

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la  
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 53

DICIEMBRE 2003

Nº 4

---

## Contenido

Páginas

### ARTICULOS GENERALES

**Revisión: Alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche**

Eryck R. Silva Hernández, Iñigo Verdalet Guzmán ..... 333

**Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales**

Marbelly A. Davila, Elba Sangronis, Marisela Granito ..... 348

**Deficiência da vitamina A e associações clínicas: Revisão**

Patricia El Beitune, Geraldo Duarte, Edson Nunes de Moraes, Silvana Maria Quintana, Hélio Vannucchi ..... 355

### TRABAJOS DE INVESTIGACION

**Nutrición Humana**

**Estado de vitamina A en adolescentes embarazadas de bajo estrato socioeconómico**

María Adela Barón, Liseti Solano, Daisy Llovera, Evelyn Peña ..... 364

**Relación entre la antropometría materna y la ganancia de peso gestacional con el peso de nacimiento, y riesgos de peso bajo al nacer, pequeño para la edad gestacional y prematuridad en una población urbana de Buenos Aires**

Carlos A. Grandi ..... 369

**Exceso de peso y su relación con presión arterial alta en escolares y adolescentes de Medellín, Colombia**  
Rosa Magdalena Uscátegui Peñuela, Jaime Alberto Pérez Giraldo, Juan Carlos Aristizábal Rivera,  
Jesús Antonio Camacho Pérez .....

**Microbiología de Alimentos**

**Calidad microbiológica y efecto del lavado y desinfección en vegetales pretrozados expendidos en Chile**  
Luis López V, José Romero R. y Francisco Duarte F. ....

**Presencia de *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp. en alimentos de origen animal en Costa Rica**

Alejandra Reuben, Hellen Treminio, María Laura Arias y Carolina Chaves .....

**Ciencia de Alimentos**

**Avaliação do método enzimico-gravimétrico AOAC 985.29, para a determinação da fibra alimentar em grãos crus de aveia e milho**

Leila Picolli da Silva, Maria de Lourdes Santorio Ciocca, Eliana Badiale Furlong .....

**Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería**

Mario Villarroel, Carol Acevedo, Enrique Yáñez, Edith Biolley .....

**LatinFoods. Composición de Alimentos**

**Contenido de yodo en leche de vacuno procedente de la Sierra y Costa del Perú**

Haydeé Cárdenas Quintana, Carlos Gómez Bravo y Eduardo A. Pretell .....

**Fibra dietética en frutas cultivadas en Chile**

Nelly Pak D. ....

**Composición química y digestibilidad del mote**

Andrea Paula Cravero, María Joaquina Morón Jiménez y Adriana Noemí Ramón.....

**NOTAS** .....

**NUEVOS LIBROS** .....

**FE DE ERRATAS** .....

**INFORMACION PARA LOS AUTORES** .....

**INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 53, 2003** .....

**INDICE DE AUTORES** .....

**INDICE DE MATERIAS** .....

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the  
Latin American Society of Nutrition

---

VOL 53

DECEMBER 2003

Nº 4

---

## Contents

Pages

### GENERAL ARTICLES

**Review: functional foods and ingredients derived from milk**

Eryck R. Silva Hernández, Iñigo Verdalet Guzmán ..... 333

**Germinated or fermented legumes: food or ingredients of functional food**

Marbelly A. Davila, Elba Sangronis, Marisela Granito ..... 348

**Vitamin A deficiency and clinical associations: A Review**

Patricia El Beitune, Geraldo Duarte, Edson Nunes de Moraes, Silvana Maria Quintana, Hélio Vannucchi ..... 355

### RESEARCH PAPERS

**Human Nutrition**

**Vitamin A status in pregnant adolescents of low socioeconomic income**

María Adela Barón, Liseti Solano, Daisy Llovera, Evelyn Peña ..... 364

**Relationship between maternal anthropometry and weight gain with birth weight, low birth weight, small for date and prematurity at an urban population of Argentina**

Carlos A. Grandi..... 369

<b>Excess of weight and their relationship with high blood pressure in schoolchildren and adolescents of Medellín, Colombia</b> Rosa Magdalena Uscátegui Peñuela, Jaime Alberto Pérez Giraldo, Juan Carlos Aristizábal Rivera, Jesús Antonio Camacho Pérez .....	376
<b>Food Microbiology</b>	
<b>Microbiological quality and effect of washing and disinfection of pre-cut Chilean vegetables.</b> Luis López V, José Romero R. and Francisco Duarte F. ....	383
<b>Presence of <i>Escherichia coli</i> O157:H7, <i>Listeria monocytogenes</i> and <i>Salmonella</i> spp. in food from animal origin in Costa Rica</b> Alejandra Reuben, Hellen Treminio, María Laura Arias and Carolina Chaves .....	389
<b>Food Science</b>	
<b>Evaluation of the AOAC 985.29 enzymic gravimetric method for determination of dietary fiber in oat and corn grains</b> Leila Picolli da Silva, Maria de Lourdes Santorio Ciocca, Eliana Badiale Furlong .....	393
<b>Functional properties of <i>Sphagnum magellanicum</i> fiber and its direct use in formulation of bakery products</b> Mario Villarroel, Carol Acevedo, Enrique Yáñez, Edith Biolley .....	400
<b>LatinFoods. Food Composition</b>	
<b>Iodine content of cattle milk from two milksheds in Perú</b> Haydeé Cárdenas Quintana, Carlos Gómez Bravo and Eduardo A. Pretell .....	408
<b>Dietary fiber in fruits cultivated in Chile</b> Nelly Pak D. ....	413
<b>Chemical composition and digestibility of mote</b> Andrea Paula Cravero, María Joaquina Morón Jiménez and Adriana Noemí Ramón.....	418
<b>NOTES</b> .....	425
<b>NEW BOOKS</b> .....	426
<b>ERRATA</b> .....	427
<b>INFORMATION FOR AUTHORS</b> .....	428
<b>GENERAL INDEX OF VOLUME 53, 2003</b> .....	435
<b>AUTHOR INDEX</b> .....	439
<b>SUBJECT INDEX</b> .....	446

## Revisión: Alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche

*Eryck R. Silva Hernández, Iñigo Verdalet Guzmán*

Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México

**RESUMEN.** El objetivo del presente trabajo es revisar las principales investigaciones relacionadas con el estudio de los componentes funcionales de la leche. Estas investigaciones se han incrementado considerablemente durante los últimos doce años, con la expectativa de aumentar la esperanza de vida de la población y mejorar su estado de salud. Se discute lo relacionado con la adición de componentes fitoquímicos, probióticos, prebióticos, péptidos o proteínas bioactivas, fibras dietéticas, ácidos grasos y la remoción de alérgenos. La demanda de este tipo de productos es cada vez mayor debido a intensas campañas publicitarias, en muchos países, que prometen mejorar la salud o prevenir ciertas enfermedades. En la leche, también se encuentran diversos componentes que presentan actividad fisiológica benéfica a la salud, los cuales podrían cambiar el tradicional punto de vista que se tiene sobre los fármacos. El tema de alimentos funcionales en general, y específicamente de la leche y derivados, es sin duda un tema inacabado, donde lo mejor estaría todavía por realizarse.

**Palabras clave:** Alimentos funcionales, nutraceuticos, leche, lácteos, salud.

**SUMMARY. Review: functional foods and ingredients derived from milk.** The objective of this paper is to review the main research works related to functional foods and ingredients derived from milk. Research in functional foods has increased during last twelve years with the intention of increasing life expectancy and improving human health conditions. Probiotics, prebiotics, bioactive peptides or proteins, dietetic fibers and fatty acids, as well as the addition of phytochemical compounds in dairy products and a record of some allergic compounds are also discussed. The demand of this kind of products is increasing due to intense advertising campaigns posted in many countries. Basically, these campaigns promise better health and/or the prevention of certain illnesses. Milk contains diverse constituents with physiological functionality, which might change the traditional view point that we have about drugs. The topic of functional foods in general, and specifically that from milk and dairy products, has still not been completely exploited, and in the future it will be found that the best work has not been carried out in this area.

**Key words:** Functional foods, nutraceuticals, milk, dairy products, health.

### INTRODUCCION

Los alimentos funcionales ayudan a mejorar el estado de salud o a reducir el riesgo de algunas enfermedades. El lactoval en el caso de la leche, los fitoesteroles en algunas margarinas, el ácido fólico en algunos panes, la fibra soluble en algunos jugos de fruta y el  $\beta$ -caroteno en las zanahorias, son algunos ejemplos. De esta forma, los alimentos o constituyentes funcionales, han llegado a ser una parte importante de la investigación en nutrición y ciencia de los alimentos.

De acuerdo con diferentes investigadores, es evidente que en los mercados europeos, japonés y norteamericano ha aumentado la demanda de alimentos funcionales. Según ellos, el incremento de la esperanza de vida, la creencia de que es posible influenciar la salud de uno mismo y el conocimiento de que es importante la prevención, son posiblemente los principales factores que influyen la demanda de este tipo de productos. Con base en esto, existe la intención de los gobiernos de algunos países de hacer de estos alimentos

funcionales una parte integral de la nutrición, en beneficio de la salud de los consumidores.

La leche y sus derivados contienen diversos componentes con actividad fisiológica. Algunos de estos componentes bioactivos están ya siendo utilizados en algunos productos comerciales, como por ejemplo: la peroxidasa en pasta dental para evitar la caries, la lactoferrina en formulas lácteas infantiles como antibacterial y la lactulosa como producto bifidogénico. Sin embargo, existen otros productos lácteos que podrían ser empleados como alimentos funcionales y que no están siendo utilizados por el momento.

### Definición y clasificación de alimentos funcionales

Aunque en casi todo el mundo es aceptado el beneficio que algunos alimentos o sus componentes proporcionan, aun no existe una definición legal para los Alimentos Funcionales, ni en los Estados Unidos ni en Europa (1,2). El termino Alimentos Funcionales fue originado en Japón en 1984 con la publicación de la reglamentación para "Alimentos para uso saludable específico" (FOSHU, por sus siglas en ingles)

(3); cuando el gobierno de aquel país motivó a sus investigadores a desarrollar alimentos con ingredientes, añadidos o no, que desempeñaran algunas propiedades específicas. Un alimento es llamado funcional cuando ha sido satisfactoriamente demostrado que afecta benéficamente alguna actividad o función fisiológica, pero que va más allá de un efecto nutricional (1,4,5).

De esta forma, se han desarrollado alimentos para dietas especiales, alimentos que estimulan alguna función en particular o que se emplean como tratamiento contra algunas enfermedades (6). Solamente en Japón ha sido aprobado un programa para evaluar las solicitudes que claman la funcionalidad de ciertos alimentos, siendo permitido que en su etiqueta se señale tal efecto benéfico (1,2).

Debido a la falta de definición legal y a la falta de evidencias científicas concluyentes, no se ha podido establecer, a excepción de Japón, reglamentaciones específicas para este tipo de alimentos. La FDA (Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos) ha aprobado recientemente algunas áreas de investigación relacionadas con la legislación de alimentos funcionales (1), por lo pronto muchos de estos alimentos están siendo comercializados como suplementos.

La Comisión del Codex Alimentarius, hasta finales de 1999, no había incluido ninguna legislación sobre el contenido de las etiquetas de los alimentos funcionales. Este Codex solo considera el término "Alimento para uso especial", el cual está definido como "cualquier alimento especialmente procesado o formulado para satisfacer un requerimiento dietario en particular, el cual existe debido a una condición física o fisiológica específica y/o a enfermedades o desordenes particulares y que es presentado para ese fin. La composición de estos productos alimenticios debe ser significativamente diferente de la que contienen los alimentos ordinarios de naturaleza similar, si es que existiesen tales (2).

La preocupación de los consumidores por su salud ha hecho crecer el mercado potencial de los alimentos funcionales. En el Reino Unido, Francia y Alemania y en los Estados Unidos, han reportado una tendencia similar (4,7). Es interesante destacar que la mayor parte de las principales preocupaciones de salud señaladas por los consumidores son enfermedades relacionadas con los alimentos y con la alimentación, y donde las principales preocupaciones de salud son: Enfermedades cardíacas, estrés, cáncer de estómago y/o colon, cáncer en general, migraña, alta presión arterial, obesidad, osteoporosis, colesterol elevado, diabetes y disminución de la memoria.

Lo anterior fortalece la necesidad de regularizar legalmente esta área de los alimentos funcionales, por lo que Berner y O'Donnell (1) han sugerido una clasificación de acuerdo a la función que realizan para convertirlos en funcionales (ya sea añadiendo algún ingrediente extra y/o realizando algún proceso tecnológico específico) de la manera

siguiente:

- *Adición de fitoquímicos*, constituyentes químicos de hierbas y plantas (8).
- *Adición de probióticos*, suplemento de microorganismos vivos que producen un efecto benéfico sobre la flora intestinal (2,9).
- *Adición de prebióticos*, sustancias fermentables que tienen un efecto benéfico sobre la flora intestinal (2,9).
- *Adición de péptidos o proteínas bioactivas*, compuestos que tienen diferentes actividades fisiológicas (10).
- *Adición de fibra dietética*, constituidas principalmente por celulosa, hemicelulosa y pectina de la pared celular (células de plantas) (11).
- *Adición de ácidos grasos Omega-3, poliinsaturados*, encontrados naturalmente en la dieta (12), que incluya pescado, algas marinas, algunas nueces, semillas de linaza y verdolagas (6).
- *Remoción de alérgenos*. Algunas personas necesitan evitar el consumo de algunos alimentos debido a que muestran alergia a uno o más de sus componentes.

Ciertos alimentos presentan una gran diversidad de funciones especiales. Algunas de estas funciones pueden dar origen a la reducción del riesgo o a la prevención y tratamiento de ciertas enfermedades (a estos componentes también se les conoce como Nutracéuticos), la mejoría de algunas funciones corporales, a su utilización como suplementos para dietas especiales. En la Tabla I se presentan ejemplos de alimentos o de sus componentes que las contienen.

