (24). La leche de origen bovino tiene efectos cariostáticos por su contenido de fosfoproteínas, especialmente la caseína que se adsorbe sobre el esmalte dental impidiendo su desmineralización e inhibiendo la acidez producida por los estreptococos mutans de la placa.

## REFERENCIAS

- Federación Dental Internacional. Análisis de métodos de identificación de grupos e individuales de alto riesgo de caries. *Fed Odont Colombiana* 38, 143: 67-87; 1988.
- Bianchini F. Aplicaciones de la prevención primaria en América Latina. Centro Ibero-Americano para el desarrollo de la docencia en Odontología. Tercer taller. Proyecto Norte-Sur en Educación Dental. San José, Costa Rica, 56-75 1993.
- Gunjishima Y, Tsutsui A, Sakai O. The effects of fluorides in the prevention of caries in adults. *Dent Japan* 34: 84-86; 1998.
- Nawashiro A, Kamoi H, Wakao N, Hamada S, Kamoi K. The effect of a toothbrush with an improved head and handle on plaque removal in single and continued use. *J Nippon Dent Univ* 2. 27-35, 1999.
- Johansson I, Larsson B, Nordlund A, Thorild E. Diet and dental caries. *Am J Clin Nutr* 59 (Suppl): 788; 1994.
- Navia J. Carbohydrates and dental health. *Am J Clin Nutr* 59 (Suppl): 719-727; 1994.
- Alvarez J. Nutrition, tooth development and dental caries. *Am J Clin Nutr* 61 (Suppl): 410-416; 1995.
- Giménez F. Estudio epidemiológico de la salud bucal de la población escolar rural de la provincia de Río Negro (Argentina). *Rev Asoc Odont Arg* 81 (3): 168-169; 1993.
- Mobley CC. Nutrition and caries dental. *Dent Clin North Am* 47(2): 319-336; 2003.
- Bowen WH, Pearson SK. Efecto de la leche en la cariogénesis. *Asoc Arg Odont Niños* 24 83): 13-15; 1995.
- Vasconcellos M, Braz JJ, Nogueira JR, Lui Filho O. Distribution of dental caries in the permanent dentition of school children: experience by tooth. *Rev Odont Univ Sao Paulo, Brazil*, 8 (2): 125-130; 1994.
- Sigismondi M, Galcotti A, Boari A, Giuliani M, Miani C. Analisi de alcuni fattori de rischio per la malattia cariosa. *Il Dentista Moderno* 16 (5): 27-32; 1998.
- Sanchez O, Noel K. Anticipatory guidance in infant oral health: rationale and recommendations. *Contemporary Pediatrics* 22(5): 273-76; 1994.
- Ferro R. Attuali trend di prevalenza di carie nelle giovani popolazioni. *Il Dentista Moderno* 14 (6): 773-781; 1996.
- Griffen A, Goepferd S. Preventive oral health care for infant, child and adolescent. *Ped Clin North Am* 38: (5): 1209-26; 1991.
- Powell LV, Leroux BG, Persson RE, Kiyak HA. Factors associated with caries incidence in an elderly population. *Community Dent Oral Epidemiol* 26: 170-176; 1998.
- Dorransoro S, Maldonado E, Cornejo L, Battelino L, Golde Zak A. Diferenciales socioeconómicos en la prevalencia de caries dental en escolares adolescentes de nivel secundario (13-17 Años) de la Ciudad de Córdoba, Argentina. *Cuadernos Médicos Sociales* 62: 25-34; 1992.
- Veiga Herreros P, Iglesias C, Martinez C, Ortega RM, Entrala A. Alimentación y caries dental. *Alimentación, nutrición y salud* 11: 24-29; 2004.
- Lingstrom P, Birkhed D, Granfeldt Y, Bjorck I. PH measurements of human dental plaque after consumption of starchy foods using the microtouch and the sampling method. *Caries Res* 27: 394-401; 1993.
- Lingstrom P, Birkhed D, Granfeldt Y, Bjorck I. The relationship between plaque PH and glycemic index of various breads. *Caries Res* 34:75-81; 2000.
- Gustafsson B, Quensel C, Lanke L. The Vipeholm dental caries study: the effect of different carbohydrate intake on caries activity in 436 individuals observed for five years. *Acta Odont Scand*. 11:232-64; 1954.
- Romero SB, Bozal CB. Estudio sobre hábitos dietéticos en niños. *Bol Asoc Argent Odont Niños* 30: 3-9; 2001.
- Gonzalez y Rivas M. Programa Nacional Sonríe Argentina. *Actualidad Científica, Infobae* 1-3; 2005.
- Sly G, Castaño de Casaretto H. Alimentación cariogénica durante la primera infancia. *Bol Asoc Argent Odont Niños*. 32:20-24; 2004.

Recibido: 31-05-2007

Aceptado: 11-10-2007

# La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales

Lorena Madrigal y Elba Sangronis

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

**RESUMEN.** La inulina es un carbohidrato no digerible que está presente en muchos vegetales, frutas y cereales. En la actualidad, a nivel industrial se extrae de la raíz de la achicoria (*Cichorium intybus*) y se utiliza ampliamente como ingrediente en alimentos funcionales. La inulina y sus derivados (oligofruktosa, fructooligosacáridos) son generalmente llamados fructanos, que están constituidos básicamente por cadenas lineales de fructosa. En esta revisión se presenta una descripción de la inulina y sus compuestos derivados más comunes, su estructura química, fuentes de obtención, características físicas y químicas, funcionalidad tecnológica, producción industrial, método analítico de determinación, sus beneficios a la salud como prebiótico, aporte de fibra dietética, bajo valor calórico, hipoglucémico, mejorador de la biodisponibilidad de calcio y magnesio. Se presentan evidencias promisorias de su actuación en la regulación de parámetros lipídicos, reducción del riesgo de cáncer, refuerzo de la respuesta inmune y protección contra desórdenes intestinales. En una amplia variedad de productos alimenticios se usa la inulina y sus derivados como: espesante, emulsificante, gelificante, sustituto de azúcares y de grasas, humectante, depresor del punto de congelación. También se emplean en la industria química-farmacéutica y de procesamiento como excipiente, aditivo, agente tecnológico o coadyudante; en la industria de la alimentación animal, y se está considerando su uso como constituyente de los empaques por su carácter de material bioactivo. Se ha propuesto catalogar a los fructanos como “fibra funcional”, en base a una nueva clasificación de la fibra dietética que considera el efecto fisiológico en el individuo. A través de esta revisión se evidenció el vasto alcance de estos compuestos en la industria alimentaria y las razones por las que resultan ser ingredientes claves en el pujante mercado de los alimentos funcionales.

**Palabras clave:** Inulina, oligofruktosa, fructooligosacáridos, fructanos, fibra funcional, prebiótico.

## INTRODUCCION

La inulina es un carbohidrato de almacenamiento presente en muchas plantas, vegetales, frutas y cereales y por tanto forma parte de nuestra dieta diaria. A nivel industrial, la inulina se obtiene de la raíz de la achicoria y se usa como ingrediente en los alimentos, ofreciendo ventajas tecnológicas e importantes beneficios a la salud (1).

En la actualidad, la presencia de ciertas cantidades de inulina o sus derivados en la formulación de un producto ali-

**SUMMARY.** Inulin and derivates as key ingredients in functional foods. Inulin is a non-digestible carbohydrate that is contained in many vegetables, fruits and cereals. It is industrially produced from the chicory's root (*Cichorium intybus*) and it is widely used as ingredient in functional foods. Inulin and its derivate compounds (oligofruktose, fructooligosaccharides) are usually called fructans, as they are basically based on linear fructose chains. This review presents a description of inulin and its most common derivate compounds: chemical structure, natural sources, physico-chemical properties, technological functionality, industrial manufacturing, analytical method for determination and health benefits: prebiotic, dietary fiber, low caloric value, hypoglycemic action, enhancement of calcium and magnesium bioavailability. Potential benefits: lipid parameters regulation, reduction of colon cancer risk and others, improvement of immune response, intestinal disorders protection. From technological point of view, these compounds exhibit a variety of properties: thickener, emulsifier, gel forming, sugar and fat substitute, humectant, freezing point depression. Inulin and derivates are been used in pharmaceutical, chemical and processing industry as technological additives and excipients. They are also been used for animal feeding. They are been considered as “bioactive” compounds to be proposed as future packaging material. Fructans are proposed to be classified as “functional fiber”, according to recent concepts based on physiological effects on individuals. This review of inulin and its derivates was useful to show the broad boundaries of these compounds in the food industry and why they may be considered as key ingredients in the expanding functional food market.

**Key words:** Inulin, oligofruktose, fructooligosaccharides, fructans, functional fiber, prebiotics.

menticio es condición suficiente para que dicho producto pueda ser considerado como “alimento funcional” (7), que por definición sería aquel que contiene un componente o nutriente con actividad selectiva beneficiosa, lo que le confiere un efecto fisiológico adicional a su valor nutricional (2). El efecto positivo a la salud se refiere a una mejoría de las funciones del organismo o a la disminución del riesgo de una enfermedad (3).

Las estadísticas de los países desarrollados registran un creciente y acelerado consumo de productos alimenticios que

ofrezcan beneficios para la salud. En Estados Unidos, en el año 2004, 158 millones de personas consumieron alimentos funcionales, y el gasto en el área de suplementos alimenticios alcanzó los 20.500 millones de dólares (4). Ello es un índice del interés que existe por mejorar la nutrición y la salud en el ámbito popular y comercial (3). Por otro lado, se observa un creciente número de estudios científicos con el fin de validar los beneficios de los alimentos funcionales en la prevención de enfermedades cardiovasculares y del cáncer (1,5,6).