Hoy en día los consumidores dan la impresión de conocer la positiva relación que existe entre alimentación y salud, ya que la demanda de alimentos funcionales alcanza 5% del mercado de los alimentos (4).

El futuro de los alimentos funcionales es fácilmente predecible pues la preocupación por la salud conlleva al aumento de la demanda de este tipo de productos por parte de los consumidores, lo cual obliga a acelerar una legislación en este ramo y, finalmente, al desarrollo de nuevos productos funcionales basado en efectos cuantificables sobre la salud de los consumidores, donde la prevención es un factor importante tanto por el bienestar que produce, como por el aspecto económico al evitar las costosas poblaciones enfermas (2).

#### **Alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche**

Una de las áreas de investigación más importantes dentro del mundo de los alimentos funcionales es la relacionada con la leche y los productos lácteos. De hecho, muchos productos lácteos tradicionales poseen actividad fisiológica (10). Esta característica de ir más allá del efecto nutricional ordinario, podría ser atribuida a una gran variedad de los constituyentes de la leche como algunas proteínas, lípidos,

TABLA 1  
Funcionalidad atribuida a algunos alimentos, o a sus componentes

	Reducción del riesgo de enfermedades cardíacas	Disminución del colesterol sanguíneo	Regulación/reducción de la presión sanguínea	Mejoramiento de la función gastrointestinal	Reducción del riesgo de cáncer de colon	Balace da la flora intestinal	Prevención de algunas enfermedades intestinales	Mejoramiento del sistema inmunológico	Mejoramiento de la biodisponibilidad de minerales	Reducción del riesgo de osteoporosis	Prevención de caries dental	Reducción del riesgo de enfermedades neurológicas	Reducción del riesgo de algunos tipos de cáncer	Antioxidantes	Dietas especiales	Antitumorales	Fuente de vitaminas	Crecimiento	Prevención de infecciones vaginales	Mejoramiento del crecimiento de probióticos
• Calcio (en Tortillas)								X	X	X								X		
• Casomorfina (en leche)			X																	
• Fibra dietética (granos enteros)	X	X		X	X	X								X	X					
• Bebidas refrescantes y jugos enriquecidos								X	X	X							X			
• Acido fólico (añadido a pan o leche)												X								
• Leche fortificada								X	X	X				X			X	X		
• Glicomacropéptido								X	X	X					X			X		
• Lactoferrina					X			X												
• Lactoperoxidasa					X							X								X
• Lactoal								X												X
• Productos bajos en colesterol	X	X																		
• Productos bajos en grasa	X	X										X								
• Productos bajos en sodio			X																	
• Oligosacáridos								X												X
• Acidos grasos omega-3 (en pescado)	X						X					X								
• Prebióticos																				X
• Probióticos (Algunas bacterias ácido-lacticas en yogur y queso)				X	X	X	X								X		X	X		
• Algunas frutas, verduras y granos	X	X		X	X	X								X	X		X			
• Algunos fitoquímicos	X		X									X	X				X			
• Algunos azucar-alcoholes										X										
• Avena entera	X	X		X	X	X								X	X					
• Yogurt con simbióticos (probióticos + prebióticos)				X																

(Según: 1,2,4, 9,10,13-15)

vitaminas y minerales, carbohidratos e incluso derivados de estos (16). Por otra parte, algunos subproductos de la leche han llegado a ser importantes fuentes de nutrimentos; por ejemplo, las proteínas del suero de quesería son bien conocidas por su alto valor nutricional, pero también por sus variadas propiedades funcionales que poseen al adicionarse como ingredientes a otros productos alimenticios (17).

Los conocimientos que se han originado a partir del fraccionamiento de los componentes de la leche han llegado a tener una gran importancia económica al proporcionar un valor agregado a los productos (15,18,19), por lo que para efecto de este estudio se clasificarán en seis grupos principales: Probióticos y prebióticos, proteínas y péptidos, lípidos, carbohidratos, minerales y otros.

### Probióticos y prebióticos

Como ha sido señalado anteriormente, un probiótico es un microorganismo vivo que proporciona efectos benéficos sobre la flora intestinal provocando un mejor balance microbiológico (2,9). Durante muchos años, una gran variedad de alimentos que contienen probióticos ha sido asociada con beneficios para la salud. El consumo de yogurt, por ejemplo, ha sido relacionado con la reducción de la incidencia de cáncer de colon en algunos grupos de población (20). Sherwood y Gorbach (21) reportaron algunos usos del *Lactobacillus GG*; estos usos incluyeron: adhesión a células intestinales, colonización del tracto intestinal humano, supresión de actividad enzimática bacteriana, producción de sustancias antimicrobióticas y de efecto benéfico en la salud humana. De esta manera, la mayor parte de los esfuerzos recientes de investigación en alimentos funcionales han sido concentrados en los probióticos para mejorar la salud y prevenir problemas intestinales (9). Al respecto, en la Tabla 2 se presentan algunos de ellos.

A pesar de todos los beneficios que los probióticos parecen ofrecer, existen algunos factores que deberían considerarse. Uno de esos elementos es la naturaleza heterogénea de los microorganismos que son considerados como probióticos. Múltiples especies de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Saccharomyces* e incluso sus mezclas, han sido evaluadas; sin embargo, cada estudio individual solo contribuye al entendimiento del probiótico específico que ha sido analizado. Además, es posible que el mecanismo que desencadena un buen estado de salud sea multifactorial, donde probablemente el efecto de los probióticos que contienen algunos lácteos, por ejemplo, sea el resultado de una respuesta combinada entre los microorganismos y los componentes del alimento (7, 34,36).

Un avance muy interesante se ha desarrollado en Japón para hacer más fluido el aspecto legal relacionado con la aprobación de los alimentos funcionales. Para fines de 1998, se habían registrados 148 productos FOSHU, de los cuales

44 correspondían a bacterias acidolácticas y a 45 oligosacáridos, estos últimos considerados como prebióticos (39).

Existen muchas patentes alrededor del mundo en el área de los probióticos en las que se solicita se reconozcan sus efectos benéficos. Esas patentes incluyen tanto a especies individuales de microorganismos como a algunas mezclas de ellos (22,40).

Las sustancias fermentables llamadas prebióticos tienen un efecto benéfico sobre la flora intestinal (2,9). Son ingredientes alimenticios no digeribles que proveen un efecto benéfico sobre los microorganismos anfitriones, provocando una estimulación selectiva de su crecimiento (41). La lactosa, es una fuente de prebióticos bien conocida; sin embargo, existen otras fuentes de prebióticos diferentes a los derivados de la leche. Realmente no importa la fuente de la cual provengan los prebióticos, estos siempre producen efectos benéficos sobre los probióticos; es decir, como mezcla simbiótica (42).

Por otro lado, algunos prebióticos tienen otras propiedades nutricionales, las cuales los hacen buenos candidatos para ser clasificados como ingredientes funcionales (5), pero esto está fuera del alcance de este trabajo. La Tabla 3 muestra algunos prebióticos presentes naturalmente en la leche humana y bovina.

Actualmente, el principal mercado de probióticos y prebióticos incluye a la leche y a los productos lácteos. Los probióticos y/o prebióticos son ya agregados a algunas leches, bebidas lácteas y leches fermentadas y están siendo vendidos exitosamente en muchas partes del mundo (2). De acuerdo con Young (42), las actividades del mercado europeo en materia de alimentos que contienen probióticos y/o prebióticos han sido básicamente enfocadas hacia tres propuestas de salud, denominadas: mejoramiento general del tracto digestivo, disminución del colesterol sanguíneo y mejoramiento de las defensas naturales del cuerpo. Adicionado a esto, existe gran entusiasmo por parte de los industriales para la producción de ingredientes funcionales como los probióticos, ya que le dan un valor agregado a los alimentos (19).

En Japón, 99 de los 148 productos FOSHU son probióticos o prebióticos. Canadá fue el primer país norteamericano en producir un yogurt probiótico (4) y en la actualidad es una industria en desarrollo. Aunque en 1995 los probióticos alcanzaron el 22% del mercado de los productos naturales en los Estados Unidos (47), las restricciones legales para su etiquetado en ese país no han permitido una mayor promoción de estos. La FDA y la Comisión Federal de Comercio (FTC) han requerido mayor evidencia científica que certifique las propiedades que sobre la salud son atribuidas a ciertos alimentos, incluyendo por supuesto a los que contienen probióticos. (1,47-49).

TABLA 2  
Algunos probióticos y sus efectos

Especie	Efectos reportados	Otra información
<i>Lactobacillus</i> <i>L. acidophilus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimulación del sistema inmunológico</li> <li>- Balance de la flora intestinal</li> <li>- Reducción de enzimas fecales</li> <li>- Antitumoral</li> <li>- Prevención de la "diarrea del viajero" (cuando se mezcla con <i>B. bifidum</i>)</li> <li>- Prevención de otros tipos de diarrea</li> <li>- Reducción del colesterol serológico</li> <li>- Coadyuvante de vacunas</li> <li>- Prevención de constipación</li> <li>- Prevención de la iniciación del cáncer</li> <li>- Prevención de cáncer de colon</li> <li>- Prevención de daño del hígado inducido por alcohol</li> <li>- Control de la inflamación intestinal y las reacciones de hipersensibilidad en infantes con alergias a alimentos.</li> </ul>	Actualmente usados en productos probióticos (Nestle, Suiza, por ejemplo). Los efectos pueden variar dependiendo en la especie.
<i>L. acidophilus</i> mezclado con <i>Bifidobacterium spp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoramiento de la inmunidad contra infecciones intestinales.</li> <li>- Prevención de enfermedades diarreicas</li> <li>- Prevención de cáncer de colon</li> <li>- Prevención de hipercolesterolemia</li> <li>- Mejoramiento de la utilización de la lactosa</li> <li>- Prevención de enfermedades del tracto gastrointestinal superior</li> <li>- Estabilización de la mucosa gastrointestinal</li> </ul>	El potencial terapéutico de estas bacterias en productos lácteos fermentados depende de su capacidad para sobrevivir durante su elaboración y almacenamiento.
<i>L. brevis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balance de la flora intestinal</li> </ul>	Actualmente usados en productos probióticos.
<i>L. casei</i> subespecie <i>rhamnosus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimulación del sistema inmunológico</li> <li>- Balance de la flora intestinal</li> <li>- Reducción de enzimas fecales</li> <li>- Antitumoral</li> <li>- Prevención de la diarrea del rotavirus</li> <li>- Prevención de la diarrea <i>C. difficile</i></li> <li>- Prevención y tratamiento de otras diarreas</li> <li>- Fortalecimiento de las defensas naturales</li> <li>- Prevención de caries dental</li> <li>- Prevención de la enfermedad de Crohn</li> </ul>	Actualmente usado en productos probióticos (Danone, Francia, por ejemplo). Algunos autores se refieren a este microorganismo como <i>L. casei</i> o <i>L. rhamnosus</i> . El <i>L. casei</i> Shirota es empleado en la elaboración de Yakult, y ha sido usado en el tratamiento de algunos tipo de cáncer. El <i>L. casei</i> Shirota tiene efectos similares a los reportados para <i>L. rhamnosus</i> .
<i>L. delbreuckii</i> subespecie <i>bulgaricus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimulación del sistema inmunológico</li> <li>- Reducción de enzimas fecales</li> <li>- Antitumoral</li> <li>- Prevención de la "diarrea del viajero"</li> </ul>	Actualmente usado en productos probióticos.(Meiji Milk Products, Japón, por ejemplo). Algunos autores se refieren a este microorganismo solo como <i>L. delbreuckii</i> o <i>L. bulgaricus</i> .
<i>L. fermentum</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balance de la flora intestinal</li> </ul>	Actualmente usados en productos probióticos (Urex Biotech, Canadá, por ejemplo)
<i>L. gasseri</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de las enzimas fecales</li> </ul>	Subespecie ADH

<i>L. helveticus</i>	- Antitumoral - <b>Reducción de colesterol</b> - Balance de la flora intestinal	Actualmente usados en productos probióticos
<i>L. johnsonii</i>	- Balance de la flora intestinal - Mejoramiento de sistema inmunológico - Tratamiento de la gastritis - Mejora la patogenicidad contra <i>E. Coli</i>	Actualmente usados en productos probióticos (Nestle, Suiza, por ejemplo)
<i>L. plantarum</i>	- Estimulación del sistema inmune - Antitumoral	Actualmente usados en productos probióticos (Probi, Suecia, por ejemplo)
<i>L. reuteri</i>	- Reducción del colesterol	Actualmente usados en productos probióticos (BioGaia, Estados Unidos, por ejemplo)
<i>L. salivarius</i>	- Reducción del colesterol (al mezclarse con <i>E. faecium</i> ) - Reducción del colesterol (al mezclarse con <i>L. acidophilus</i> ) - Reducción del colesterol (al mezclarse con <i>L. bulgaricus</i> y fructo-oligosacáridos) - Balance de la flora intestinal	Hasta 1998, las solicitudes que clamaban su funcionalidad solamente eran consideradas potenciales.
<b>Bifidobacterium</b>		
<i>B. bifidum</i>	- Balance de la flora intestinal - Antitumoral - Prevención de la diarrea del rotavirus - Prevención de otras diarreas	Actualmente usados en productos probióticos (Astro Dairy Products, Canadá, por ejemplo).
<i>B. longum</i>	- Antitumoral - Mejora la resistencia a las infecciones - Estimula la inmunidad	Actualmente usados en productos probióticos (Morianga Milk Industry, Japón, por ejemplo)
<i>B. infantis</i>	- Antitumoral	Actualmente usados en productos probióticos
<i>B. breve</i>	- Incremento de los niveles del anticuerpo Anti-B. Breve - Incremento de la producción de citokinas IFN- $\gamma$ (inducción viral)	Actualmente usados en productos probióticos
<i>B. adolescentis</i>	- Antitumoral	Actualmente usados en productos probióticos
<b>Otras especies</b>	- Prevención de la "diarrea del viajero"	Actualmente usados en productos probióticos
<i>Streptococcus salivarius subespecie thermophilus</i>		Algunos autores se refieren a este microorganismo como <i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>Lactococcus lactis subespecie lactis</i>	- Balance de la flora intestinal	Actualmente usados en productos probióticos
<i>Lactococcus lactis subespecie cremoris</i>	- Balance de la flora intestinal	Actualmente usados en productos probióticos
<i>Enterococcus faecium</i>	- Balance de la flora intestinal	Actualmente usados en productos probióticos
<i>Leuconostoc mesenteroides subespecie dextranum</i>	- Balance de la flora intestinal	Actualmente usados en productos probióticos
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	- Balance de la flora intestinal	Actualmente usados en productos probióticos
<i>Pediococcus acidilactici</i>	- Balance de la flora intestinal	Actualmente usados en productos probióticos
<i>Saccharomyces boulardii</i>	- Prevención de la "diarrea del viajero"	Actualmente usados en productos probióticos
<i>Saccharomyces bulgaricus</i>	- Prevención de la diarrea causada por <i>C. difficile</i>	Actualmente usados en productos probióticos
		Actualmente usados en productos probióticos
		Actualmente usados en productos probióticos
		Actualmente usados en productos probióticos (Biocodex, Estados Unidos, por ejemplo).

TABLA 3  
Algunos prebióticos derivados de la leche bovina y humana

Prebiótico	Fuente	Usos y/o propiedades
Galacto-oligosacaridos	Lactosa (usando $\beta$ -galactosidasa)	Formulas infantiles. Producción de Yakult. Formulas para bebes.
Lactulosa	Lactosa (por isomerización)	Bifidogénico Edulcorante bajo en calorías Medicamentos (control de la constipación y encefalopatía portosistémica). Bifidogénico
Lactitol	Lactosa	Formula infantil Goma de mascar Bifidogénico
Acido lactobiónico	Lactosa	Varios usos Bifidogénico
Lactosucrosa	Lactosa (por transfructosilación)	Bifidogénico
Pentasacárido fructosilado	Leche humana	Inhibición de <i>Streptococcus pneumoniae</i>
Oligosacáridos fructosilados	Leche humana	Inhibición de <i>Campylobacter jejuni</i> Inhibición de la enterotoxina de <i>Escherichia coli</i>

(Según: 13,41,43-46)

### Proteínas y péptidos

Existen múltiples funciones reconocidas atribuidas a las proteínas de leche. Sin embargo, mas allá de la función de proveer aminoácidos para el crecimiento y el desarrollo, las proteínas y los péptidos tienen también roles específicos (50). Generalmente se acepta que las proteínas de la leche no tienen otras funciones bioactivas mas que las ya conocidas (como el del incremento del crecimiento de bifidobacterias en el tracto gastrointestinal estimulado por la  $\kappa$ -caseína), siempre y cuando conserven su secuencia original de aminoácidos. No obstante, algunos péptidos bioactivos pueden ser liberados por proteólisis enzimática (microbiana o no) y/o química (51,52). Estos péptidos biológicamente activos son absorbidos intactos y desarrollan funciones de modulación de la digestión, apetito y metabolismo endocrino, además de otros procesos regulatorios al unirse a receptores específicos (52-54).

La leche es reconocida como una buena fuente de

moléculas regulatorias que son esenciales para el desarrollo de los mamíferos recién nacidos. La leche contiene factores de crecimiento (por ejemplo el GF-1 parecido a la insulina o el GF- $\alpha$  de transformación), hormonas (como la insulina, la prolactina y la hormona adrenocorticotrófica), inmunoglobulinas (por ejemplo, los péptidos parecidos a la bombesina y a la calcitonina) y otros péptidos con diferentes funciones biológicas (como la  $\beta$ -casomorfina) (13, 53,55-57). Existen muchas propuestas acerca de cómo clasificar a estos péptidos bioactivos. Por ejemplo, Meisel (52), propone una lista de seis tipos diferentes de funciones: a) agonista opioide, b) antagonista opioide, c) con actividad inhibitoria del ACE, d) con actividad inmunomodulatoria, e) con actividad antitrombótica y f) con actividad de absorción mineral.

De acuerdo con Schanbacher *et al.* (57), estos procesos funcionales pueden ser agrupados en cuatro grandes áreas: a) Desarrollo y funcionamiento gastrointestinal, b) Desarrollo infantil, c) Desarrollo y funcionamiento inmunológico, y d) Actividad microbiótica. Además, existen otras clasificaciones que podrían ser asignadas a los péptidos bioactivos. La Tabla 4, muestra una agrupación de algunas proteínas y péptidos bioactivos de acuerdo a sus compuestos precursores.

A pesar de que muchas proteínas lácteas provenientes de diferentes especies de mamíferos poseen una secuencia aminoacídica similar, e incluso algunas veces homóloga (71), esas pequeñas diferencias se manifiestan en propiedades muy variadas, influyendo el grado de fosforilación de cada una de ellas. Rasmussen *et al.* (72), por ejemplo, comparó los sitios de fosforilación en la caseína de la leche de vaca y de cabra encontrando que son similares, pero no idénticas.

Relacionado a esto, se ha indicado que algunas proteínas requieren de una apropiada glicosilación o fosforilación para poseer actividad fisiológica (73,74). Por otra parte, ciertos péptidos no se encuentran en todas las proteínas de las leches de los mamíferos. Elliot *et al.* (75) describió la posible relación entre la diabetes mellitus tipo I (insulino-dependiente) y la  $\beta$ -Casomorfina-7 de la leche de vaca; un péptido bioactivo que no tiene correspondiente en la leche humana ni en la leche caprina. La Tabla 5 muestra la secuencia aminoacídica de algunos péptidos bioactivos derivados de leche de vaca.

### Lípidos

Hace algunos años, la reputación nutricional de los lípidos, materia grasa derivada de la leche, era posiblemente una de las más deterioradas, no solo en cuanto a componentes de la leche se refiere, sino también en muchos otros alimentos. Algunas enfermedades cardiacas, el cáncer de colon y otras enfermedades, eran atribuidas a estos componentes. Sin embargo, diversas investigaciones han revelado funciones importantes de algunos lípidos contenidos en los alimentos

TABLA 4  
Algunas proteínas y péptidos bioactivos

Precursor	Proteína o péptido bioactivo	Usos y/o propiedades	Otra información	Fuente
Caseína	Casokininas (ACE-1)	Incrementa el flujo sanguíneo hacia el epitelio intestinal.		57
	Péptido Glutámico	Da mantenimiento al sistema inmunológico, regula el desdoblamiento proteico y el remplazo de glucógeno.	Actualmente producido industrialmente.	10
	Péptido FM	Inhibe el depósito de grasa dietética y altera el metabolismo de los lípidos.	Actualmente producido industrialmente.	10
$\alpha$ , $\beta$ -Caseína	Fosfopéptidos	Facilita la absorción de calcio, hierro y zinc.		59
	Casomorfinas	Agonistas opioides.		60
		Disminuye la movilidad gástrica, la tasa de digestión y la tasa del desalojo gástrico.		57
		Incrementa la respuesta inmune y la actividad fagocítica.		52
		Inhibición de la ACE		52
$\alpha_{S1}$ -Caseína	Inmunopéptidos	Inmunestimulantes.		52,60
	Caseinofosfopéptidos	Transportadores de minerales.	Actualmente producido industrialmente.	60
		Mejora la absorción de Ca y Fe		10
		Previene la caries dental.		61
		Mejora la biodisponibilidad de los minerales.		52
		Agonista opioide.	Fragmento 90-96	62
				63
$\alpha_{S2}$ -Caseína	$\alpha_{S1}$ -Caseína-Exorfina	Agonista opioide.		58
	$\alpha_{S1}$ -Casokinina-5	Actividad de inhibición de la ACE.	Fragmento 23-27	63
	$\alpha_{S1}$ -Casokinina-7	Actividad de inhibición de la ACE.	Fragmento 28-38	63
	$\alpha_{S1}$ -Casokinina-6	Inhibición de la ACE e inmunomodulador.	Fragmento 194-199	58,63
	$\alpha_1$ -Caseinofosfato	Absorción mineral.	Fragmento 43-58	63
	$\alpha_1$ -Caseinofosfato	Absorción mineral.	Fragmento 59-79	63
	Isracidin	Antimicrobial		52
	Casocidina	Antimicrobial		52,62
	$\beta$ -Caseína	Promotor de la inmunoglobulina		22
	$\beta$ -Casomorfin-5	Agonista opioide	Fragmento 60-64	63
$\beta$ -Caseína	$\beta$ -Casokinina-7	Actividad de inhibición de la ACE	Fragmento 177-183	58,63
	$\beta$ -Casokinina-10	Inhibición de la ACE e inmunomodulador.	Fragmento 193-202	63
	$\beta$ -Caseína (fragmento)	Inmunomodulador	Fragmento 191-193	63
	$\beta$ -Caseinofosfato	Absorción mineral	Fragmento 1-25	58,63
	$\kappa$ -Caseína	Incrementa el crecimiento de bifidobacterias en el tracto gastrointestinal (GI).		57
		Antagonistas opioides.		52,60
$\kappa$ -Caseína	Casoxinas	Antagonistas opioides.		52,60
	Casoxina A	Antagonista opioide.	Fragmento 35-42	63
	Casoxina B	Antagonista opioide.	Fragmento 58-61	63
	Casoxina C	Antagonista opioide.	Fragmento 25-34	63
	Glicomacropéptido	Funciones digestiva.	Fragmento 106-169	56
		Incrementa el crecimiento de bifidobacterias en el GI.		57
		Dieta especial para fenilcetonúricos.		61
		Prevención de caries dental y gingivitis.		22
		Prevención de la adhesión de <i>E. coli</i> a células.		64
		Inhibición de la transformación de linfocitos.		58
		Actúa contra algunos virus.		
		Prevención de algunas diarreas.		
		Actividad antitrombótica.	Fragmento 103-111	63
	Actividad antitrombótica.	Fragmento 113-116	63	
Proteínas del suero	Casoplatelinas	Antimicrobial		52
		Anti-carcinogénico, inmunestimulador, longevidad del organismo e hipocolesterolémico.		56
		<b>Reducción de la incidencia de cáncer de pecho</b>		65
		Opoide		17
$\alpha$ -Lactalbúmina	Proteosa-peptonas	Opoide		17
	$\alpha$ -Lactorfina	Anti-carcinogénico.		56
	$\alpha$ -Lactoalbúmina (fragmento)	Agonista opioide.	Fragmento 50-53	52, 56, 60
	Lactokininas	Inmunomodulador.	Fragmento 18-19	63
	Inhibición de la ACE			

β-Lactoglobulina	β-Lactorfina	Función digestiva.		52	
	β-Lactorfina	Agonista opioide e inhibidor ACE		56	
Sero-albúmina bovina	Lactokininas	Agonista opioide.	Fragmento 102-105	63	
	Serorfina	Inhibición de la ACE		52, 56, 60	
	Lactoferrina (Lf)	Agonista opioide.			52
		Anticáncer y promotor de inmunidad.	Fragmento 399-404		63
	Lactokininas	Inhibición de la ACE		13, 56	
	Lactoferricina	Péptidos de Lf N-terminales+	Antimicrobial.		52
			Transporte y regulación del hierro		56
			Inmunoestimulador	Empleado en formulas	10
			Anti-inflamatorio	infantiles, formulas para	17
			Crecimiento y proliferación celular	corderos y lechones.	13
Anticarcinogénico.			La actividad antimicrobiótica de	57	
Promotor de flora intestinal benéfica.			la Lactoferrina parece ser	22	
Inhibición de bacterias hierro-dependientes.			realizada por la formación de	64	
Disminución de ataques virales e infección celular.			péptidos debida a la acción de	52	
Incrementa la respuesta inmunológica hacia RBC ovino.			la pepsina (Lactoferrina B, por ejemplo).	66	
Incrementa el desarrollo de células T-ayudantes (CD4*).					
Incrementa la actividad de destrucción celular natural.					
Incrementa la destrucción celular activado por Linfokina.					
Disminuye el Factor-α de Necrosis Tumoral(TNF-α).					
Incrementa los Interleukines-6 (IL-6).					
Incrementa el crecimiento de bifidobacterias en el GI.					
Lactoferricina	Péptidos de Lf N-terminales+	Antagonista opioide.			
		Antimicrobial.		56	
Inmunoglobulinas	IgG, IgA	Incrementa la respuesta inmune-humoral.		57	
		Disminuye la respuesta inflamatoria a endotoxinas bacteriales.		52	
Inmunoglobulinas	IgG, IgA	Bactericida, eliminando enteropatógenos Gram +/-.			
Inmunoglobulinas	IgG, IgA	Inmunidad pasiva a enfermedades bacteriales y virales.		56	
		Anticáncer y promotor de inmunidad.		13	
		Anticuerpos contra diarrea y disturbios gastro-intestinales (rotavirus y enterotoxigénicos de <i>E coli</i> ).		57	
				22	
Lactoperoxidasa				64	
		Antibacterial			
		Anticaries.	Usada en pasta dental.	56	
		Promueve la flora intestinal benéfica y los efectos probióticos.		17	
Factores de crecimiento (GF)	GF-1 parecido a la insulina, GF-α de transformación, GF epidérmico, GF-β de transformación.			13	
				57	
				22	
				64	
Factores de crecimiento (GF)	GF-1 parecido a la insulina, GF-α de transformación, GF epidérmico, GF-β de transformación.	Antibacterial		56	
		Anticaries.	Usada en pasta dental.	17	
		Promueve la flora intestinal benéfica y los efectos probióticos.		13	
				10	
Factores de crecimiento (GF)	GF-1 parecido a la insulina, GF-α de transformación, GF epidérmico, GF-β de transformación.			22	
		Crecimiento y diferenciación celular, protección y reparación de células intestinales, y reparación de heridas.	Usado por en el organismo humano para el crecimiento celular de la piel y los pulmones. Mejora el desarrollo y la función hepática.	56	
		Estimula el crecimiento celular en mamíferos.		13	
				57	
Varias enzimas	Péptido de leche PTHrP	Indicadores de salud.		57	
		Incrementa del desarrollo lactotropico en la pituitaria del lactante.		17	
		Incrementa el metabolismo y la absorción del Calcio?		57	
		Incrementa del desarrollo neurológico?		57	
Péptido de leche	Péptido relacionado a la hormona de la paratiroides (PTHrP)	Incrementa el transito linfocitico y desarrolla el sistema inmunológico.		57	
		Incrementa el transito linfocitico y desarrolla el sistema inmunológico.		57	
		Motiva el crecimiento y diferenciación de células epiteliales.		70	
		Incrementa el transito timocitico y desarrolla el sistema inmunológico.		57	
Prosaposina	LI-1, LI-2, LI-6, LI-10, TNF-α, IFN-γ, TGF-α, TGF-β, PGE <sub>2</sub> , PGF <sub>11</sub> , Leucotrieno B <sub>4</sub>	Disminuye el ataque de bacterias y virus a células epiteliales infestinales (receptores señuelo).	Los oligosacáridos tienen la misma función, pero además aumentan el crecimiento de bifidobacterias en el tracto GI.	57	
		Disminuye la colonización bacterial y las infecciones virales.			
Citoquinas	Prolactina				
Glicolípidos	Glicolípidos				
Lisozima					
		Antimicrobial		22	