La propiedad de la inulina más extensivamente estudiada es su comportamiento como prebiótico (7), definido por su capacidad selectiva de estimular el crecimiento de un grupo de bacterias en el colon (bifidobacterias y lactobacilos), con la consecuente disminución de otras especies que pueden ser perjudiciales (ejemplo: *E. coli* y bacterias de la especie *Clostridium spp.*) (8). Entre otras propiedades beneficiosas a la salud de la inulina, se mencionan: el refuerzo de las funciones inmunológicas (ante cáncer o tumores), el aumento de la biodisponibilidad de minerales, la mejora del metabolismo de las grasas y de la respuesta glicémica (1).

La contribución de la inulina y sus derivados en los beneficios atribuidos a los alimentos funcionales motivó esta revisión de la literatura científica, con el objeto dar una descripción detallada de la inulina y sus compuestos relacionados, sus procesos de obtención, su cuantificación, así como también una compilación de aplicaciones de tipo tecnológico y en base a beneficios para la salud, que son o pueden ser explotadas a nivel industrial y comercial.

### Inulina y sus orígenes

La inulina es un carbohidrato de reserva energética presente en más de 36.000 especies de plantas (9), aislada por primera vez en 1804, a partir de la especie *Inula helenium*, por un científico alemán de apellido Rose. En 1818, Thomson, un científico británico, le dio el nombre actual (1). La inulina está constituida por moléculas de fructosa unidas por enlaces  $\beta$ -(2 $\rightarrow$ 1) fructosil-fructosa, siendo el término "fructanos" usado para denominar este tipo de compuestos (10). Las cadenas de fructosa tienen la particularidad de terminar en una unidad de glucosa unida por un enlace  $\alpha$ -(1,2) (residuo -D-glucopiranosil), como en la sacarosa (11) (Figura 1.A), pero también el monómero terminal de la cadena puede corresponder a un residuo de  $\beta$ -D-fructopiranosil (12) (Figura 1.B).

Después del almidón, los fructanos son los polisacáridos no estructurales más abundantes en la naturaleza, presentes en muchas especies de plantas, en hongos del tipo *Aspergillus sp.* y en bacterias, en las cuales prevalece el fructano del tipo levano (enlace  $\beta$ -(6 $\rightarrow$ 2) fructosil-fructosa) (1). Entre las especies de plantas que producen fructanos se identifican las del grupo *Liliaceae* (ajo, cebolla, espárrago, ajoporro) y *Compositae* (achicoria, patata o tupinambo y yacon). En la Tabla 1 se presenta el contenido aproximado de inulina en

algunas plantas comestibles (13). Las especies con mayor contenido de inulina la almacenan en la parte subterránea de la planta. Otras especies (por ejemplo en la familia *Gramineae*) presentan altos contenidos de fructanos en sus partes aéreas, pero con bajo rendimiento de extracción a nivel industrial. Son pocas las especies apropiadas para obtener erúctanos a nivel industrial, a comienzos de la presente década, la inulina se obtenía a partir de dos especies: la patata (*Helianthus tuberosus*) y la achicoria (*Cichorium intybus*), siendo ésta última la fuente industrial más común (11).

FIGURA 1

Estructura química de la inulina: con una molécula terminal de glucosa ( $\beta$ -D-glucopiranosil) (A) y con una molécula terminal de fructosa ( $\beta$ -D-fructopiranosil) (B) <sup>(1)</sup>

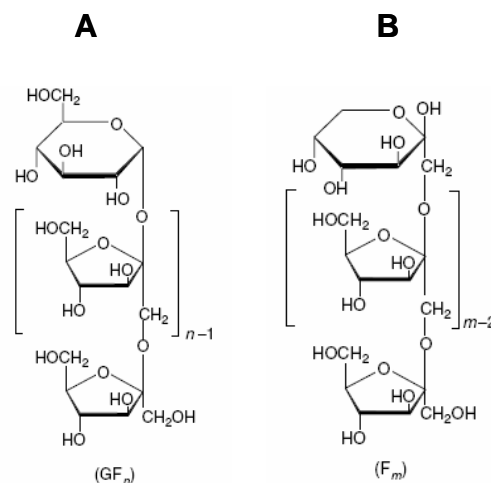


TABLA 1

Contenido promedio de inulina en diferentes especies vegetales (13)

Especie vegetal	Inulina (g/100g base seca)
Patata ( <i>Helianthus tuberosus</i> )	89
Achicoria ( <i>Cichorium intybus</i> )	79
Raíz de Dalia ( <i>Dahlia spp.</i> )	59
Cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.)	48
Ajoporro ( <i>Allium porrum</i> L.)	37
Ajo ( <i>Allium sativum</i> )	29
Yacon ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> )	27
Espárrago ( <i>Asparagus officinalis</i> L.)	4
Cambur ( <i>Musa cavendishii</i> )	2
Centeno ( <i>Secale cereale</i> )	1

### Botánica de la achicoria

La achicoria (*Cichorium intybus*) es una planta herbácea perenne, de la familia de las *Asteráceas*, que mide entre 80 y 90 cm de alto. Sus raíces son blancas en su interior y amari-

llo-marrón en el exterior. Las hojas son de forma oblonga y dentadas. Sus frutos son secos e indehiscentes, de 3 mm de largo y de ancho, de color negro-marrón que se aclaran al madurar. Esta planta se encuentra geográficamente distribuida en muchas regiones del mundo: Europa central y del norte, Liberia, Turquía, Afganistán, China norte y central, sur América, sur África, Etiopía, Madagascar, India, Australia y Nueva Zelanda. En general, cuando la achicoria se cultiva para aprovechar sus raíces, se requiere climas húmedos y calientes (14).

### Compuestos derivados de la inulina

Los fructanos más ampliamente estudiados y de mayor uso a nivel industrial son la inulina, la oligofruktosa y los fructooligosacáridos o FOS (15), se caracterizan por sus enlaces de tipo  $\beta$ -(2→1) entre las unidades de fructosa, con un grado de polimerización que varía entre 2 y 60 unidades (15), y se les considera carbohidratos de cadena corta (16) o de bajo nivel de polimerización (17). Dependiendo de su origen (vegetal o microbiano), los fructanos pueden ser lineales, ramificados o cíclicos y suelen definirse en términos de grado

de polimerización promedio ( $GP_{prom}$ ) y grado de polimerización máxima ( $GP_{máx}$ ). En los de origen vegetal, el  $GP_{máx}$  no excede de 200, puede ser tan alta como 100.000(7) en los de origen bacteriano Tanto la inulina, como la oligofruktosa y los fructooligosacáridos o FOS presentan una estructura polimérica predominantemente lineal. Las diferencias radican en el grado de polimerización, siendo la inulina el compuesto con el mayor rango y promedio. Los FOS y la oligofruktosa son muy similares, pero con diferencias estructurales asociadas a sus diferentes orígenes (hidrólisis enzimática de inulina para la oligofruktosa y transfructosilación de sacarosa para los FOS). Las cadenas de las moléculas de la oligofruktosa son más largas que aquellas producidas por transfructosilación de la sacarosa. No todas las cadenas tienen una glucosa terminal en la oligofruktosa, pero los FOS si las tienen (18). En la Tabla 2 se presenta una comparación entre los tres compuestos fructanos. Las diferencias estructurales entre ellos condicionan sus características físicas y químicas, y las propiedades que determinan su uso como ingrediente, las cuales serán revisadas más adelante en el presente artículo.

TABLA 2  
Comparación entre diferentes fructanos: inulina, oligofruktosa y fructooligosacáridos (FOS)<sup>(15)</sup>

Origen	Inulina Extracción a partir de vegetal (achicoria)	Oligofruktosa Hidrólisis enzimática de la inulina	FOS Transfructosilación de la sacarosa
Rango GP	2-60	2-9	2-4
$GP_{prom}$	10-12 <sup>(23)</sup>	4-5	3-7
Estructura química	Lineal (1-2 % ramificación) <sup>(7)</sup>	Lineal	Lineal

### Características físicas y químicas de la inulina y derivados

Los fructanos por su configuración química no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas del hombre y de animales, por lo que permanecen intactos en su recorrido por la parte superior del tracto gastrointestinal, pero son hidrolizados y fermentados en su totalidad por las bacterias de la parte inferior del tracto gastrointestinal (intestino grueso, colon). De esta manera, este tipo de compuestos se comportan como fibra dietética (11,19). Los fructanos aportan un valor calórico reducido (1,5 kcal/g) si se comparan con los carbohidratos digeribles (4 kcal/g) (20). En la Tabla 3 se presenta un resumen de las características de la inulina, la oligofruktosa y una inulina purificada o llamada de "alto desempeño" o HP (*high performance*) (21).

A nivel industrial, la inulina se presenta como un polvo

blanco, sin olor, con sabor neutral y sin efecto residual, pero oligofruktosa además de su presentación en polvo se consigue como jarabe viscoso (75% de materia seca), ambos incoloros (7). La inulina nativa, a diferencia de la inulina HP o de alta pureza, contiene azúcares libres (glucosa, fructosa, sacarosa), lo que le confiere cierto dulzor (10% del dulzor de la sacarosa) (21). La inulina HP presenta menor solubilidad que la inulina nativa, debido a la casi total ausencia de azúcares libres (0,5 % de materia seca).