(7). La potencialidad del ácido linoleico en la inhibición de cáncer y aterosclerosis y el mejoramiento de las funciones inmunológicas, los efectos de atracción del ácido butírico para la eliminación de células cancerosas en el colon, y la función regulatoria celular de los fosfolípidos (en la membrana) son algunos de los nuevos descubrimientos sobre las funciones positivas de los lípidos de la leche (10).

La Tabla 6 muestra algunos ingredientes derivados de lípidos a los cuales se les ha atribuido alguna funcionalidad.

No es ninguna novedad que el consumo de leche descremada haya aumentado considerablemente en los años recientes dado la tendencia hacia los alimentos "Light". Consecuentemente, existe una cantidad cada vez mayor de crema, pero su consumo, al menos como mantequilla, ha disminuido. No obstante, está presente la oportunidad de aprovechar esta grasa porque algunos ingredientes funcionales derivados de ella podrían ser fraccionados y añadidos a otros alimentos o consumidos como fármacos (87,90).

A pesar de las aparentemente buenas características de algunos lípidos derivados de la leche, se deben desarrollar investigaciones con el objetivo de determinar la manera como los lípidos son afectados por otros componentes de la leche o por los probióticos añadidos a ella. Lin (91) ha reportado que algunos cultivos lácticos como *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, y algunos aditivos como sacarosa, lactosa, fructosa y cloruro de sodio afectan negativamente el contenido de ácido linoleico conjugado en leche descremada fermentada.

### Carbohidratos

Ya ha sido explicado anteriormente el uso de la lactosa como fuente de prebióticos. Sin embargo, existen otros oligosacáridos neutros presentes en la leche, pero debido a que son cantidades menores, no se encuentran aún disponibles comercialmente (13). Además, la lactosa también se asocia con una mejor absorción del calcio (22).

El ácido siálico es otro carbohidrato presente en la leche, que está siendo actualmente usado en Japón como ingrediente de fórmulas infantiles debido a que se piensa que mejora el crecimiento del cerebro, y de otras células de los mamíferos (13). Sánchez-Díaz (92) encontró que la leche entera de vaca contiene 23.3-26.6 mg de ácido siálico /100 ml, mientras que Nakano y Ozimek (64) han reportado 8.38mg/1000 ml, ligado a las proteínas de suero lo que demuestra lo necesario de profundizar y aumentar los trabajos de investigación al respecto.

### Minerales

La leche ha sido conocida desde hace mucho como una buena fuente de calcio. El desarrollo y bienestar óseo, que

previene la osteoporosis, son funciones inobjetables del calcio (64). Sin embargo, existen otros efectos importantes de este mineral. Jelen y Lutz (10) y Chandan (22) concuerdan que la regulación de la presión sanguínea, el control de la hipertensión, los posibles efectos anticarcinogénicos o el efecto anticaries sugerido por la liberación del calcio contenido en el queso sobre los fluidos orales, son acciones que podrían considerarse como funcionales.

### Otros

Las áreas relacionadas con la leche en las que en la actualidad se desarrollan muchas investigaciones sobre ingredientes y/o alimentos funcionales son las relacionadas con probióticos, prebióticos y proteínas y péptidos bioactivos, debido a la variedad y a la diversidad de sus funciones (10). Consecuentemente, las áreas dedicadas al estudio de lípidos, carbohidratos y minerales están aún menos desarrolladas. Por otro lado, existen otros campos de exploración como por ejemplo: la alteración y la variabilidad de la composición de la leche, en los que seguramente en el futuro cercano serán desarrolladas nuevas ideas y, con esto, aparecerán nuevas áreas del conocimiento.

Durante muchos años la modificación en la composición de la leche ha sido realizada con el objetivo de obtener mejores productos y/o características tecnológicas. En este sentido, el cambiar la dieta de los animales es en la actualidad una práctica común. No obstante, las posibilidades de estas modificaciones a la composición de la leche no han sido aún explotadas en su totalidad (93). Hoy en día, podemos observar que con las nuevas tecnologías genéticas ha sido posible, por ejemplo, obtener proteínas recombinadas, para ser empleadas en fármacos de interés (94) o bien para añadirse a la leche como nutracéuticos para procurar algún beneficio sobre la salud (95).

Algunas proteínas de la leche humana han sido ya clonadas o su secuencia ha sido determinada mediante el uso de microorganismos o de animales transgénicos (73,74). Ratones, conejos, borregos, cerdos y cabras han sido utilizados para producir proteínas recombinadas en grandes cantidades; sin embargo, ninguna de las proteínas producidas mediante estas técnicas ha alcanzado aún el mercado consumidor (94).

Modificar algunos componentes de la leche es relativamente simple, especialmente en lo que se refiere al perfil de ácidos grasos y al porcentaje de materia grasa. Pero no obstante que algunos componentes grasos han sido considerados como funcionales, su potencialidad práctica todavía permanece sin emplearse completamente (93).

TABLE 5  
Secuencias de algunos péptidos bioactivos derivados de proteínas de la leche de vaca

Secuencia de aminoácidos	Precursor	Función o característica	Otra información	Fuente
TTMPLW	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE Inmunomodulador Antihipertensivo	Fragmento 194-199 Nombre: $\alpha_{s1}$ -immunoCasokinina Tratamiento con tripsina y pepsina Tratamiento con tripsina	52,76,77 78 79 80
FFVAPEPEVFGK	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE Antihipertensivo	Fragmento 23-34 Nombre: $\alpha_{s1}$ -Casokinina Tratamiento con tripsina	79 52,76,77 79
FFVAP	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Fragmento 23-27 Nombre: $\alpha_{s1}$ -Casokinina Tratamiento con tripsina y peptidasa	79 52,76,77 80
PLW	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con tripsina y peptidasa Mediante síntesis	79 80
LW	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Mediante síntesis	80
VAP	$\alpha_{s1}$ -Caseína		Fragmento 25-27 Nombre: $\alpha_{s1}$ -Casokinina Mediante síntesis	79 52,76,77 80
FVAP	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Mediante síntesis	79 80
AYFYPE	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con peptidasa	79
	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteinasa de <i>L. helveticus</i>	80
YKVPQL	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con peptidasa	79
GTQYTDAPSFSDIPNPIGSENSEK	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteinasa de <i>L. helveticus</i>	80
TTMPLW	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Inhibidor de la ACE		63
YL	$\beta$ -Lactoglobulina	Inhibidor de la ACE	Fragmento 102-103 Nombre: Lactokinina Mediante síntesis	52,76,77
YLGYLE	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Opiode	Fragmento 91-96 Nombre: $\alpha$ -Caseína Exorfina	52,76,77
RYLGYLE	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Opiode	Tratamiento con Tripsina y pepsina	78
DIGS*ES*TEDQAMEDIM	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Absorción de Ca <sup>2+</sup>	Fragmento (43-58)2P Nombre: Caseinofosfopéptido Tratamiento con Tripsina	52,76,77
QMEAES*IS*S*S*EEIVPNS*VEQK	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Absorción de Ca <sup>2+</sup>	Fragmento (59-79)5P Nombre: Caseinofosfopéptido Tratamiento con Tripsina	52,76,77
YKVPQL	$\alpha_{s1}$ -Caseína	Antihipertensivo	Tratamiento con proteinasa	80
	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteinasa de <i>L. helveticus</i>	80
YP	$\alpha_{s1}$ , $\beta$ - y $\kappa$ -Caseína	Antihipertensivo	Mediante fermentación	80
PGPIPN	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Fragmento 63-68 Nombre: Casoxina C (inmuno péptido) Mediante síntesis	52,76,77
AVPYPQR	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE Antihipertensivo	Fragmento 177-183 Nombre: $\beta$ -Casokinina Tratamiento con Tripsina	79 52,76,77 78
			Tratamiento con Tripsina y pepsina Tratamiento con proteinasa de <i>L. helveticus</i>	80
YQQPVLGPVR	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE Inmunomodulador	Fragmento 193-202 Nombre: $\beta$ -Casokinina-10 Mediante síntesis	52,76,77 80
YQEPVLGPVR	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con Tripsina y pepsina	78
SKVLPVPQ	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con peptidasa	79
KVLPVPQ	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE Antihipertensivo	Tratamiento con peptidasa	79 80
KVLPVP	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE Antihipertensivo	Tratamiento con proteinasa de <i>L. helveticus</i> Tratamiento de enzimas digestivas	80
VPP	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE Antihipertensivo	Fragmento 84-86 Nombre: $\beta$ -Casokinina Mediante fermentación	79 52,76,77 80
	$\kappa$ -Caseína	Antihipertensivo	Tratamiento con proteinasa de <i>L. helveticus</i> Mediante fermentación	80 80

KYPVQPFTESQSLTL	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteínasa de <i>L. helveticus</i>	80
SVLSLSESKVLPVPE	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteínasa de <i>L. helveticus</i>	80
PPQSVLSLSESKVLPVPE	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteínasa de <i>L. helveticus</i>	80
RDMPIQAF	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteínasa de <i>L. helveticus</i>	80
YQQPVLGPVRGPFPIIV	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteínasa de <i>L. helveticus</i>	80
LPQNIPPLTQTPTVVPPFLQPEVMGVSK	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteínasa de <i>L. helveticus</i>	80
LLYQQPVLGPVRGPFPIIP	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteínasa de <i>L. helveticus</i>	80
DELQDKIHPFATQSLVYPPGPIHNS	$\beta$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Tratamiento con proteínasa de <i>L. helveticus</i>	80
YPPGPIPNLSL	$\beta$ -Caseína	Opioide	Fragmento 60-70	52,76,77
			Preparado de Rumen (intestinal)	
			Nombre: $\beta$ -Casomorfina-11	78
YPPGPI	$\beta$ -Caseína	Opioide	Tratamiento con Tripsina y pepsina	
		Inhibidor de la ACE	Fragmento 60-66	52,76,77
		Inmunomodulador	Nombre: $\beta$ -Casomorfina-7	
			Tratamiento con Tripsina	
LLY	$\beta$ -Caseína	Inmunomodulador	No tiene análogo en leche humana ni caprina	75
			Fragmento 191-199	52,76,77
			Nombre: Inmunopéptido	
			Mediante síntesis	
YPPG	$\beta$ -Caseína	Opioide	Fragmento 60-64	52,76,77
		Inhibidor de la ACE	Nombre: $\beta$ -Casomorfina-5	
			Tratamiento con triosina	
YPPF	$\beta$ -Caseína	Opioide	Tratamiento con Tripsina y pepsina	78
RELEELNVPGEIVES*LS*S*S*EESITR	$\beta$ -Caseína	Absorción de Ca <sup>2+</sup>	Fragmento (1-25)4P	52,76,77
			Nombre: Caseinofosfopéptido	
			Tratamiento con Tripsina	
IPP	$\beta$ - y $\kappa$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Fragmento 74-76	79
		Antihipertensivo	Nombre: $\beta$ -Casokinina	52,76,77
			Mediante fermentación	80
			Tratamiento con proteínasa de <i>L. helveticus</i>	
YIPIQYVLSR	$\kappa$ -Caseína	Antagonista Opioide	Fragmento 25-34	52,76,77
		Inhibidor de la ACE	Nombre: Casoxina C	
			Tratamiento con Tripsina	79
SRYPSY-OCH <sub>3</sub>	$\kappa$ -Caseína	Antagonista opioide	Fragmento 33-38	52,76,77
			Nombre: Casoxina 6	
			Tratamiento con pepsina	
MAIPPKKNQDK	$\kappa$ -Caseína	Antitrombótico	Fragmento 106-116	52,76,77
			Nombre: Casolatelina	
			Tratamiento con pepsina	
YG	$\kappa$ -Caseína	Inhibidor de la ACE	Fragmento 38-39	52,76,77
		Inmunomodulador	Mediante síntesis	81
	$\alpha$ -Lactoalbúmina		Fragmento 18-19	52,76,77
	$\alpha$ -Lactoalbúmina		Fragmento 50-51	52,76,77
YGG	$\alpha$ -Lactoalbúmina	Inmunomodulador	Fragmento 18-20	52,76,77
			Nombre: Inmunopéptido	81
			Mediante síntesis	
GLF	$\alpha$ -Lactoalbúmina	Immunostimulating	Tratamiento con Tripsina y pepsina	78
YGLF	$\alpha$ -Lactoalbúmina	Opioide	Fragmento 50-53	52,76,77
		Inhibidor de la ACE	Nombre: $\alpha$ -Lactorfina	78
			Tratamiento con Tripsina y pepsina	79
			Mediante síntesis	
			Fragmento 104-105	63
LF	$\beta$ -Lactoglobulina	Inhibidor de la ACE		
ALPMHIR	$\beta$ -Lactoglobulina	Inhibidor de la ACE	Fragmento 148-148	79
			Nombre: Lactokinina	
			Tratamiento con Tripsina	
YLLF	$\beta$ -Lactoglobulina	Opioide	Fragmento 102-105	52,76,77
		Inhibidor de la ACE	Nombre: $\beta$ -Lactorfina	79
			Mediante síntesis	
			Nombre: $\beta$ -Lactotensina	82
HIRL	$\beta$ -Lactoglobulina	Antagonista opioide	Tratamiento con Tripsina	79
ALKAWSVAR	Seroalbúmina	Inhibidor de la ACE		
YGFQNA	Seroalbúmina	Opioide	Fragmento 399-404	52,76,77
			Nombre: Serorfina	
			Tratamiento con pepsina	
FKCRRWQWRMKKLGAPSITCVRRAF	Lactoferrina	Antimicrobial	Fragmento 17-41	52,76,77
			Nombre: Lactoferricina	
			Tratamiento con Tripsina	

**TABLA 6**  
Algunos ingredientes funcionales derivados de los lípidos

Ingrediente funcional	Función u objetivo
Ácido gamma-amino butírico	- Antihipertensivo
Ácido butírico	- Eliminación de células cancerosas en el colon
Ácidos grasos Omega-3 (Solo el Acido linoleico y el Acido $\alpha$ -linoleico se encuentran en la leche de vaca)	- Previene enfermedades coronarias y paros cardiacos - Desarrollo de la retina y el cerebro en la primera infancia - *Prevención de desordenes autoinmunes - Prevención de la enfermedad de Crohn - Prevención de cáncer de pecho, colon y próstata - Regulación de la hipertensión - Prevención de artritis reumatoide - Ausencia en la dieta puede causar deficiencia neurológica y visual
Ácido linoleico conjugado	- Inhibición de cáncer - Inhibición de aterosclerosis - Mejoramiento del sistema inmunológico - Antimutagénico
Esfingolípidos de la membrana	- Relacionado con la regulación del comportamiento celular. - Control del cáncer de colon - Reducción del colesterol LDL (Lipoproteínas de baja densidad) - Aumento de las HDL (Lipoproteínas de alta densidad)
Productos metabólicos de triglicéridos y fosfolípidos	- Actividades antimicrobiana y antiviral
Ácidos grasos de cadena corta	- Prevención de colonización de patógenos enterogénicos
Fosfolípidos	- Efecto de protección contra ulceración gástrica
Fosfolípidos en suero de mantequilla	- Defensa contra listeria

(Adaptado de: 7,10,66,83-85,87-89)

### CONCLUSION

La leche y los productos lácteos como fuente de alimentos e ingredientes funcionales son ya una realidad y en muchos casos, hoy en día, lo está consumiendo una cantidad de población importante. Sin embargo, aún queda mucho camino para poder hacer conclusiones definitivas en este campo. Sobre todo por la necesidad e importancia del estudio del comportamiento de estos y otros compuestos bioactivos en la naturaleza del ser humano. Por otra parte, la mayoría de las investigaciones han sido realizadas en leche de vaca o humana, por lo que el aprovechamiento de la leche de otras especies como fuentes de ingredientes y alimentos funcionales todavía conserva un potencial que podría ser aprovechado.

La leche, los quesos y las leches fermentadas son ejemplos de alimentos que poseen una reconocida aceptación en casi todo el mundo, por lo que permiten ser un vehículo efectivo para la aplicación de ingredientes funcionales como prebióticos, probióticos y nutraceuticos. Incluso el suero de queso, ahora es reconocido como una excelente fuente de derivados funcionales.

### REFERENCIAS

- Berner LA, O'Donnell JA. Functional foods and health claims legislation: Applications to dairy foods. *Int Dairy J* 1998; 8(5/6):355-362.
- Roberfroid MB. Functional foods. *Danone World Newsletter* 1999;18:1-11.
- Molina EI. Nuevas tendencias en el desarrollo de nuevos productos, los alimentos funcionales. *Ind Alim* 2000; 22 (4):9-15.
- Hilliam M. The market for functional foods. *Int Dairy J* 1998;8(5/6):349-353.
- Roberfroid MB. Prebiotics and symbiotics: concepts and nutritional properties. *Br J Nutr* 1998; 80(Suppl 2):S197-S202.
- Verdalet GI. Alimentos funcionales para una alimentación adecuada. *La Ciencia y el Hombre* 2001;14(2):35-40.
- Sanders ME. Overview de functional foods: Emphasis on probiotic bacteria. *Int Dairy J* 1998a; 8(5/6):341-347.
- Rafter JJ. Scientific basis of biomarkers and benefits of functional foods for reduction of disease risk: cancer. *Br J Nutr* 2002; 88:S219-S224.
- Ziemmer CJ, Gibson GR. An overview de probiotics, prebiotics and symbiotics in the functional food concept: Perspectives and future strategies. *Int Dairy J* 1998; 8(5/6):473-479.
- Jelen P, Lutz S. Functional foods, *Biochemical y Processing aspects*. Lancaster, Basel: Technomic Publishing CO., Inc. 1998:357-380.
- Fennema O. Carbohydrates, En: *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker, Inc. 1985:73.
- Lees RS. Effects de dietary fat on human health. Omega-3 fatty acids in health and disease. New York: Marcel Dekker, Inc. 1990:1-38.
- Horton B. Commercial utilization de minor milk components in the health and food industries. *J Dairy Sci* 1995;78:2584-2589.
- Jones PJ. Clinical nutrition: 7. Functional foods - more than just nutrition. *Can Med Assoc J* 2002;166:1555-1563.
- Korhonen H. Technology options for new nutritional concepts. *Int J Dairy Tech* 2002; 55:79-88.
- Steijns JM. Milk ingredients as nutraceuticals. *Int J Dairy Tech* 2001; 54:81-88.
- Wit JN. Nutritional and functional characteristics de sueroproteins in food products. *J Dairy Sci* 1998;81:597-608.
- Paquin P. The key to added value: Fractionation and use de milk constituents. *Can J Anim Sci* 1998;78(Suppl):149-157.
- Stanton C, Coakley M, Murphy JJ, Fitzgerald GF, Devery R, Ross RP. Development of dairy-based functional foods. *Sci des Alim* 2002;22:439-447.

20. Ganjam LS, Thornton WH Jr, Marshall RT, Macdonald RS. Antiproliferative effects de yogurt fractions obtained by membrane dialysis on cultured mammalian intestinal cells. *J Dairy Sci* 1997;80:2325-2329.
21. Sherwood L, Gorbach M.D. Probiotics and gastrointestinal health. *Am J Gastroenterol* 2000; 95(Suppl):S2-S4.
22. Chandan RC. Enhancing market value de milk by adding cultures. *J Dairy Sci* 1999; 82:2245-2256.
23. Charteris W, Kelly PM, Morelli L, Collins JK. Ingredient selection criteria for probiotic microorganisms in functional dairy foods. *Int Dairy J* 1998;51(4):123-136.
24. Collins JK, Thornton G, Sullivan GO. Selection de probiotic strains for human applications. *Int Dairy J* 1998; 8(5/6):487-490.
25. Gill H.S. Stimulation de the Immune System by Lactic Cultures. *Int Dairy J* 1998; 8(5/6):535-544.
26. Gil A, Rueda, R. Interaction of early diet and the development of the immune system. *Nutr Res Rev* 2002; 15:263-292.
27. Goldin BR. Health benefits de probiotics. *Br J Nutr* 1998;80(Suppl 2):S203-S207.
28. Hosono A, Otani H, Yasui H, Watanuki M. Impact of fermented milk on human health: cholesterol-lowering and immunomodulatory properties of fermented milk. *Anim Sci J* 2002; 73:241-256.
29. Isolauri E. Probiotics in the prevention and treatment of allergic disease. *Ped Allerg Immunol* 2001;12:56-59.
30. Kailasapathy K, Chin J. Survival and therapeutic potential de probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. *Immunol Cell Biol* 2000;78:80-88.
31. Kopp-Hoolihan L. Prophylactic and therapeutic uses of probiotics: A review. *J Am Diet Ass* 2001; 101:229-241.
32. Laiho K, Hoppu U, Ouwehand AC, Salminen S, Isolauri E. Probiotics: on-going research on atopic individuals. *Br J Nutr* 2002; 88:S19-S27.
33. Laiho K, Ouwehand A, Salminen S, Isolauri E. Inventing probiotic functional foods for patients with allergic disease. *Ann Allerg Ast Immunol* 2002;89:75-82.
34. Pessi T, Sutas Y, Marttinen A, Isolauri E. Probiotics reinforce mucosal degradation of antigens in rats: Implications for therapeutic use of probiotics. *J Nutr* 1998; 28:2313-2318.
35. Ross RP, Fitzgerald G, Collins K, Stanton C. Cheese delivering biocultures - probiotic cheese. *Aust J Dairy Tech* 2002;57:71-78.
36. Sanders ME, in't Veld JH. Bringing a probiotic-containing functional food in the market: microbiological, product, regulatory and labeling issues. *Antonie Van Leeuwenhoek* 1999; 76:293-315.
37. Vaughan EE, Mollet B. Probiotics in the new millennium. *Nahrung* 1999;43:148-153.
38. Zubillaga M, Weill R, Postaire E, Goldman C, Caro R, Boccio J. Effect of probiotics and functional foods and their use in different diseases. *Nutr Res* 2001;21:569-579.
39. Danone World Newsletter 2000. En:<http://www.danonenewsletter.fr/eng/news-18/figure2.html>.
40. IBM Patents 2000. En: <http://patent.womplex.ibm.com/>
41. Crittenden RG, Playne MJ. Production, properties and applications de food-grade oligosaccharides. *Trends Food Sci Tech* 1996;7:353-361.
42. Young J. European market developments in prebiotic- and probiotic-containing foodstuffs. *Bri J Nutr* 1998;80(Suppl 2):S231-S233.
43. Akulova A V. Lactulose in functional food products. *Pishchevaya Promyshlennost'* 2001;8, 54:54.
44. Merio B. A source of prebiotic carbohydrates. *Latte* 2002;27:78-81.
45. Newburg DS. Do the binding properties of oligosaccharides in milk protect human infants from gastrointestinal bacteria?. *J Nut* 1997;127(Suppl):980S-984S.
46. Playne MJ Glycoscience: oligosaccharides as drugs, functional foods, and receptors in the gut. *Aust Biotech* 2002;12:35-37.
47. Sanders ME. Development de consumer probiotics for the US market. *Br J Nutr* 1998b;80(Suppl 2):S213-S218.
48. FDA 2000. En: <http://www.fda.gov/>
49. FTC 2000. En: <http://www.ftc.gov/>
50. Tome D, Debabbi H. Physiological effects de milk protein components. *Int Dairy J* 1998;8(5/6):383-392.
51. Flambard B. Role of bacterial cell wall proteinase in antihypertension. *Sci des Alim* 2002;22:209-222.
52. Meisel H, Bockemann W. Bioactive peptides encrypted in milk proteins: proteolytic activation and thropho-functional properties. *Antonie Van Leeuwenhoek* 1999;76:207-215.
53. Froeschel MA. Bioactive peptides in digesta that regulate gastrointestinal function and intake. *J Anim Sci* 1996;74:2500-2508.
54. Hilton CW, Prasad C, Vo P, Mouton C. Food contains the bioactive peptide, cyclo(His-Pro). *J Clin Endocrinol Metab* 1992;75(2):375-378.
55. Koldovsky O. Search for role of milk-borne biologically active peptides for the suckling. *J Nutr* 1989;119:1543-1551.
56. McIntosh GH, Royle PJ, Le Leu RK, Regester GO, Johnson MA, Grinstead RL et al. Seroproteins as functional food ingredients? *Int Dairy J* 1998; 8(5/6):425-434.
57. Schanbacher FL, Talhouk R, Murray FA, Gherman LJ, Willett LB. Milk-borne bioactive peptides. *Int Dairy J* 1998;8(5/6):393-403.
58. Xu RJ. Bioactive peptides in milk and their biological and health implications. *Food Rev Int* 1998;14:1-16.
59. Hartmann R, Meisel H. Cytochemical assessment of phosphopeptides derived from casein as potential ingredients for functional food. *Nahrung* 2002;46:427-431.
60. Rudldef S, Kunz C. Protein and nonprotein nitrogen components in human milk, bovine milk, and infant formula: Quantitative and qualitative aspects in infant nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1997;24:328-344.
61. Nakano T, Ozimek L. Purification de glycomacropetide from non-dialyzable fraction de sweet sueroby anion-exchange chromatography. *Biotech Tech* 1999;13:739-742.
62. Meisel H, Bernard H, Fairweather-Tait S, FitzGerald RJ, Hartmann R, Lane CN, McDonagh D, Teucher B, Wal JM. Detection of caseinophosphopeptides in the distal ileostomy fluid of human subjects. *Br J Nutr* 2003;89:351-358.