La viscosidad de la oligofruktosa a 10°C en solución acuosa al 5% p/p, es la menor de los fructanos y es una característica clave para la formación de geles y su uso como un sustituto de grasas (1). La inulina también mejora la estabilidad de emulsiones y espumas, por lo que se usa como estabilizante en diversos productos alimenticios (helados, salsas, untables, postres cremosos, etc.). Se observa una sinergia entre la inulina

y otros agentes gelantes como la gelatina, alginatos, carraginos, gomas y maltodextrinas (7). En general, la inulina HP presenta mejores niveles de desempeño que la inulina nativa, en relación a todas las propiedades mencionadas. Con respecto a la oligofructosa, tiene mayor solubilidad y dulzor, así como un efecto sinérgico con edulcorantes como el acesulfame K-aspartame, con mejoras en el efecto residual. La oligofructosa es estable a altas temperaturas, con propiedades humectantes, reduce la actividad de agua y por tanto

propicia la estabilidad microbiológica y afecta los puntos de fusión y ebullición, adicionalmente. La oligofructosa posee propiedades tecnológicas similares a la sacarosa y al jarabe de glucosa (18). A pH menores de 4, los enlaces tipo  $\beta$  de las unidades de fructosa, tanto en la inulina como la oligofructosa, se hidrolizan con la consecuente formación de fructosa. Por esta razón, estos compuestos no pueden ser usados en alimentos muy ácidos (21).

TABLA 3  
Características fisicoquímicas de la inulina, inulina de "alto desempeño" (HP) y oligofructosa (21)

Característica	Inulina	Inulina HP	Oligofructosa
Estructura química <sup>(*)</sup>	GF <sub>n</sub> (2 = n = 60)	GF <sub>n</sub> (10 = n = 60)	GF <sub>n</sub> + F <sub>n</sub> (2 = n = 7)
GP <sub>prom</sub>	12	25	4
Materia seca (g/100g)	95	95	95
Pureza(g/100g)	92	99,5	95
Azúcares (g/100g)	8	0,5	5
pH	5 - 7	5 - 7	5 - 7
Cenizas (g/100g)	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Metales pesados (g/100g secos)	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Apariencia	Polvo blanco	Polvo blanco	Polvo blanco o jarabe viscoso
Sabor	Neutral	Neutral	Moderadamente dulce
Dulzor % (vs. sacarosa=100%)	10	Ninguno	35
Solubilidad en agua a 25°C (g/L)	120	25	> 750
Viscosidad en agua (5% p/p sol. acuosa) a 10 °C (mPa.s)	1,6	2,4	< 1,0
Funcionalidad en alimentos	Sustituto de grasas	Sustituto de grasas	Sustituto de azúcar
Sinergismo	Con agentes gelificantes	Con agentes gelificantes	Con edulcorantes intensos

(\*) G: unidades de glucosa, F: unidades de fructosa

### Tecnología de producción

La producción industrial de la inulina y sus derivados se obtiene exclusivamente de la raíz de la achicoria (1). En la Figura 4 se muestra un esquema de la producción de la inulina y de algunos de sus derivados. Alternativamente, la oligofructosa se puede sintetizar a partir de la sacarosa, la cual es sometida a transfructosilación por acción de la enzima  $\beta$ -fructofuranosidasa (23). Existen productos comerciales que son mezclas entre inulina y oligofructosa, por ejemplo el Synergy 1<sup>®</sup> es una combinación de oligofructosa e inulina en una proporción de 30:70 en peso, para que tenga características funcionales específicas (7).

Entre otros productos derivados de la inulina está la carboximetilulinina (CMI), un compuesto obtenido por carboxilación de la inulina, usado para reducir la formación y crecimiento de incrustaciones en las paredes de las tuberías, contenedores, cámaras de reacción o separación (24).

### Métodos de determinación de inulina y derivados

En 1990 el FDA y en 1992, el Codex Alimentarius definieron a la fibra dietética como el material que precipita en solución de etanol, de acuerdo con los métodos clásicos de análisis

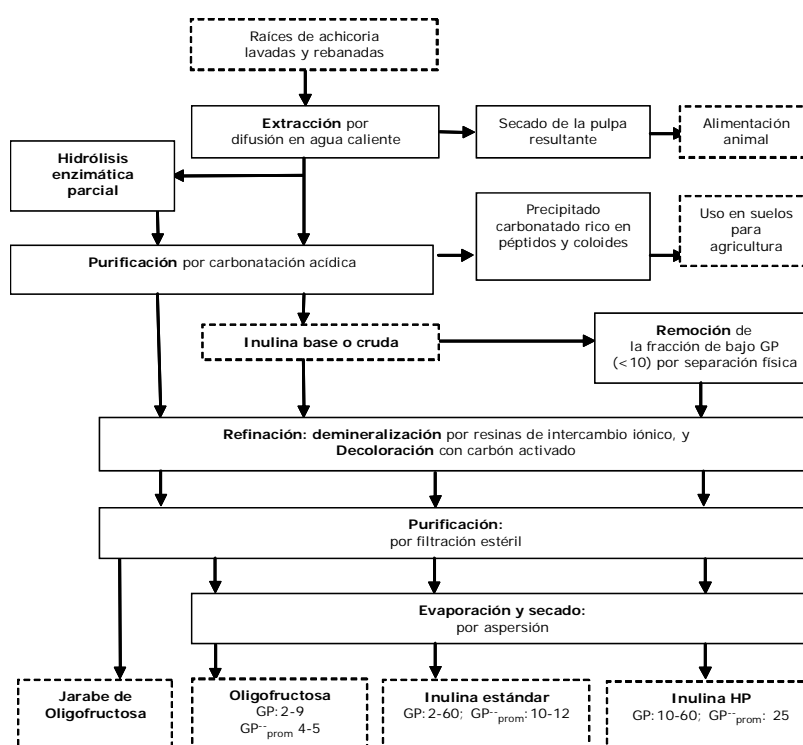
(25). Pero estos métodos no cuantifican aquellos compuestos que cumplen con las definiciones más recientes de fibra dietética, ya que éstos no precipitan en medio acuoso de etanol. La inulina y sus derivados son algunos de esos compuestos, como son moléculas relativamente pequeñas (peso molecular aproximado de 6.000), en comparación con otros compuestos convencionalmente aceptados como fibra dietética (peso molecular entre 10.000 - 50.000), no precipitan completamente en solución de etanol, pues son solubles o parcialmente solubles en dicho solvente (25). Debido a las limitaciones metodológicas, los fructanos no habían sido cuantificados apropiadamente ni incluidos en el valor de fibra dietética total (26).

Estudios realizados en la década de los años 90 evidenciaron que los fructanos tienen propiedades de fibra dietética, no solo en cuanto a los efectos fisiológicos, sino también por su naturaleza (11, 27). En 1995, el AOAC apoyó la inclusión de los oligosacáridos, entre ellos los fructanos, dentro de la definición de fibra dietética (25). Ese mismo año, el FDA expuso formalmente la necesidad del desarrollo y validación de métodos para poder determinar y cuantificar a los fructanos dentro de la cantidad total de fibra dietética de un

alimento, esto debido a que resultaba imprescindible para cumplir con la regulación del etiquetado de los alimentos (27). Entre 1996 y 1997 se publica el método AOAC 997.03, titulado “Fructanos en productos alimenticios, método de cromatografía de intercambio iónico” (25). Luego, se publica el método AOAC 999.03, titulado “Método enzimático-espectrofotométrico de medición de fructanos totales en alimentos”, con el mismo principio del método anterior, pero es una técnica enzimática-colorimétrica (26). En la Figura 6 se esquematiza el método para determinar la fibra dietética to-

tal, incluyendo la inulina y la oligofruktosa, como fructanos más representativos (27). Hoy en día se recomienda determinar el contenido de fibra dietética total en un alimento por los métodos oficiales y determinar los fructanos por los métodos disponibles. El contenido de fibra total es la suma de las cantidades obtenidas por los dos métodos separados. Para cuantificar la fibra no proveniente de fructanos se debe incluir en el método una etapa donde se adicione la enzima inulinasa para evitar que cierto porcentaje de inulina sea contabilizado dos veces.

FIGURA 4  
Procesos de obtención industrial de la inulina y derivados



El método AOAC 997.08 se basa en tres etapas: extracción, hidrólisis por acción enzimática y determinación de los azúcares libres por cromatografía (Figura 5) (25, 51). Se parte una solución acuosa del producto alimenticio que contenga aproximadamente 1% (p/v) de fructanos. La extracción de los fructanos se realiza en dos pasos. En el primero se usa agua hirviendo, con agitación continua a pH 6,6 - 8,0 y se completa la extracción en un segundo paso, la solución se mantiene en agitación a 80°C por un tiempo de 10 min, se deja reposar hasta alcanzar la temperatura ambiente. Se toma una alícuota (aprox. 50 g) para ser sometida a la primera determinación cromatográfica de azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa) a partir de la cual, y mediante cálculos analíticos, se obtendrá la cantidad de fructosa libre ( $F_f$ ) y de sacarosa ( $S$ ),

que inicialmente estaban presentes en la muestra. Se toma otra alícuota de la solución obtenida por extracción (aprox. 15 g) para ser sometida a la primera hidrólisis enzimática con amiloglucosidasa. Para garantizar la reacción la solución se debe mantener a 60°C por un tiempo de 30 min con suave agitación, se deja reposar la solución hasta que llegue a temperatura ambiente, se toma una alícuota de aprox. 10 g para realizar la segunda determinación cromatográfica de azúcares. De esta determinación intermedia, se obtendrán las cantidades de glucosa libre ( $G_f$ ), y de la glucosa obtenida a partir de las maltodextrinas ( $G_m$ ) y almidones. El resto de la solución obtenida de la primera hidrólisis enzimática se somete a una segunda hidrólisis con inulinasa a 60°C por 30 min. De la determinación cromatográfica de este última solución se

obtienen las cantidades de glucosa total ( $G_t$ ) y fructosa total ( $F_t$ ), ya que se asume que todas las moléculas poliméricas de los fructanos han sido hidrolizadas hasta la forma de moléculas simples de los diferentes azúcares. A partir de todos los cálculos analíticos realizados se puede obtener el contenido total de fructanos, mediante la siguiente ecuación:

$$\varphi = k \cdot (G + F) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde  $\varphi$ , es el contenido total de fructanos presentes en la muestra,  $G$  es el contenido de glucosa y  $F$  es el contenido de fructosa, ambos proveniente de los fructanos. Mientras que  $k$  es un factor de corrección (por el agua absorbida después de la hidrólisis) que depende del grado de polimerización de la inulina presente (1). El factor de corrección se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 2}$$

En donde  $n$  representa el grado de polimerización promedio. En particular para la inulina proveniente de la achicoria se puede usar  $n = 10$  ( $k=0,91$ ) y para la oligofructosa  $n = 4$  ( $k = 0,925$ ) (25). Por otro lado, para el cálculo de  $G$  y  $F$  (glucosa y fructosa provenientes de las moléculas de fructanos), y tomando en cuenta el procedimiento de la Figura 5, se tienen las siguientes ecuaciones:

$$G = G_t - G_s - G_f - G_m \quad \text{Ecuación 3}$$

$$F = F_t - F_s - G_f \quad \text{Ecuación 4}$$

En donde todos los términos están definidos en la Figura 5, excepto  $G_s$  y  $F_s$ , los cuales se refieren a la glucosa y fructosa, respectivamente, que hayan sido liberadas por la sacarosa en el proceso de hidrólisis, que son determinadas como  $G_s = S/1,9$  y similarmente  $F_s = S/1,9$ .