63. Meisel H, Klaenhammer TR, Connolly JF, FitzGerald RJ, Stanton C, Ross RP. Overview on milk protein-derived peptides. *Int Dairy J* 1998;8(5/6):363-373.
64. Huffman LM, Harper WJ. Maximizing the value de milk through separation technologies. *J Dairy Sc* 1999;82:2238-2244.
65. Badger TM, Ronis MJ, Hakkak R. Developmental effects and health aspects of soy protein isolate, casein, and whey in male and female rats. *Int J Toxicol* 2001;20:165-174.
66. van Hooijdonk ACM, Kussendrager KD, Steijns M. In vivo antimicrobial and antiviral activity of components in bovine milk and calostrum involved in non-specific defence. *Br J Nutr* 2000;84:S127-S134.
67. Korhonen H, Pihlanto-Leppala A. Formation of bioactive peptides from milk proteins through fermentation by dairy starters. *Bio Comp Foods* 2002; 816:173-186.
68. Korhonen H, Marnila P, Gill HS. Milk immunoglobulins and complement factors. *Br J Nutr* 2000;84:S75-S80.
69. Korhonen H, Marnila P, Gill HS. Bovine milk antibodies for health. *Br J Nutr* 2002; 84:S135-S146.
70. Donnet-Hughes A, Duc N, Serrant P, Vidal K, Schiffrin EJ. Bioactive molecules in milk and their role in health and disease: The role de transforming growth factor- $\beta$ . *Immunol Cell Biol* 2000;78:74-79.
71. Jenness R. Inter-species comparison de milk proteins. Developments in dairy chemistry-1. Proteins. New York: Elsevier Applied Science Publishers. 1986:87-114.
72. Rasmussen LK, Sorensen ES, Petersen TE, Nielsen NC, Thomsen JK. Characterization of phosphate sites in native ovine, caprine, and bovine Caseina micelles and their Caseinaomacropetides: A solid-state phosphorous-31 nuclear magnetic resonance and sequence and mass spectrometric study. *J Dairy Sci* 1997;80:607-614.
73. Koletzko B, Aggett PJ, Bindels JG, Bung P, Ferre P, Gil A et al. Growth, development and differentiation: a functional food science approach. *Br J Nutr* 1998;80(Suppl):S5-S45.
74. Lonnerdal B. Recombinant human milk proteins – an opportunity and a challenge. *Am J Clin Nutr* 1996;63(Suppl):622S-6226S.
75. Elliot RB, Harris DP, Hill JP, Bibby NJ, Wasmuth HE. *Diabetología* 2000;42:292-296.
76. FitzGerald RJ, Meisel H. Milk protein-derived peptide inhibitors of angiotensin-I-converting enzyme. *Bri J Nutr* 2000;84:S33-S37.
77. Meisel H. Bioactive peptides from milk proteins: a perspective for consumers and producers. *Aust J Dairy Tech* 2001;56:83-92.
78. Rokka T, Syvaaja EL, Tuominen J, Coronen H. Release of bioactive peptides by enzymatic proteolysis of lactobacillus GG fermented UHT milk. *Milchwissenschaft* 1997;52(12):675-678.
79. Takano T. Milk derived peptides and hypertension reduction. *Int Dairy J* 1998;8(5/6):375-381.
80. Yamamoto N, Takano T. Antihypertensivo peptides derived from milk proteins. *Nahrung* 1999; 43:159-164.
81. Kayser H, Meisel H. Stimulation peripheral blood lymphocytes by bioactive peptides derived from bovine milk proteins. *FEBS Lett* 1996;383:18-20.
82. Pihlanto-Leppala A, Paakkari I, Rinta-Koski M, Antila P. Bioactive peptide derived from in vitro proteolysis de bovine  $\beta$ -Lactoglobulina and its effect on smooth muscle. *J Dairy Res* 1997;64:149-155.
83. Baro L, Fonolla J, Pena JL, Martinez-Ferez A, Lucena A, Jimenez J, Boza JJ, Lopez-Huertas E. n-3 fatty acids plus oleic acid and vitamin supplemented milk consumption reduces total and LDL cholesterol, homocysteine and levels of endothelial adhesion molecules in healthy humans. *Clin Nutr* 2003;22:175-182.
84. Connor WE. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(Suppl):171S-175S.
85. Cook ME, Pariza M. The role of conjugated linoleic acid (CLA) in health. *Int Dairy J* 1998; 8(5/6):459-462.
86. Gibson RA, Makrides M. n-3 Polyunsaturated fatty acid requirements of term infants. *Am J Clin Nutr* 2000;71:251S-255S.
87. Sanders TAB, Connor WE, Bendich A. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europe. *Am J Clin Nutr* 2000;71(Suppl):176S-178S.
88. Vesper H, Schmelz EM, Nikolova-Karakashian MN, Dillehay DL, Lynch DV, Merrill AH. Sphingolipids in food and the emerging importance de sphingolipids to nutrition. *J Nutr* 1999; 129:1239-1250.
89. Xiang M, Alfvén G, Blennow M, Trygg M, Zetterstrom. Long-chain polyunsaturated fatty acids in human milk and brain growth during early infancy. *Act Paediatric* 2000;89:142-147.
90. Kris-Etherton PM, Taylor DS, Yu-Poth S, Hunth P, Moriarty K, Fishell V, et al. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *Am J Clin Nutr* 2000;71(Suppl):178S-188S.
91. Lin TY. Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and additives. *Food Chem* 2000;69:27-31.
92. SanchezDiaz A, Ruano MJ, Lorente S, Hueso P. A critical analysis of total sialic acid and sialoglyconjugate contents of bovine milk-based infant formulas. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1997;24:(4)405-410.
93. Kennelly JJ, Glimm DR. The biological potential to alter the composition of milk. *Can J Anim Sci* 1998;78(Suppl):23S-56S.
94. Houdebine LM. The production of pharmaceutical proteins from milk transgenic animals. *Reprod Nutr Dev* 1995;35:609-617.
95. Wall RJ, Kerr DE, Bondioli KR. Transgenic dairy cattle: Genetic engineering on a large scale. *J Dairy Sc* 1996;80:2213-2224.

Recibido: 08-07-2002

Aceptado: 28-07-2003

## Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales

*Marbelly A. Davila, Elba Sangronis, Marisela Granito*

Universidad Simón Bolívar, Laboratorio de Análisis de Alimentos. Caracas-Venezuela

**RESUMEN.** Estudios epidemiológicos presentan una positiva asociación entre la prevención de ciertas enfermedades y la ingesta diaria de compuestos presentes en frutas, granos, leguminosas, aceite de pescado entre otros. Un alimento que provee un beneficio adicional al aporte de nutrientes se le denomina alimento funcional. Las leguminosas contienen además de sus variados nutrientes, compuestos tales como polifenoles, fibra soluble,  $\alpha$ -galactósidos y las isoflavonas que le confiere propiedades de alimentos funcional. Sin embargo, el consumo de las leguminosas se ve limitado por la flatulencia que produce a ciertos consumidores, por los largos períodos de cocción que requieren, o por la presencia de factores antinutricionales, entre otras razones. En esta revisión se presentan los procesos de germinación y fermentación como alternativas para disminuir o inactivar factores antinutricionales, preservar e incluso aumentar el contenido de las isoflavonas y mejorar así el potencial de las leguminosas como alimentos o como ingredientes de alimentos funcionales.

**Palabras clave:** Leguminosas, alimentos funcionales, germinación, fermentación, isoflavonas.

**SUMMARY.** *Germinated or fermented legumes: food or ingredients of functional food.* Epidemiological research has shown a positive association between certain diseases and dietary intake of food components found in fruits, grains, legumes, fish oil among others. Food that may provide a health benefit beyond the traditional nutrients that it contains, are named functional food. In addition to the varied nutrients, legumes contain compounds such as polyphenols, soluble fiber,  $\alpha$ -galactosides and isoflavones which confer properties of functional foods. Due to the cause of flatulence production in some people, long cooking periods, or anti-nutritional factors, legume consumption levels are limited. In this review, germination and fermentation processes will be presented as alternatives that are able to reduce or inactivate anti-nutritional factors, preserve and even improve the content of the isoflavones, or better the potential of the legumes as functional food or as ingredients for the formulation of functional foods.

**Key words:** Legumes, functional foods, germination, fermentation, isoflavones.

### INTRODUCCION

Son varios los motivos que han impulsado el estudio de los efectos de la dieta sobre la salud del ser humano. Se sabe que enfermedades tales como ciertos tipos de cáncer, aterosclerosis y osteoporosis, entre otras, afectan amplios sectores de las poblaciones y están relacionadas con el exceso y/o con la falta de consumo de ciertos alimentos. Adicionalmente, la necesidad de mantener una buena calidad de vida nos lleva a tratar de conservar la salud a través de una dieta balanceada. Se trata entonces, de consumir alimentos que proporcionen todos los nutrientes, y que además aporten fitoquímicos que se han asociado a la prevención de ciertas patologías. Los alimentos que cumplen con estas características se les conoce como alimentos funcionales (1).

El Institute of Medicine/National Academy of Sciences (IOM/NAS) (2) ha definido a los alimentos funcionales como "cualquier alimento o componente de un alimento que proporcione un beneficio más allá del de sus nutrientes". Es importante recalcar que a pesar del gran interés mundial por

los alimentos funcionales a nivel mundial, todavía no se tienen regulaciones, sólo Japón ha dado los primeros pasos al respecto (1).

Generalmente los alimentos funcionales se consumen en raciones normales en la dieta diaria y pueden ser de origen completamente natural o aquellos a los cuales se les han agregado ingredientes que inducen los efectos benéficos o que el tratamiento tecnológico aplicado les aumenta la biodisponibilidad de sus constituyentes. Los alimentos funcionales pueden ser de origen animal, como lo son los pescados, que contienen ácidos grasos  $\omega$ -3, y de origen vegetal como el tomate el cual posee licopeno, o las leguminosas por su contenido de isoflavonas, entre otros fitoquímicos (3).

El objetivo de esta revisión es presentar las investigaciones recientes que demuestran el potencial de las leguminosas como alimentos funcionales, considerando su contenido de nutrientes, minerales, vitaminas del grupo B, proteínas, fibra dietética y de compuestos fitoquímicos como las isoflavonas entre otros, y de cómo procesos no tradicionales como la fermentación o la germinación puede potenciar sus

propiedades de alimentos funcional o como ingrediente de dichos alimentos funcionales.

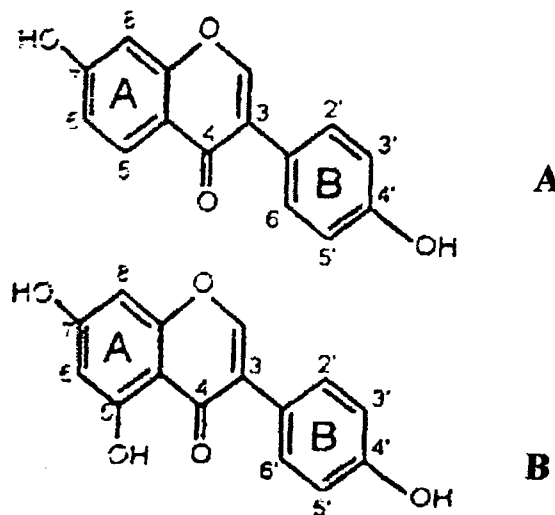
### Leguminosas como alimentos funcionales

Las leguminosas por su relativo bajo costo son alimentos importantes, particularmente en países en vías de desarrollo o subdesarrollados, donde ellas representan una importante fuente proteica. En varios pueblos de Sur América el consumo promedio de leguminosas es aproximadamente 25g/persona/día, lo que representa entre 10% y 15% de las proteínas de la dieta (4). Adicionalmente, las leguminosas aportan carbohidratos complejos, especialmente almidón, también fibra, vitaminas pertenecientes al grupo B, minerales, como potasio, fósforo, magnesio, zinc y en especial hierro y calcio. Recientemente, el interés del estudio de las leguminosas ha aumentado debido a su contenido en fitoquímicos, los cuales son metabolitos secundarios biológicamente activos sintetizados por las plantas (5). Ejemplos de fitoquímicos son los fitoesteroles, compuestos con capacidad para modular el desarrollo de ciertos tipos de cáncer y evitar la absorción de colesterol (6,7). Los fitoesteroles comprenden compuestos fenólicos tales como los flavonoides, a los cuales se le atribuyen propiedades antioxidantes y como fitoestrógenos (8,9). Su relación con la disminución del riesgo de desarrollar ciertas enfermedades tales como cáncer pancreático, cáncer de seno (10) y de colon (11), enfermedades coronarias e inflamaciones (12), se ha relacionado en gran parte, con la actividad antioxidante atribuida a los compuestos fenólicos presente. Ellos estabilizan los radicales libres (13-15). Otros tipos de compuestos fenólicos son las llamadas isoflavonas, los más importantes flavonoides presentes en leguminosas (12). La isoflavonas son fitoestrógenos ya que pueden actuar como los estrógenos y reducir las molestas manifestaciones típicas de la menopausia, y particularmente los llamados golpes de calor o calorones (10). Sin embargo, su uso debe ser controlado, pues su respuesta como fitoestrógenos depende de la dosis ingerida (16). Las isoflavonas están presentes solo en alimentos de origen vegetal, siendo las leguminosas, en especial la soya (*Glycine max*) y en menor grado el frijol (*Phaseolus vulgaris*) fuentes de isoflavonas (17). El carácter de alimentos funcionales de las leguminosas esta fuertemente marcado por la presencia de este fitoquímico.

En su estructura general, las isoflavonas presentan dos anillos bencénicos (identificados como anillos A y B) con grupos hidroxilos, cuyo número y ubicación varía. El anillo A está unido, en forma condensado, con un pirano (Figura 1). El anillo B se une al de pirano en posición 3, unión que define al compuesto como isoflavona. Son cuatro las principales isoflavonas: genistin daidzin, genisteina y daidzeina. Las dos últimas son las que están presentes en las leguminosas, especialmente en soya (*Glycine max*) y sus derivados y en *Phaseolus vulgaris* (9,10).

FIGURA 1

Estructura química de las isoflavonas comúnmente presentes en leguminosas: daidzeína (A) y genisteína (B)



En poblaciones que tienen alto consumo de alimentos que contienen isoflavonas, se ha detectado una baja incidencia de cáncer atribuidas también a las isoflavonas, por su actividad antiproliferativa y antiangiogénica (18). Los beneficios atribuidos a la isoflavonas pueden igualmente ser proporcionados por una ingesta apropiada de leguminosas como parte de una dieta balanceada. Sin embargo, se requieren mayores estudios epidemiológicos para aclarar los mecanismos celulares de acción de las isoflavonas y su incidencia en la prevención de enfermedades. Todas estas acciones beneficiosas atribuidas a los compuestos fenólicos acentúan la importancia de las leguminosas como potenciales alimentos funcionales.

Aparte de las ventajas que tienen las leguminosas como alimentos funcionales, no se puede perder de vista el hecho de que su consumo y por consiguiente su aprovechamiento se ve limitado por ciertos factores tales como los prolongados tiempos de preparación requeridos (23) y por los malestares gastrointestinales que ciertas personas sufren cuando las consumen. Estos últimos se atribuyen a la falta de enzimas requeridas para digerir los oligosacáridos, lo que provoca que cuando llegan al intestino grueso son hidrolizados por enzimas bacterianas produciendo dióxido de carbono, hidrógeno y otros gases (19,20).

El completo aprovechamiento de las leguminosas también es afectado por la presencia de ciertos factores antinutricionales tales como los inhibidores de proteasas, lectinas, fitatos, ciertos compuestos fenólicos (21,22), los cuales disminuyen la utilización de proteínas, aminoácidos, carbohidratos, vitaminas y minerales. La inactivación o la eliminación de éstos factores se hace necesaria para

incrementar su calidad y potencialidad como alimentos funcionales. Afortunadamente, los tratamientos térmicos usuales a los cuales que son sometidas las leguminosas para ablandar su textura y poder así ser consumidas, también eliminan o disminuyen los factores antinutricionales e incrementan su valor nutricional, digestibilidad de proteínas y de almidones (17,23).

Métodos menos convencionales como la germinación o fermentación de las semillas de leguminosas, practicada desde tiempos muy antiguos en países orientales, son procesos que han demostrado su capacidad de reducir los factores antinutricionales y aumentar los niveles fitoquímicos presente en las leguminosas (24,25).

### Leguminosas germinadas

La germinación es un tratamiento sencillo y económico, que da como resultado un producto natural, permite eliminar o inactivar ciertos factores antinutricionales y aumenta la digestibilidad de proteínas y almidones en leguminosas. De esa manera, la germinación de leguminosas puede mejorar sus propiedades de alimentos funcionales. Se ha demostrado que el uso de un solo tipo de tratamiento no es suficiente para lograr la inactivación o remoción completa de los factores antinutricionales en leguminosas (25) por lo que se recomienda el empleo de 2 ó más métodos, por ejemplo germinación y cocción (25,26) previo remojo (27).

Durante la germinación se producen diferentes cambios en la distribución de metabolitos secundarios, movilización de las proteínas de reserva que están almacenadas en los cuerpos proteicos de los cotiledones y cambios en la composición de aminoácidos soluble (24). El tiempo y las condiciones de la germinación tales como luz y temperatura son factores determinantes en el desarrollo del olor y sabor en las semillas germinadas (28) y en el contenido de humedad de la semilla germinada. A su vez, la humedad determina cambios físicos y químicos tales como la composición de los carbohidratos solubles (29), cantidad de fitatos y alcaloides (21,25) y niveles de vitamina C (21,30), cambios estos que modifican el valor nutritivo y por consiguiente el carácter de alimento funcional de las leguminosas.

Según Vidal-Valverde y col. (25) la germinación de dos variables de lentejas (*Lens culinaris* var. *vulgaris* y *Lens culinaris* var. *Variabilis*) causa un aumento en el contenido de taninos (de 152% y 162%, respectivamente) y de catequina (200%, en ambas variedades de leguminosas). Sin embargo, la relación taninos/catequinas es menor en las semillas germinadas (en ambas variedades de leguminosas), lo cual se puede explicar por menor condensación de los compuestos fenólicos debido al proceso germinativo, y como consecuencia de esos cambios se observó un incremento en la calidad proteica de las dos variedades de *Lens culinaris* estudiadas.

Las leguminosas contienen inhibidores de enzimas

digestivas, lo cual implica una menor disponibilidad de los aminoácidos y un detrimento en el valor nutricional en las semillas crudas o sin procesamiento térmico apropiado. Se han realizado estudios para determinar el efecto de los tiempos de germinación sobre estos inhibidores de tripsina, un tipo de inhibidor que puede resistir a ciertos tratamientos térmicos. Se han determinado reducciones de hasta un 63%, pero lo que si es concluyente es que depende del tiempo de germinación y de la leguminosa (Tabla 1). Vidal-Valverde y col. (25) determinaron una reducción en la actividad de los inhibidores de tripsina de 23% y 28% después de 6 días de germinación de dos variedades de *Lens culinaris* con respecto a las semillas no germinadas. La actividad de los inhibidores de tripsina en *Phaseolus vulgaris* y en *Glycine max* se redujo un 20% y 25%, respectivamente después de 2 días de germinación (31). La actividad remanente de los inhibidores de tripsina en las semillas germinadas puede ser reducida hasta en su totalidad usando como método complementario la cocción (21,26,32).

TABLA 1  
Reducción de los inhibidores de tripsina (IT) en función del tiempo de germinación

Muestra	Reducción IT* (%)	Tiempo de germinación (días)	Referencia
<i>Glicine max</i>	26	2	31
<i>Phaseolus vulgaris</i>	20	2	31
<i>Phaseolus vulgaris L</i>	12	2	24
<i>Phaseolus vulgaris L</i>	63	5	24
<i>Phaseolus vulgaris</i>	26	5	32
<i>Lens culinaris</i> var. <i>vulgaris</i>	23	6	25
<i>Lens culinaris</i> var. <i>variabilis</i>	28	6	25
<i>Cajanus cajan</i>	41	5	32

\* expresado en base seca

Generalmente se considera que las proteínas de leguminosas son de menor calidad que las proteínas de origen animal debido a deficiencia de aminoácidos azufrados. Para su mejor aprovechamiento, las leguminosas deben ser complementadas con otras fuentes de aminoácidos esenciales (33). Sin embargo, esta deficiencia puede no ser del todo negativa, ese bajo nivel de aminoácidos azufrados de las leguminosas parece ser una ventaja desde el punto de vista de retención de calcio (10), pues durante el metabolismo de dichos aminoácidos se producen iones hidrógenos, los cuales inducen la desmineralización de los huesos y una mayor excreción de calcio en la orina.

Se ha determinado que la cantidad de aminoácidos solubles cambia durante la germinación y también ocurre

una movilización de las proteínas de almacenamiento en las leguminosas. Sathe y col (24) observaron que la germinación por 5 días aumentó la cantidad de aminoácidos solubles de *Phaseolus vulgaris* en más de 3 veces con respecto al control (semilla no germinadas). Después de 6 días de germinación se observó un incremento en la cantidad de todos los aminoácidos en *Lens culinaris*, pero en particular con el aminoácido asparagina, cuyo aumento fue de 23 veces más con respecto al control (34), mientras que en *Phaseolus vulgaris* el contenido de asparagina se duplicó con respecto al control.

Los carbohidratos también son compuestos que han recibido especial atención para el desarrollo de alimentos funcionales debido a su potencialidad de reducir la incidencia de ciertas enfermedades (35). La inulina, los oligosacáridos, el almidón resistente a la polidextrosa son carbohidratos de baja digestibilidad que se están usando hoy en día para la formulación de alimentos funcionales debido a sus propiedades físico-químicas, y en particular debido a la cantidad y tipo de fibra dietética (10) y capacidad bifidogénica (36). Sin embargo, los oligosacáridos son los responsables de causar flatulencia en seres humanos debido a la ausencia de  $\alpha$ -galactosidasa en el tracto digestivo humano (37), limitando así la aceptabilidad y el consumo de las leguminosas (Tabla 2). Entre los oligosacáridos que contribuyen a la flatulencia están los  $\alpha$ -galactósidos (19,20). Otra ventaja atribuida a la germinación es su efecto reductor sobre otros compuestos (24). Después de 3 días de germinación, la composición de carbohidratos solubles cambió en *Pisum sativum* debido a la acción de  $\alpha$ -galactosidasa (29). La concentración de glucosa y fructosa en *Lens culinaris* y *Phaseolus vulgaris* aumentó luego de 6 días de germinación y los  $\alpha$ -galactósidos fueron removidos (34). Se ha observado que los cambios en carbohidratos están asociados a la especie evaluada (31).

TABLA 2  
Cambios en el contenido de glucosa y estaquiosa de leguminosas en función del tiempo de germinación o de fermentación

Muestra	Glucosa (% aumento)	Estaquiosa (% reducción)	Tiempo germinación (días)	Tiempo fermentación (horas)	Referencia
<i>Glycine max</i>	0	65	2	-	31
<i>P. vulgaris</i>	0	78	2	-	31
<i>Lenes culinaris</i>	87	100	6	-	34
<i>P. vulgaris</i>	0	100	6	-	34
<i>Lens culinaris</i> <i>var vulgaris</i>	40	52	-	24	44
<i>Vigna unguiculata</i>	-	6	-	24	45

Expresado en base seca

Como se mencionó anteriormente, las isoflavonas se encuentran en las semillas de soja (*Glycine max*) y de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*), principalmente. A pesar de su relativa estabilidad entre el calor, presencia de oxígeno y moderada acidez (9), es sensible a la cocción. La germinación puede mejorar los niveles de fitoquímicos (17), aumentando así la potencialidad de las leguminosas como alimentos funcionales.

El proceso de germinación provoca cambios sensoriales en la semilla de leguminosas que han sido calificados por los consumidores como aceptable (30), se reduce el olor a grano, lo cual aumenta su aceptabilidad. No se debe perder de vista que la germinación origina un nuevo producto que va a tener características sensoriales diferentes a los granos de leguminosas tradicionalmente procesados por cocción y así debe promocionarse. En los estudios realizados siempre debe evaluarse la aceptabilidad de las semillas germinadas por el público consumidor.

#### Leguminosa fermentada

La fermentación es un proceso económico y sencillo que causa cambios químicos y modifica la funcionalidad de los alimentos (38,39). Es la acción de microorganismos y/o enzimas que genera los cambios en dicho proceso y como consecuencia se mejora el valor nutricional, se disminuyen o eliminan factores antinutricionales, se aumenta la vida útil de las leguminosas, y se modifican las propiedades sensoriales, lo cual a veces se traduce en una mejor aceptabilidad por el público consumidor. Los cambios ocurridos en las semillas fermentadas dependerán de las condiciones de la fermentación de la especie evaluada (40,41).

Los fitatos son unos de los factores antinutricionales cuyo contenido disminuye durante la fermentación, y es dependiente de las condiciones de la fermentación. En semillas de *Phaseolus mungo* fermentadas por 12 h y a 25°C los fitatos se redujeron en un 18%, pero se incrementó hasta un 43% cuando las semillas fueron fermentadas por 18 h a 35°C. Adeyeye y col. (41) determinaron una reducción en el contenido de fitatos en *Parkia filicoidea* (una leguminosa africana) consumida en Nigeria en platos preparados con semillas fermentadas. Se sabe que durante la fermentación la enzima fitasa proveniente de los microorganismos y la propia de la semilla se activa y reduce los fitatos. La actividad óptima de dicha fitasa varía entre 35°C y 45°C, lo que explica la mayor reducción de fitatos a 35°C (38). Los fitatos tienen la habilidad de quelar minerales tales como el zinc, calcio y fósforo, disminuyendo su biodisponibilidad lo cual trae como consecuencia el desarrollo de algunas enfermedades asociadas a deficiencias nutricionales asociadas a minerales (42).

En relación al efecto de la fermentación sobre el contenido de polifenoles es aún contradictorio, sin embargo, varios estudios coinciden en una disminución que ha alcanzado hasta un 52% en semillas fermentadas (durante 18 h a 35°C) de *Phaseolus mungo*. Ello se atribuye a la acción de la polifenol-oxidasa endógena o de los microorganismo que actúan en el proceso de fermentación.

El contenido y la digestibilidad de proteínas de leguminosas también se afecta por la acción proteolítica de las enzimas proveniente de la semilla y de los microorganismos. Como resultado de la acción de las proteasas, las proteínas son hidrolizadas a péptidos y aminoácidos libres, aumentando así su digestibilidad (38). Este aumento en la digestibilidad de las proteínas puede estar también relacionado con la disminución en el contenido de taninos, de fitatos y de los inhibidores de tripsina que se han observado como efecto de la fermentación (Tabla 3).

TABLE 3  
Comparación del puntaje sensorial de semillas de soya germinadas y no germinadas

Características	No germinadas	Germinadas
Olor	3,74	4,96
Sabor	6,61	7,02
Aceptabilidad general	5,95	6,59

Escala de 9 puntos (9: excelente, 1: muy pobre) (31).

Varios estudios (37,42-45) muestran un incremento en los monosacáridos y disacáridos en leguminosas fermentadas (39) y una reducción del contenido de oligosacáridos (Tabla 4) los cuales por años se han asociado a la producción de flatulencia de las leguminosas. Pero hoy en día se tienen evidencia que los oligosacáridos no son los únicos compuestos de las leguminosas responsables de la producción de gases en seres humanos. Granito y col. (19) demostraron que también la fibra soluble es un buen sustrato para la flora endógena y que la producción de gas es al menos de igual magnitud que la producida por los  $\alpha$ -galactósidos. La fermentación natural de *Phaseolus vulgaris* es capaz de eliminar en un 100% la fibra soluble presente (20) y por ende, la producción de flatulencia.