En particular en cuanto al método cromatográfico, el estándar AOAC 997.08 especifica que debe ser usado un equipo de cromatografía de intercambio iónico de alto desempeño, con detección de pulsos amperométricos (HPAEC-PAD por sus siglas en inglés), ya que en investigaciones anteriores se evidenciaron desviaciones significativas en los resultados, cuando fueron empleados otros sistemas de detección (25).

FIGURA 5  
Esquema del método de determinación de fructanos

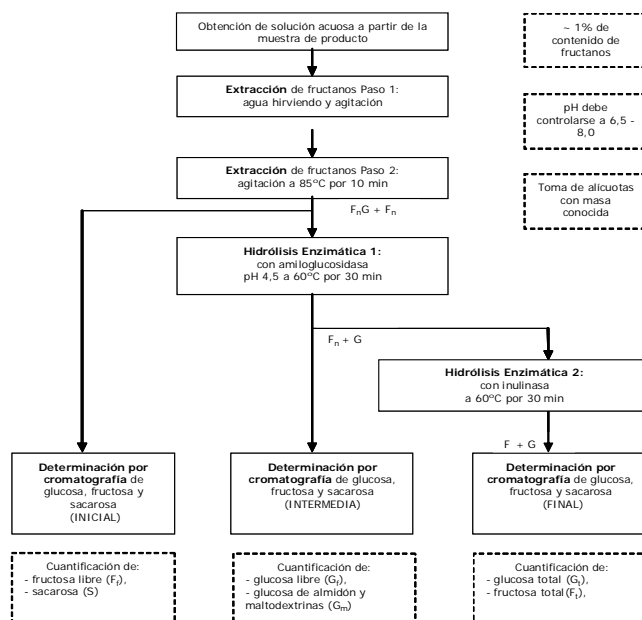
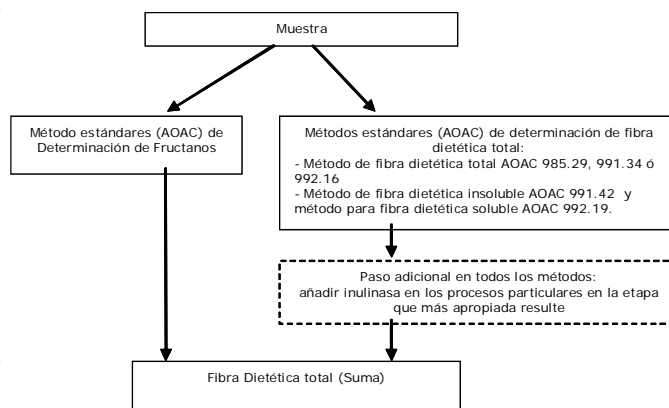


FIGURA 6  
Cuantificación de fibra dietética total usando varios métodos e incluyendo la inulina y oligofructosa (27, modificado)



La literatura evidencia la existencia de otras técnicas para la determinación cuantitativa de los fructanos. Entre ellas se mencionan las siguientes (1):

- La técnica de HPLC se emplea para determinar las cantidades relativas de los diferentes compuestos que se encuentren presentes (glucosa, fructosa, sacarosa), pero no es muy preciso para compuestos de grado de polimerización mayores a 5 ( $GP > 5$ ).
- Cromatografía de gas capilar, útil para la determinación cuantitativa de fructanos con  $GP < 10$ , y también para

distinguir las moléculas que tiene una unidad de fructosa terminal ( $GF_n$ ) de aquellas que no la poseen ( $F_n$ ).

- Por permetilación y posterior cromatografía capilar de gases y espectrometría de masa, con este procedimiento se puede estudiar las características particulares de la estructura química del fructano, el tipo de enlace y la frecuencia de ramificación.

A pesar de que el método estándar AOAC 997.08 resulta muy confiable en sus resultados, su aplicación requiere mucho tiempo y es indispensable el uso de un aparato específico de cromatografía. Es así como existen otros métodos estándares para la determinación, entre ellos se encuentra el método AOAC 999.03, el cual también está basado en tratamientos enzimáticos de hidrólisis y posterior determinación de azúcares, por espectrofotometría. Posee la limitación de que los compuestos provenientes de la hidrólisis de la inulina (del tipo  $F_n$ ) son subestimados (1).

### Fructanos y fibra dietética total

Actualmente resulta imprescindible conocer el contenido de fibra en los alimentos debido a las normativas de información en el etiquetado de productos alimenticios. Debido a la clasificación de la fibra en “soluble” e “insoluble”, terminología basada en las metodologías tradicionales de determinación (50), lo que hasta ahora había sido considerado como la determinación de “fibra dietética total” no es tal, ya que no se incluye la determinación del contenido de fructanos. Los fructanos deben ser determinados por separado, según se muestra en la Figura 6, para luego ser sumados al contenido de fibra obtenido por los métodos tradicionales. Esta sumatoria si representa el contenido de fibra dietética total que debe ser incluido en la información nutricional del etiquetado (27).

Expertos señalan que los términos “soluble” e “insoluble” para la clasificación de la fibra dietética resulta arbitraria y que no son representativos de la funcionalidad o impacto a la salud del individuo (26). Recientemente se han propuesto los conceptos de fibra dietética y fibra funcional, que es una clasificación basada en los efectos fisiológicos o funcionales que los distintos componentes de dicha fibra puedan proporcionar al individuo (28). La fibra dietética se ha definido como los carbohidratos no digeribles y la lignina, los cuales son intrínsecos de las plantas (50), mientras que fibra funcional consiste en carbohidratos no digeribles aislados que tengan efectos fisiológicos beneficiosos en los seres humanos. Bajo estos términos, los fructanos se consideran parte de la fibra funcional. La fibra dietética total es la suma de la fibra dietética y la fibra funcional (28). La comunidad científica propone desarrollar metodologías que se adapten a los conceptos y clasificaciones convenidas y no lo contrario (26). Mientras continúen empleándose los métodos tradicionales, esta nueva clasificación propuesta para la fibra dietética total ayudaría a

evitar confusión en relación a la cuantificación de la cantidad de fibra total, la cual que debe incluirse en la información del etiquetado de productos alimenticios.

### Usos de la inulina como ingrediente

La inulina y sus derivados ofrecen múltiples usos como ingredientes en la formulación de productos (Tabla 4) La inulina tiene propiedades similares a las del almidón, mientras que la oligofructosa presenta propiedades más parecidas a la sacarosa, (53, 54). La inulina mejora la aceptabilidad de yogures elaborados con leche descremada, impartándole una mayor cremosidad, también actúa como agente espesante, retiene el agua y estabiliza geles (28). Los geles se pueden formar por efecto mecánico o térmico, y el obtenido por el segundo método presenta mejor textura y firmeza (29). La capacidad de formar gel es determinante en su uso como sustituto de grasas en productos lácteos, untables, aderezos, salsas y otros productos en los que las propiedades funcionales que otorgan las grasas son indispensables para lograr los efectos sensoriales deseados por los consumidores (21).

TABLA 4  
Propiedades funcionales de la inulina y derivados<sup>(21)</sup>

Aplicación	Funcionalidad
Productos lácteos	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, emulsificantes, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes
Postres congelados	Textura, depresión en el punto de congelación, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes
Productos untables	Estabilidad de emulsión, textura y capacidad de ser untado, sustituto de grasas
Productos horneados	Disminución de $a_w$ , sustituto de azúcares
Cereales de desayuno	Crujencia, capacidad de expansión
Preparación con frutas (no ácidas)	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, estabilidad de emulsión, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes
Aderezos de ensaladas	Cuerpo y palatabilidad, sustituto de grasas
Productos cárnicos	Textura, estabilidad de emulsión, sustituto de grasas
Chocolate	Sustituto de azúcares, humectante

En la elaboración de panes de trigo con adición de inulina para sustituir la grasa vegetal no se modificaron las características reológicas de la masa antes de hornear y la calidad sensorial del producto terminado (30,31). El uso de inulina

en la formulación de pastas dio como resultado productos con propiedades sensoriales sin diferencias significativas de aquellas elaboradas con solo trigo (32). Se han logrado formulaciones a base de chocolate (tortas, muses) (33), barras energéticas (34) y cereales extruidos (21) con un desempeño similar o incluso mejorado en sabor, color y textura.

### La inulina y sus beneficios a la salud

El uso de la inulina o sus derivados para cumplir funciones tecnológicas, simultáneamente aporta beneficios a la salud, el primero de ellos es su función de fibra dietética, con los efectos fisiológicos atribuibles a este tipo de compuestos, como son la disminución de los niveles lipídicos y glucosa en sangre y la acción laxante (26). Otro beneficio comprobado ligado al anterior, es la capacidad de la inulina de modular la flora intestinal (35,36), esto se debe a su efecto prebiótico. Estudios *in vivo* muestran que solo 4 g de inulina o de sus compuestos relacionados diarios son efectivas para incrementar el número de bacterias beneficiosas en el colon (37,52).

La inulina y derivados tienen un aporte calórico reducido (máximo de 1,5 kcal/g), atribuibles a la resistencia a la digestión y posterior hidrólisis y fermentación por la flora intestinal selectiva del intestino grueso. Solo los ácidos grasos de cadena corta obtenidos como producto metabólico de la actividad bacteriana en el intestino grueso contribuyen a proveer energía al individuo (20). El valor calórico de 1,5 kcal/g es usado para propósitos legales de información en el etiquetado. Por su efecto hipoglicemiante, la inulina se recomienda en la dieta de individuos con diabetes (20).

Investigaciones con ratas y humanos indican un incremento de la absorción de calcio y otros minerales cuando se usa inulina y sus derivados en la dieta, con consecuencias positivas en el contenido y densidad de los huesos (38, 39). En adolescentes, la dosis necesaria para observar esos resultados fue 8 g/día de inulina durante 8 semanas (40, 41). También se demostró el efecto positivo de la inulina y sus derivados en la absorción de magnesio (42).

Con respecto al cáncer, se demostró que la administración de prebióticos (inulina y oligofruktosa) disminuye el crecimiento de cáncer de colon en ratas (6). El mecanismo aún no está claro, pero los resultados parecen señalar como responsable a la acción combinada de dos factores: el aumento de los ácidos grasos de cadena corta (producto de la fermentación de los prebióticos) y la disminución de la proliferación de las enzimas envueltas en la patogénesis del cáncer (6). Se observó la inhibición del cáncer mamario en ratas cuya dieta fue suplementada con inulina (44). También ha sido reportado un efecto antimelanoma por el consumo de inulina (45). Estos efectos positivos en la salud han originado que se recomiende la inulina como factor adyuvante en las terapias de cáncer (7).

La inulina junto con otro carbohidrato no digerible, el galactooligosacárido, logra cumplir una función muy impor-

tante en el mejoramiento de las formulaciones alimenticias infantiles (46). La leche materna contiene una mezcla compleja de carbohidratos no digeribles que cumplen con la función de prebiótico, lo cual justifica la adición de oligosacáridos a formulas lácteas que se administran a los niños.

Existen otras funciones promisorias de la inulina que aun están en estudio, entre ellas el aumento a la resistencia a infecciones intestinales, atenuación de enfermedades inflamatorias del intestino, estimulación del sistema inmune, con la consecuente resistencia a las infecciones (7). Sin embargo, es importante considerar que estudios en seres humanos han demostrado que dosis mayores a 30g/día de inulina y oligofruktosa ocasionan efectos gastrointestinales adversos (55).

Es importante destacar que tanto la inulina como sus derivados fueron aceptados como ingredientes GRAS (*generalmente reconocido como seguro*) por el FDA desde 1992, lo cual indica que pueden usarse sin restricciones en formulaciones alimenticias incluso en las destinadas para infantes (27).

Los importantes beneficios de la inulina y derivados han sido ampliamente explotados en el mercado e incluso utilizados para alegaciones contundentes en las campañas de mercadeo. Un reporte de las FAO señala la necesidad de una regulación internacional que estandarice las condiciones bajo las cuales se pueden usar las alegaciones en nutrición y salud, ya que existen algunas que aún no han sido sólidamente comprobadas a nivel científico (47).

### Otras aplicaciones de la inulina y derivados

La inulina y sus derivados también se están usando en la alimentación animal, para disminuir malos olores en las heces fecales de animales domésticos como perros y gatos (48). También se ha ensayado utilizar los oligosacáridos inulina y oligofruktosa en la sustitución del uso de antibióticos profilácticos en pollos, conejos y cochinos(9).

La inulina y derivados se están usando en la industria farmacéutica como material excipiente en tabletas, coadyuvante en vacunas y también como ingrediente estructurante en detergentes (29). Adicionalmente, en la industria química y de procesamiento se usa la inulina y la carboximetil inulina (CMI), como agente quelante y anti-incrustante de tuberías, contenedores, cámaras de reacción y separación y demás equipos (24)

La inulina y derivados han sido calificados como materiales bioactivos que pueden ser incorporadas en los empaques de los alimentos para dar origen a "empaques bioactivos". Los materiales bioactivos son aquellos que modifican positivamente la funcionalidad de procesos fisiológicos del organismo, tales como los prebióticos, los fotoquímicos y las vitaminas (49).

## CONCLUSIONES

La inulina es un compuesto que se encuentra de manera natural en muchas especies vegetales y que actualmente se produce a escala comercial por extracción a partir de la raíz de la achicoria. La inulina y sus productos derivados están formados básicamente por cadenas lineales de fructosa y pueden tener o no una unidad terminal de glucosa. El grado de polimerización es variable y este determina las características fisicoquímicas y sus aplicaciones como ingrediente en las formulaciones alimenticias. La inulina ofrece beneficios para la salud y se usa en la formulación de alimentos funcionales con propiedades ampliamente explotadas a nivel comercial. Adicionalmente, la inulina y derivados tienen aplicación en la industria química, farmacéutica, de procesamiento y la de alimentación animal. Se ha considerado incluir a la inulina dentro de la lista de materiales bioactivos y se ha propuesto catalogar a los fructanos como “fibra funcional”, lo que sustituiría la clasificación tradicional con los términos de fibra soluble e insoluble. A través de esta revisión se evidenció el vasto alcance de estos compuestos en la industria alimentaria y el porqué resultan ser ingredientes claves en el pujante mercado de los alimentos funcionales.

## REFERENCIAS

1. Franck A. Inulin. En: Food Polysaccharides and Their Applications. Stephen A. (Editor). Segunda Edición. Nueva York, USA: Marcel Dekker; 2006. 733 pp.
2. Silveira M, Monereo S, Molina B. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos?. Rev Esp Salud Pub 2003; 77; 317-331.
3. Aswell M. Conceptos sobre Alimentos Funcionales. Edición en Español. Washington, USA: International Life Science Institute Press; 2004. 48 pp.
4. Burdock G, Carabin I, Giffiths J. The importance of GRAS to the functional food and nutraceutical industries. Toxicol 2006; 221: 17-27.
5. Milner J. Functional foods and health promotion. J Nutr 1999; 129: 1395-1397.
6. Pietro A, Luceri C, Dolara P, Giannini A, Biggeri A, Salvadori M, Clune Y, Collins K, Paglieniari M, Caderni G. Antitumorigenic activity of the prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis* on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats. Carcinogenesis 2002; 23: 1953-1960.
7. Roberfroid M. Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients. Boca Raton, USA: CRC Press. 2005. 370 pp.
8. Gibson G. Dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. J Nutr 1999; 129: 1438-1441.
9. Flickinger E, Van Loo J, Fahey G. Nutritional responses to the presence of inulin and oligofructose in the diet of domesticated animals: A review. Crit. Rev Food Sci Nutr 2003; 43: 19-60.
10. Watherhouse A, Chatterton N. Glossary of fructans terms. En: Science and Technology of Fructans. Suzuki M., Chatterton N. (Editores). Boca Raton, USA: CRC Press; 1993. 369 pp.
11. Flamm G, Glinsmann W, Kritchevsky D, Prosky L, Roberfroid M. Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. Crit. Rev Food Sci Nutr 2001; 41: 353-362.
12. Roberfroid M. Concepts in functional foods: the case of inulin and oligofructose. J Nutr 1999; 129: 1398-1401.
13. Van Loo J, Coussement P, De Leenheer L, Hoebregs H, Smiths G. On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet. Crit. Rev Food Sci Nutr 1995; 35: 525-552.
14. Pal Bais H, Ravishankar G. Cichorium intybus L – cultivation, processing, utility, value addition and biotechnology, with an emphasis on current status and future prospects. J Sci Food Agri 2001; 81: 467-484.
15. Biedrzycka E, Bielecka M. Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. Trends Food Sci Technol 2004; 15: 170-175.
16. Englyst H, Hudson G. The classification and measurement of dietary carbohydrates. Food Chem 1996; 57: 15-21.
17. Roberfroid M. Non digestible oligosaccharides. Crit. Rev Food Sci Nutr. 2000; 40: 461-480.
18. Crittenden R, Playne M. Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. Trends Food Sci Technol 1996; 7; 353-361.
19. Slavin J. Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrients data bases. J Food Com Anal 2003; 16: 287-291.
20. Roberfroid M. Caloric value of inulin and oligofructose. J Nutr 1999; 129: 1436-1437.
21. Franck, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. British J Nutr 2002; 87: 287-291.
22. Van Waes C, Baert J, Carlier L, Van Bockstaele E. A rapid determination of the total sugar content and the average inulin chain length in roots of chicory (*Cichorium intybus* L.). J Sci Food Agric 1998; 76: 107-110.
23. Niness K. Inulin and oligofructose: what are they?. J Nutr 1991; 129: 1402-1406.
24. Johansen F. Toxicological profile of carboxymethyl inulin. Food Chem Toxicol 2003; 41: 49-59.
25. Prosky L, Hoebregs H. Methods to determine food inulin and oligofructose. J Nutr. 1999; 129: 1418-1423.
26. Camire M, Cho S, Craig S, Devrie J, Gordon D, Jones J, Li B, Lineback D, Prosky L, Tunland B. The definition of dietary fiber. Cereal Foods World 2001; 46: 112-126.
27. Coussement P. Inulin and Oligofructosa: safe intakes and legal status. J Nutr 1999; 129: 1412-1417.
28. Kip P, Meyer D, Jellema R. Inulin improve sensoric and textural properties of low fat yogurts. Int Dairy J 2005; 16: 1098-1103.
29. Kim Y, Faqih M, Wang S. Factor affecting gel formation of inulin. Carb Polym 2001; 46: 135-145.
30. O'Brien C, Mueller A, Scannell A, Arendt E. Evaluation of the effects of fat replacers on the quality of wheat bread. J Food Eng 2003; 56: 265-267.
31. Wang J, Rosell C, Benedito C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. Food Chem 2002; 79; 221-226.

32. Brennam C, Kuri V, Tudorica C. Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. *Food Chem* 2004; 86: 189 – 193.
33. Moscatto J, Borsato D, Bona E, De Oliveira A, De Oliveira M. The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. *Int J Food Sci Technol* 2006; 41: 181-188.
34. Aragon L, Alarcón J, Cardarelli H, Chiu M, Isay S. Potentially probiotic and symbiotic chocolate mousse. *Food Sci Technol*. 2007; 40: 669 – 675.
35. Roberfroid M, Van Loo J, Gibson G. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J Nutr* 1998; 128: 11-19.
36. Schneeman B. Fiber, inulin and oligofructose: similarities and differences. *J Nutr* 1999; 129: 1424-1427.
37. Rao A. Dose response effects of inulin and oligofructose on intestinal bifidogenesis effects. *J Nutr* 1999; 129: 1442-1445.
38. Greger J. Nondigestible carbohydrates and mineral bioavailability. *J Nutr* 1999; 129: 1434-1435.
39. Roberfroid M, Cumps J, Devogelaer J. Dietary chicory inulin increases whole-body mineral density in growing male rats. *J Nutr* 2002; 132: 3599-3602.
40. Abrams S, Griffin I, Hawthorne K, Liang L, Gunn S, Darlington G, Ellis K. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 471-476.
41. Bosscher D, Van Loo J, Franck A. Inulin and oligofructose as functional ingredients to improve bone mineralization. *Int Dairy J* 2005; 16: 1092-1097.
42. Coudray C, Demigné C, Rayssiguier Y. Effects of dietary fibers on magnesium absorption in animals and humans. *J Nutr* 2003; 133: 1-4.
43. Roberfroid M. Funcional foods: concepts and applications to inulin and oligofructose. *Brit J Nutr* 2002; 87: 139-143.
44. Taper H, Roberfroid M. Influence of inulin and oligofructose on breast cancer and tumor growth. *J Nutr* 1999; 129: 1488-1491.
45. Delzenne N, Williams C. Prebiotics and lipid metabolism. *Curr Opin Lipidol* 2002; 13: 61-67.
46. Oliveros L, Moreno J. Prebióticos en formulas infantiles. *Anal Pediatr*. 2006; 4: 20-29.
47. Report of the regional expert consultation of the asia-pacific network for food and their implications in the daily diet. *FAO Report*. Thailand: RAP Pub; 2004. 65 pp.
48. Hussein H, Flickinger E, Fahey G. Petfood applications of inulin and oligofructose. *J Nutr* 1999; 129: 1454-1456.
49. Lopez-Rubio A, Gavara R, Lagaron J. Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials. *Trends Food Sci Technol* 2006 ; 17: 567-575.
50. Devries J, Prosky L, Li B, Cho S. A historical perspective on defining dietary fiber. *Cereal Food World*. 1999; 44: 367-369.
51. Dyesseler P, Hoffem P, Fockede J, Quemener B, Thibault J, Coussement P. Determination of inulin and oligofructose in food products. (Modified AOAC dietary fiber method). En: *Complex Carbohydrates in Food*. (Cho L., Prosky L. Editors). New York, USA: Marcel Dekker; 1999. 700 pp.
52. Jenkins D, Kendall C, Vuksan W. Inulin, oligofructose and intestinal function. *J Nutr* 1999; 129: 1431-1433.
53. Roberfroid M. Functional foods: concepts and applications to inulin and oligofructose. *Brit J Nutr*. 2002; 87: 139-143.
54. Rodríguez R, Jiménez A, Fernández J, Guillén R, Heredia A. Dietary fiber from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends Food Sci Technol* 2006; 17: 3-15.
55. Williams C. Effects of inulin on lipids parameters in humans. *J Nutr* 1999; 129: 1471-1473.

Recibido: 25-08-2007

Aceptado: 16-11-2007

## Residuos de plaguicidas organoclorados en 4 tipos de aceites vegetales

*María Piñero González, Pedro Izquierdo Córser, María Allara Cagnasso y Aiza García Urdaneta*

Unidad de Investigación Ciencia y Tecnología de Alimentos (UDICTA), Facultad de Ciencias Veterinarias.  
Universidad del Zulia. Venezuela

**RESUMEN.** Esta investigación tuvo como objetivos identificar y cuantificar residuos de los plaguicidas organoclorados (POC) hexaclorobenceno (HCB), lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-diclorodifeniltricloroetano (o,p'-DDT) en aceites de maíz, soya, girasol y mezclas de aceites, que se expenden en la ciudad de Maracaibo, Venezuela. Se analizaron 30 muestras de 4 tipos de aceites de 10 marcas comerciales. La extracción de residuos de POC se realizó según la técnica de la AOAC. Para la identificación y cuantificación se utilizó un cromatógrafo de gases con detector de captura electrónica (GC-ECD), y para la confirmación, un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas (GC-MS). Todos los residuos de POC investigados fueron detectados en las muestras analizadas. Se detectaron en mayor concentración ( $\mu\text{g/g}$ ) aldrín (0,0088), lindano (0,0054) y o,p'-DDT (0,0035). El análisis estadístico demostró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para la concentración de POC en los diferentes tipos y marcas comerciales de aceites vegetales. La concentración de lindano en el aceite de maíz (0,0125  $\mu\text{g/g}$ ), de cis-clordano (0,0091  $\mu\text{g/g}$ ) y aldrín (0,0287  $\mu\text{g/g}$ ) en el aceite de soya sobrepasaron los límites máximos de residuos (LMRs) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO). En conclusión, se detectó una elevada incidencia de residuos de POC en los aceites vegetales analizados.

**Palabras clave:** Plaguicidas organoclorados, aceites vegetales, cromatografía de gases.

### INTRODUCCION

Los plaguicidas organoclorados (POC) son compuestos orgánicos que persisten en el medio ambiente durante años, pudiendo ser introducidos en el organismo humano a través de la cadena alimentaria (1), particularmente por el consumo de alimentos con elevado contenido de grasa, entre los cuales se encuentran los aceites vegetales (2).

El consumo de alimentos con residuos de POC constituye la principal vía de entrada de estos productos al hombre, acumulándose en tejidos como glándulas mamarias y cerebro. Su presencia en el organismo está asociada a cáncer de mama, anemia aplásica, efectos carcinogénicos y mutagénicos (3) y nacimiento de niños prematuros con bajo peso y talla (4).

Estudios realizados en diferentes países (5-8), demuestran

**SUMMARY. Organochlorine pesticide residues in 4 types of vegetable oils.** The present study had as objectives to identify and to quantify organochlorine pesticide residues (OCP) hexachlorobenzene (HCB), lindane, cis-chlordane, heptachlor, aldrin, dieldrin, endrin and o,p'-DDT in vegetable oils of corn, soybean, sunflower and mixtures of oils, sold in the city of Maracaibo, Venezuela. 30 samples of 4 types of vegetable oils of 10 commercial brands were analyzed. The extraction of OCP residues was done according to the Official Method of AOAC. A gas chromatograph with an electronic capture detector (GC-ECD) was used for identification and quantification of OCP residues and confirmation was done with a gas chromatograph coupled with a mass spectrometer (GC-MS). All the OCP residues investigated were detected in the analyzed samples. Aldrin (0.0088), lindane (0.0054) and o,p'-DDT (0.0035) were the OCP residues detected in higher concentrations ( $\mu\text{g/g}$ ). The statistical analysis showed significant differences ( $P < 0.05$ ) for the concentration of OCP in the different types and commercial brands of vegetable oils. Lindane concentration in the corn oil (0.0125  $\mu\text{g/g}$ ), as well as cis-chlordane (0.0091  $\mu\text{g/g}$ ) and aldrin (0.0287  $\mu\text{g/g}$ ) in the soybean oil exceeded maximal residual limits (MRL) established by Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). In conclusion, it was detected a high incidence of OCP residues in vegetable oils analyzed.

**Key words:** Organochlorine pesticides, vegetable oils, gas chromatography.

la presencia de residuos de POC en aceites vegetales. En Venezuela, aunque el gobierno prohibió o restringió su empleo en productos agrícolas (9), se ha evidenciado la presencia de residuos de POC en alimentos que contienen aceites vegetales, como son las fórmulas infantiles (10).

Este trabajo tiene como objetivos identificar y cuantificar residuos de HCB, lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-DDT en aceites vegetales comestibles de maíz, soya, girasol y mezclas de 6 aceites (girasol, algodón, soya, ajonjolí, maní y oleína de palma). Asimismo, comparar las concentraciones en distintos tipos y marcas de aceites vegetales con los valores establecidos por la FAO/WHO (11) como LMRs.

## MATERIALES Y METODOS

### Material experimental (muestra)

Se analizaron 30 muestras de 4 tipos de aceites vegetales: 9 de maíz; 6 de soya; 6 de girasol y 9 de mezcla de aceites (girasol, algodón, soya, ajonjolí, maní y oleína de palma); de 10 marcas comerciales que se expenden en la ciudad de Maracaibo. Se adquirieron 3 envases de 1 L de cada marca comercial por tipo de aceite, pertenecientes a diferentes lotes de elaboración.

### Determinación de POC

La extracción de residuos de POC se realizó según la técnica oficial establecida por la AOAC (12). La identificación y cuantificación de los residuos de HCB, lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-DDT se realizó por cromatografía de gases con detector de captura electrónica (GC-ECD) siguiendo las especificaciones cromatográficas reportadas por Izquierdo *et al* (10) con la variante de que el horno se mantuvo en condiciones isotérmicas a 230°C durante 35 minutos, la temperatura del inyector fue de 275°C y la del detector fue de 310°C.

Para la identificación de los residuos de POC se comparó el tiempo de retención del analito con el tiempo de retención registrado para cada POC de una mezcla de estándares Sigma (pureza 95-100% al 1% en benceno), diluidos en hexano-éter etílico (1:1).

La cuantificación se realizó según el método del estándar externo (13). Para ello se prepararon 8 estándares de POC (BHC, lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-DDT) con concentraciones de 0,1, 0,6, 1, 4, 8 y 12 µg/g y se construyó para cada POC una curva de calibración donde se relacionó las diferentes concentraciones de los estándares y sus respectivos valores de área, con la finalidad de comprobar la relación lineal entre ambos parámetros y así realizar la cuantificación de dichos residuos.

La concentración de los residuos de POC se calculó según la siguiente fórmula:

$$C_m = \frac{A_m \times C_{st} \times 1,25}{A_{st} \times g}$$

Donde:

C<sub>m</sub>= concentración de la muestra (µg/g de grasa o ppm).

A<sub>m</sub>= área de la muestra.

C<sub>st</sub>= concentración del estándar.

1,25= factor derivado del porcentaje de recuperación de la técnica (80%).

A<sub>st</sub>= área del estándar.

g= gramos de grasa tomados a partir de la muestra.

### Confirmación de POC

En las muestras donde se detectó algún residuo de POC mediante GC-ECD se realizó la confirmación de dicho

hallazgo, empleando un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masa (GC-MS) marca Shimadzu modelo QP5000. El gas de arrastre empleado fue helio, a un flujo lineal de 36,5 cm/seg y bajo el modo splitless. Se utilizó una columna capilar de sílica fundida XTI®-5 marca Supelco (30 cm x 0,25 mm ø/ 0,25 µm). El volumen de inyección fue de 2 µL. La temperatura inicial del horno fue 50°C durante un minuto y luego se elevó linealmente 8°C/min hasta alcanzar una temperatura final de 250°C que se mantuvo por 1 minuto. La temperatura del inyector fue 150°C y la del detector fue 230°C (14, 15, 16).

La confirmación de la presencia de residuos de POC en las muestras analizadas se realizó según los parámetros que se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1  
Parámetros empleados para la confirmación de residuos de poc por gc-ms

Residuo de POC	Tiempo de retención (min)	Cuantificación ión m/z
HCB	18.02	181:183
Lindano	18.69	181:183
Heptacloro	20.35	235:237
Aldrín	21.15	191
Cis-clordano	22.64	266
Dieldrín	23.50	204:208
Endrín	23.99	243:245+209
o,p'-DDT	24.41	237

### Diseño estadístico

El experimento fue realizado bajo un arreglo jerarquizado totalmente al azar con 3 repeticiones y basado en el Modelo Aditivo Lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + M_{j(i)} + E_{ijk}$$

La información experimental fue procesada utilizando el paquete estadístico S.A.S (Statistical Analysis Systems) versión 8.1. Se aplicó un análisis de la varianza para evaluar la concentración de residuos de POC en diferentes tipos y marcas de aceites vegetales. Para la comparación de medias de respuesta se empleó el método de medias por mínimos cuadrados del procedimiento general para modelos lineales del SAS (17). Las diferencias significativas fueron declaradas a un nivel del 5% de probabilidad.

## RESULTADOS

De las 30 muestras de aceites vegetales analizadas, 14 (46,6%) presentaron residuos de POC. El mayor porcentaje de residuos de POC detectados por tipo de aceite, correspondió al aceite de soya, con 35,72% (5/14), seguido del aceite de

maíz, con 28,57% (4/14) y aceite de girasol, 21,43% (3/14), mientras que el menor porcentaje fue para la mezcla de aceites, con 14,28% (2/14).

Todos los residuos de POC investigados fueron detectados en las muestras analizadas. Lindano fue detectado en 9 de las 14 muestras (64,28%), seguido de heptacloro en 6 (42,85%), aldrín en 5 (35,71%), HCB, o,p'-DDT y endrín en 4 (28,57%), mientras que dieldrín y cis-clordano estuvieron presentes en 1 muestra (7,14%).

En la Tabla 2 se presentan las concentraciones promedio, expresadas en  $\mu\text{g/g}$ , de los residuos de POC para los diferentes tipos de aceites vegetales. El POC detectado en mayor concentración fue aldrín (0,008  $\mu\text{g/g}$ ), seguido de lindano (0,0054  $\mu\text{g/g}$ ) y o,p'-DDT (0,0035  $\mu\text{g/g}$ ). Mientras que, la menor concentración promedio detectada fue de dieldrín (0,0002  $\mu\text{g/g}$ ). El análisis estadístico mostró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la concentración de aldrín para todos los tipos de aceite. Por otra parte, la concentración de

heptacloro y o,p'-DDT fue significativamente mayor ( $P < 0,05$ ) en el aceite de soya.

Las concentraciones promedio de residuos de POC encontradas para cada tipo de aceite (Tabla 2) fueron comparadas con los LMRs para grasa láctea establecidos por la FAO/WHO (11), ya que en aceites vegetales comestibles solo se establecen LMRs para clordano (0,02  $\mu\text{g/g}$ ) y heptacloro (0,02  $\mu\text{g/g}$ ). En tal sentido, se encontró que la concentración de lindano en el aceite de maíz así como cis-clordano y aldrín en el aceite de soya sobrepasaron los LMRs.

La Tabla 3 muestra las concentraciones promedio de residuos de POC para las marcas comerciales de aceites vegetales. Los residuos presentes en mayores concentraciones para cada marca fueron: lindano (marca 1), HCB (marca 2), cis-clordano (marca 4), aldrín (marca 5, 6 y 9), endrín (marca 7 y 10), mientras que en las marcas 3 y 8 no se detectó ningún residuo de los POC analizados.

TABLA 2  
Concentraciones promedio ( $\mu\text{g/g}$ ) de residuos de poc por tipos de aceites vegetales

Residuo de de POC	Aceite de maíz	Aceite de soya	Aceite de girasol	Mezcla de aceite	X	LMRs
HCB	0,0052 <sup>a</sup>	0,0040 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0033 <sup>a</sup>	0,0031	0,1*
Lindano	0,0125 <sup>a</sup>	0,0086 <sup>a</sup>	0,0005 <sup>a</sup>	0,0003 <sup>a</sup>	0,0054	0,01*
Cis-clordano	0 <sup>a</sup>	0,0091 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0022	0,02**
Heptacloro	0 <sup>a</sup>	0,0045 <sup>b</sup>	0,0006 <sup>a</sup>	0,0013 <sup>a</sup>	0,0016	0,02**
Aldrín	0 <sup>a</sup>	0,0287 <sup>b</sup>	0,0024 <sup>c</sup>	0,0041 <sup>d</sup>	0,0088	0,006*
Dieldrín	0,0011 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0002	0,006*
Endrín	0 <sup>a</sup>	0,0025 <sup>a</sup>	0,0005 <sup>a</sup>	0,0052 <sup>a</sup>	0,0020	0,02*
o,p'-DDT	0 <sup>a</sup>	0,0135 <sup>b</sup>	0,0005 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0035	0,02*

<sup>a, b, c, d</sup> Medias en una misma fila con diferentes superíndices difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

\*LMRs para grasa láctea según la FAO/WHO (11). \*\*LMRs para aceites vegetales según la FAO/WHO (11).

TABLA 3  
Concentraciones promedio ( $\mu\text{g/g}$ ) de residuos de poc en diferentes marcas dentro de los tipos de aceites vegetales

Residuo de POC	Marca comercial										LMRs
	Maíz		Soya			Girasol			Mezcla		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
HCB	0,0115 <sup>a</sup>	0,0041 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,008 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,1*
Lindano	0,0365 <sup>a</sup>	0,0011 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0,0131 <sup>a,b</sup>	0,0041 <sup>a,b</sup>	0,001 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0,0011 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0,01*
Cis-clordano	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0183 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,02**
Heptacloro	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0057 <sup>b</sup>	0,0033 <sup>a,b</sup>	0,0013 <sup>a,b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0039 <sup>a,b</sup>	0 <sup>a</sup>	0,02**
Aldrín	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,0475 <sup>a</sup>	0,0048 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0125 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,006*
Dieldrín	0 <sup>a</sup>	0,0033 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,006*
Endrín	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,005 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0011 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0156 <sup>b</sup>	0,02*
o,p'-DDT	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,0271 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0,001 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,02*

<sup>a, b, c, d</sup> Medias en una misma fila con diferentes superíndices difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

\*LMRs para grasa láctea según la FAO/WHO (11). \*\*LMRs para aceites vegetales según la FAO/WHO (11).

Los valores obtenidos para lindano en las marcas 1 y 2 (ambas de aceite de maíz) excedieron los LMRs establecidos por la FAO/WHO (11), así como la concentración de cis-clordano para la marca 4 (aceite de soya), aldrín en las marcas 4, 5 (aceite de soya) y 9 (mezcla de aceite) y o,p'-DDT en la marca 5 (aceite de soya).

## DISCUSION

Diversas investigaciones han reportado la presencia de residuos de POC en aceites, procedentes tanto de semillas oleaginosas como de frutos, consumidos en otros países. Así, en India diferentes estudios (5,8,18) demostraron la presencia de residuos de endosulfán y DDE, además de los residuos de POC detectados en la presente investigación. Por otra parte, en Austria (2) se ha reportado en aceite de semilla de auyama, la presencia de  $\alpha$ -HCB, dieldrín, heptacloro, heptacloro epóxido, endrín, o,p'-DDT y p,p'-DDT, o,p'-DDE, p,p'-DDE y en aceites vegetales consumidos en el Reino Unido (7) se ha detectado residuos de lindano, p,p'-DDE, p,p'-DDD y p,p'-DDT.

A pesar de que no se encontró ningún estudio que reportara una elevada incidencia de POC en aceite soya, Chaudry *et al* (19), en Illinois, Estados Unidos, demostraron que la eliminación de residuos de POC en este aceite se produce después del proceso de refinado realizando una desodorización a 250°C y 1-5 mmHg de presión. Asimismo, Hilbert *et al* (20) demostraron la reducción de POC en aceite de pescado después de someterlo al proceso de destilación con vapor o desodorización, particularmente de los compuestos más volátiles (HCB, lindano) en comparación con POC menos volátiles (dieldrín, p,p'-DDE y p,p'-DDD). Por lo que la presencia de residuos de POC en este tipo de aceite, se podría originar como consecuencia de un inadecuado proceso de desodorización durante el refinado. Adicionalmente, la concentración de residuos de POC en esta etapa puede disminuir considerablemente después del proceso de lavado inicial de la materia prima, según lo demostrado por Guardia *et al* (21) durante el procesamiento de la oliva para la producción de aceite comestible.

Por su parte, la elevada incidencia de lindano podría deberse a que la mayor parte del HCB se utiliza actualmente bajo esta forma isomérica ( $\gamma$ -HCB), que constituye la principal vía de acumulación en tejidos humanos, a pesar de que puede transformarse en otros isómeros de mayor resistencia (22).

En relación con los residuos de heptacloro, Kannan y col. (18), reportaron que este POC se encuentra con mayor frecuencia en aceites que en otros alimentos, posiblemente debido a la naturaleza lipofílica de estos compuestos.

El uso del DDT en el mundo en la década de 1990 se ha considerado aún más elevado que en la década de 1970, lo que podría explicar que este compuesto químico todavía se transmita en pequeñas concentraciones a través de la cadena

alimentaria debido a su persistencia en el suelo por años (23).

Aunque HCB ha sido prohibido en varios países, se ha encontrado persistencia de este residuo en todo el mundo, debido a su resistencia contra la degradación térmica o hidrolítica, efectos microbiológicos y carácter lipofílico. Adicionalmente, muestra una elevada afinidad por el suelo y su alta volatilidad favorece la amplia distribución en el ambiente (2).

Las concentraciones de POC detectadas en el presente estudio fueron inferiores a estudios realizados en India en muestras de aceites vegetales para los compuestos  $\alpha$ -HCB,  $\beta$ -HCB, lindano, p,p'-DDT, aldrín y endrín (5, 8). Pero cuando se compara con estudios realizados por Kannan *et al* (18) en ese mismo país, en el presente estudio se detectaron concentraciones más elevadas de HCB, lindano, p,p'-DDT, aldrín, dieldrín y heptacloro en 5 tipos de aceites vegetales (dentro de ellos aceite de girasol y aceite de palma).

En cuanto a las concentraciones de POC detectadas en las marcas comerciales analizadas, se encontró variabilidad en los resultados obtenidos posiblemente debido a la utilización de tratamientos fitosanitarios inadecuados durante la cosecha de la materia prima, o por la realización ineficaz de la etapa de desodorización durante el proceso de refinado del aceite vegetal, que garantice la eliminación de residuos de POC (20).

## CONCLUSIONES

- Se detectó una elevada incidencia de residuos de POC en los aceites vegetales analizados, principalmente en el aceite de soya.
- Todos los residuos de POC (HCB, lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-DDT) investigados fueron detectados en las muestras de aceites vegetales.
- El POC detectado en mayor frecuencia fue lindano, seguido de heptacloro y aldrín.
- El POC encontrado en mayor concentración fue aldrín, seguido de lindano y o,p'-DDT.
- Se detectaron diferencias significativas en la concentración de residuos de POC por efecto del tipo y marca de aceite vegetal.
- La concentración de lindano en el aceite de maíz, así como cis-clordano y aldrín en el aceite de soya, sobrepasaron los LMRs establecidos por la FAO/WHO.

## RECOMENDACIONES

- Determinar residuos de POC en productos con elevado contenido de soya.
- Realizar una evaluación continua de residuos de POC en alimentos de consumo masivo, a fin de determinar su persistencia en el transcurso del tiempo.

- Implementar controles durante el proceso de refinado de los aceites comestibles, por parte de las empresas venezolanas, que garanticen la eficacia del proceso de desodorización en la eliminación de los residuos de POC.
- Establecer LMRs para POC en alimentos consumidos y/o elaborados en Venezuela.

### REFERENCIAS

1. Jorgenson J. Aldrin and Dieldrin: A Review of Research on Their Production, Environmental Deposition and Fate, Bioaccumulation, Toxicology, and Epidemiology in the United States. *Environ Health Persp* 2001; 109. Suppl. 1: 113-139.
2. Mandl A, Lindner W. Organochlorine pesticide residues in Styrian soils and seeds of the Styrian oil pumpkin: an inventory and a concept for their reduction. *Int J Environ Anal Chem* 1998; 73 (1): 1-13.
3. Offenberg J, Naumova Y, Turpin B, Eisenreich S, Morandi M, Stock T et al. Chlordanes in the indoor and outdoor air of three U.S. Cities. *Environ Sci Technol* 2004; 38: 2760-2768.
4. Minh N, Someya M, Minh T, Kunisue T, Iwata H, Watanabe M et al. Persistent organochlorine residues in human breast milk from Hanoi and Hochiminh city, Vietnam: contamination, accumulation kinetics and risk assessment for infants. *Environ Pollution* 2004; 129: 431-441.
5. Dikshith T, Kumar S, Tandon G, Raizada R, Ray P. Pesticide residues in edible oils and oil seeds. *Bull Environ Contam Toxicol* 1989; 42 (1): 50-6.
6. Herrera A, Arino A, Conchello P, Lazaro R, Bayarri S, Pérez C et al. Estimates of mean daily intakes of persistent Organochlorine pesticides from Spanish fatty foodstuffs. *Bull Environ Contam Toxicol* 1996; 56 (2): 173-7.
7. Jacobs M, Covaci A, Gheorghe A, Schepens P. Time trend investigation of PCBs, PBDEs, and organochlorine pesticides in selected n-3 polyunsaturated fatty acid rich dietary fish oil and vegetable oil supplements; nutritional relevance for human essential n-3 fatty acid requirements. *J Agric Food Chem* 2004; 52 (6): 1780-1788.
8. Kaphalia B, Takroo R, Mehrotra S, Nigam U, Seth T. Organochlorine pesticide residues in different Indian cereals, pulses, spices, vegetables, fruits, milk, butter, Deshi ghee and edible oils. *J AOAC* 1990; 73 (4): 509-512.
9. Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Julio de 1978. N° 28673. Año XCVI. Mes IX. Caracas, Venezuela.
10. Izquierdo P, Allara M, Torres G, García A, Piñero M. Residuos de plaguicidas organoclorados en fórmulas infantiles. *Rev Cientif FCV-LUZ* 2004; XIV (2): 147-152.
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). Food Standards Programme. Codex Alimentarius: Pesticide Residues in Food. Maximum Residue limits extraneous. 1999.
12. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> Ed. Chapter 10. Pesticide and industrial chemical residues. Method 970.52: Organochlorine and organophosphorus pesticide residues. 1997. 6-7 pp.
13. Snyder L, Kirkland J. Introduction to Modern Liquid Chromatography. 2<sup>th</sup> Ed. Wiley-Interscience Publication. United States of America. 1979. 661 pp.
14. Patel K, Fussell R, Hetmanski M, Goodall D, Keely B. Evaluation of gas chromatography-tandem quadrupole mass spectrometry for the determination of organochlorine pesticides in fats and oils. *J Chromatogr A* 2005; 1068: 289-296.
15. Di Bella G, Saitta M, La Pera L, Alfa M, Dugo G. Pesticide and plasticizer residues in bergamot essential oils from Calabria (Italy). *Chemosphere* 2004; 56: 777-782.
16. Papadakis E, Vryzas Z, Papadopoulou-Mourkidou E. Rapid method for the determination of 16 organochlorine pesticides in sesame seeds by microwave-assisted extraction and analysis of extracts by gas chromatography-mass spectrometry. *J Chromatogr A* 2006; 1127: 6-11.
17. Statistical Analysis Systems Institute (S.A.S). SAS user's guide: statistic. 5<sup>th</sup> Ed. Version 8.1. Cary, North Carolina. United States of America. 1999.
18. Kannan K, Tanabe S, Ramesh A, Subramanian A, Tatsukawa R. Persistent organochlorine residues in foodstuffs from India and their implications on human dietary exposure. *J Agric Food Chem* 1992; 40 (3): 518-524.
19. Chaudry M, Nelson A, Perkins E. Distribution of chlorinated pesticides in soybeans, soybean oil, and its by-products during processing. *J AOCS* 1978; 55 (22): 851-3.
20. Hilbert G, Lillemark L, Balchen S, Hojskov C. Reduction of organochlorine contaminants from fish oil during refining. *Chemosphere* 1998; 37(7): 1241-1252.
21. Guardia M, Ruiz A, Pascual M.I, Fernández M.L. Multiresidue analysis of three groups of pesticides in washing waters from olive processing by solid-phase extraction-gas chromatography with electron capture and thermionic specific detection. *Microchem J* 2007; 85: 257-264
22. Kalantzi O, Alcock R, Johnston P, Santillo D, Stringer R, Thomas G, Jones K. The global distribution of PCBs and organochlorine pesticides in butter. *Environ Sci Technol* 2001; 35 (6): 1013-1018.
23. Smith D. Worldwide trends in DDT levels in human breast milk. *Inter J Epidem* 1999; 28(2): 179-188.

Recibido: 17-10-2006

Aceptado: 14-11-2007