La fermentación de la soya parece afectar la estructura de las isoflavonas (46). Chou y Cheng (21) determinaron que los contenidos de genisteína y daidzeína aumentaban cuando las semillas de soya eran remojadas en agua durante 4 h y que a su vez, el contenido de genistina y daidzin (isoflavonas glicosidadas) disminuía. El mismo comportamiento fue observado cuando las semillas fueron cocidas con vapor, inoculadas con *Aspergillus oryzae* e incubadas a 28°C por 3

días. Estos resultados permitieron concluir que enzimas de tipo  $\beta$ -glucosidasas provenientes tanto de las semillas de soya como de *Aspergillus oryzae* hidrolizan las isoflavonas glicosidadas produciendo genisteína y daidzeína. Esaki y col (13) determinaron un aumento en la capacidad antioxidante de semillas de soya fermentadas con diferentes cepas de *Aspergillus*, lo cual mejora su carácter de alimento funcional. Las isoflavonas son alguno de los compuestos asociados a la capacidad antioxidante de las semillas.

TABLE 4  
Efecto de la fermentación en el contenido de  $\alpha$ -galactósidos, taninos e inhibidores de tripsina

	Granos crudos	Harina de granos fermentados (1:4) <sup>a</sup>	Harina de granos fermentados (1:6) <sup>a</sup>
$\alpha$ -galactósidos (% b.s.)	3,63 $\pm$ 0,06b	0,02 $\pm$ 0,00c	0,01 $\pm$ 0,00c
Taninos (mg/100 g b.s.)	63,18 $\pm$ 0,44d	24,92 $\pm$ 0,30 e	40,48 $\pm$ 0,11 d
Inhibidores de tripsina (UIT/mg b.s.)	10,30 $\pm$ 0,95 f	4,30 $\pm$ 0,12g	3,14 $\pm$ 0,17h

b.s.: base seca

a: Relación harina:agua

Letras iguales en la misma columna indican no diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ )

Tomado de Granito y col. (45)

La relación entre la dieta y la prevención de ciertas enfermedades ha aumentado durante los últimos años, focalizándose en las actividades biológicas que ejercen los fitoquímicos, sin embargo, aun se requiere mucho estudio para determinar exactamente la relación entre el proceso fermentativo y los cambios que se suceden enzimáticos en los componentes de las semillas de leguminosas que determinan su interés como alimento funcional.

## CONCLUSIONES

Tanto la fermentación como la germinación son procedimientos sencillos y económicos que inducen cambios favorables en las leguminosas tales como la reducción de la actividad de inhibidores enzimáticos, del contenido de fitatos y taninos, y el aumento en la digestibilidad de proteínas en el contenido de isoflavonas, los principales fitoquímicos de las leguminosas. Es importante tener siempre presente que la aplicación de estos procesos genera la obtención de productos con características sensoriales diferentes a los tradicionales obtenidos por los tratamientos térmicos, ello implica que se debe también conducir estudios de aceptabilidad en cada caso. Es importante investigar los

efectos del procesamiento de las leguminosas sobre el contenido de isoflavonas y su interacción con otros componentes de la dieta y lo cual potenciaría su acción como alimento funcional o como ingrediente de nuevos productos con esas características.

### REFERENCIAS

- Hasler CM. Functional food: their role in disease prevention and health promotion. *Food Technol* 1998;52(11):63-70.
- IOM/NAS. Institute of Medicine/National Academy of Sciences. Opportunities in the nutrition and food sciences. Ed. P.R. Thomas y R. Earl, National Academy Press, Washington, DC. 1994:109.
- Bermúdez AS. Importancia de los alimentos funcionales. Seminario de Alimentos Funcionales, ILSI Nor-Andino, Cap. Venezuela, Caracas, 2001 Octubre 30.
- FAO. Available: <http://www.fao.org> (2001).
- Anderson JW, Smith BM, Washnock CS. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean. *Am J Clin Nutr* 1999;(70 Suppl): 464-474.
- Morgan MR. Dietary phytochemicals and human health. Symposium: Functional foods, a healthy future? Food ingredients Europe Conference, Frankfurt, Germany. 1998 November 4.
- Waladkhani AR, Clemens MR. Effect of dietary phytochemicals on cancer development (review), *Int J Mol Med* 1998;1(14):747-753.
- Graig WJ. Phytochemicals: guardians of our health. *J Am Diet Assoc* 1997;10 (Suppl 2): 199-204.
- Peterson J, Dwyer J. Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity. *Nutr Res* 1998;18 (12):1995-2018.
- Messina MJ. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am J Clin Nutr* 1999;(Suppl 70):439-450.
- Fraser GE. Associations between diet and cancer, ischemic heart disease, and all-cause mortality in non-Hispanic white California seventh-day Adventists. *Am J Clin Nutr* 1999;70(Suppl 70):532-538.
- Bravo L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev* 1998;56(11):317-333.
- Esaki H, Onazaki H, Kawakishi S y Osawa T. Antioxidant activity and isolation of soybean fermented with *Aspergillus* spp. *J Agric Food Chem* 1997; 45:2020-2024.
- Frankel EN. Antioxidants. In: *Lipid Oxidation*. The Oily Press, LTD. Scotland. 199;129-160.
- Mazur MW, Duke JA, Wahala K, Rasku S, Adlercreutz ZH. Isoflavonoids and lignans in legumes: nutritional and health aspects in humans. *Nutr Biochem* 1998; 9:193-200.
- Setchell KDR. Phytoestrogens: the biochemistry, physiology, and implications for human health and soy isoflavones. *Am J Clin Nutr* 1998;(68 Suppl): 1333-1346.
- Franke AA, Custer LR, Cerna CM, Narala KK. Quantitation of phytoestrogens in legumes by HPLC. *J Agric Food Chem* 1994;2:1905-1913.
- Sangronis E, Ibarz A, Barboza G, Swanson B. Efecto de la alta presión hidrostática (APH) en la inhibición de agua y los tiempos de cocción de *Phaseolus vulgaris*. *Arch Latinoamer Nutr* 2002;52(3):301-306.
- Granito M, Champ M, David A, Bonnet C, Guerra M. Identification of gas-producing components in different varieties of *Phaseolus vulgaris* by in vitro fermentation. *J Sci Food Agric* 2001;81:543-550.
- Granito M, Champ M, Guerra M, Frias J. Effect of natural and controlled fermentation on flatus producing compounds of beans (*Phaseolus vulgaris*). In: 4<sup>th</sup>. European Conference on Grain Legumes, Parte II-Posters: Feed and food uses, Cracow 2001;420-421.
- Trago LC, Donangelo CM, Trugo NMF, Knudsen KE. Effect of heat treatment on nutritional quality of germinated legume seeds. *J Agric Food Chem* 2000;48:2082-2086.
- Carmona A, Seidl DS, Jaffé WG. Comparison of extraction methods and assay procedures for the determination of the apparent tannin content of common beans. *J Sc Food Agric* 1991;56:291-301.
- Chiou RY, Chen SL. Isoflavone transformation during soybean Koji preparation and subsequent Miso fermentation supplemented with ethanol and NaCl. *J Agric Food Chem* 2001;49:3656-3660.
- Sathe SK, Deshpande SS, Reddy NR, Goll DE, Salunke DK. Effects of germination on protein, raffinose oligosaccharides, and antinutritional factors in the great northern beans (*Phaseolus vulgaris* L). *J Food Sci* 1983;48:1796-1800.
- Vidal-Valverde C, Frías J, Estrella I, Gorospe MJ, Ruis R, Bacon J. Effect of processing on some antinutritional factors of lentils. *J Agric Food Chem* 1994;42:2291-2295.
- Rodríguez M. Calidad proteica y microbiológica de semillas germinadas y germinadas cocidas deshidratadas de *Phaseolus vulgaris*. Tesis de grado para optar al título de Magíster, Universidad Simón Bolívar. 2003.
- Vijayakumar K, Siddhuraju P, Pugalenti M, Janardhanan K. Effect of soaking and heat processing on the levels of antinutrient and digestible proteins in seeds of *Vigna acotifolia* and *Vigna sinensis*. *Food Chem* 1998;63:259-264.
- Vanderstoep J. Effect of germination on the nutritive value of legumes. *Food Technol* 1981;35(3):83-85.
- Kadlec P, Skulinova M, Kaasova J, Bubnik Z, Pour V, Dostalova J. Influence of microwave treatment on the soluble carbohydrates of germinated pea. In: 4<sup>th</sup> European Conference on Grain Legumes. Parte II-Posters: Feed and food uses, Cracow 2001:420-421.
- Ahmad S, Pathak DK. Nutritional changes in soybean during germination. *J Food Sci Technol* 2000;37(6):665-666.
- Donangelo CM, Trago LC, Trugo NMF, Eggum BO. Effect of germination of legume seeds on chemical composition and on protein and energy utilization in rats. *Food Chem* 2000;53:23-27.
- Machado CJ. Evaluación de algunas propiedades funcionales y nutricionales en *Phaseolus vulgaris* y *Cajanus cajan* germinado. Trabajo de Grado para optar al título de Magíster, Universidad Simón Bolívar. 2001.
- Rockland LB, Radke TM. Legume protein quality. *Food Technol* 1981;35(3):79-82.

34. Vidal-Valverde C, Frías J, Lambein F, Kuo YH. Increasing the functionality of legumes by germination. In : 4<sup>th</sup> European Conference en Grain Legumes, Parte II-Posters: Feed and food uses, Cracow: 2001:422.
35. Schnell M. Efectos funcionales de la fibra dietética. Seminario de Alimentos Funcionales, ILSI Nor-Andino, Cap. Venezuela. Caracas, Venezuela. 2001. Octubre 30.
36. Murphy O. Non-polyol low-digestible carbohydrates: food application and functional benefits. *Brit J Nutr* 2001;85 (Suppl 1):47-53.
37. Teway HK, Muller HG. The fate of some oligosaccharides during the preparation of wari, and Indian fermented food. *Food Chem* 1992;43:107-111.
38. Yadaw S, Kheaopaul N. Indigenous legume fermentation: effect on some antinutrients and in-vitro digestibility of starch and protein. *Food Chem* 1994;50:403-156.
39. Sotomayor C, Frias J, Sadowska J, Vidal-Valverde C. Lentil starch content and its microsomal structure as influenced by natural fermentation. *Starch* 1999;51(Suppl):152-156.
40. Campbell-Plant G. Fermented foods – a world perspective. *Food Res Int* 1994;27:253-257.
41. Adeyeye EI, Arogundade LA, Akintayo OA, Aisida OA, Alao PA. Calcium, zinc and phytate interrelationships in some foods of major consumption in Nigeria. *Food Chem* 2001;71:435-441.
42. Agte VV, Gokhale MK, Chiplonkar SA. Effect of natural fermentation on in vitro zinc bioavailability in cereal-legume mixtures. *Int J Food Sci Technol* 1997;32:29-32.
43. Frías J, Vidal –Valverde C, Kozłowska H, Tabera J, Honke J, Hedley CL. Natural fermentation of lentils. Influence of time, flour concentration, and temperature on the kinetics of monosaccharides, disaccharide, and  $\alpha$ -galactosides. *J Agric Food Chem* 1996;44:578-584.
44. Akinyele IO, Akinlosotu A. Effect of soaking, dehulling and fermentation on the oligosaccharides and nutrient content of cowpeas (*Vigna unguiculata*) *Food Chem* 1991;41:43-53.
45. Granito M, Frías J, Doblado R, Guerra M, Champ M, Vidal-Valverde C. Nutritional improvement of beans (*Phaseolus vulgaris*) by natural fermentation. *Eur Food Res Technol* 2002;214:226-231.
46. Wang H, Muphy P. Isoflavone content in commercial soybean foods. *J Agric Food Che* 1994;42:1666-1673.

Recibido: 14-02-2002

Aceptado: 16-09-2003

## Deficiência da vitamina A e associações clínicas: Revisão

*Patrícia El Beitune, Geraldo Duarte, Edson Nunes de Moraes, Silvana Maria Quintana, Hélio Vannucchi*

Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo (HC-FMRPUSP). Brasil

**RESUMO.** Importante foco de atenção em saúde pública tem sido a avaliação de determinados micronutrientes no ser humano, em especial aqueles que se encontram associados à vulnerabilidade orgânica conseqüente ao desequilíbrio ou à deficiência desses micronutrientes. Entre os micronutrientes, a hipovitaminose A tem sido objeto de realce devido a significativa prevalência em populações de países em desenvolvimento. A vitamina A é particularmente importante para a adequada resposta orgânica ao controle das infecções. Este artigo realiza uma revisão de literatura abordando a Vitamina A, enfocando seu metabolismo e as repercussões deletérias decorrentes de sua deficiência sobre o organismo, suas manifestações no ciclo grávido-puerperal, e sua interação com a imunodeficiência humana e situações clínicas específicas.

**Palavras-chaves:** Deficiência de vitamina A, gestação, HIV.

**SUMMARY. Vitamin A deficiency and clinical associations: A Review.** An important focus of attention in Public Health has been micronutrient deficiency in human being because of the enhanced vulnerability of individuals to the effects of micronutrient deficiency or imbalance. Among all micronutrients deficiencies, vitamin A has been one of the most important public health problems, affecting a large percentage of people in developing countries. Vitamin A is particularly important for its role in the process of organism defense against infections. This article reviews comprehensively vitamin A metabolism, it highlights hypovitaminosis A relationship with pregnancy and human immunodeficiency, showing its repercussions in several clinical conditions.

**Key Words:** Vitamin A deficiency, pregnancy, HIV.

### INTRODUÇÃO

A história da vitamina A está intrinsicamente ligada às suas aplicações clínicas, notadamente aquelas ligadas ao controle da cegueira noturna. Segundo Franco, esta afecção foi descrita pela primeira vez no Egito cerca de 1500 a.C.(1). Naquela época, entretanto, não foi associada a nenhuma deficiência dietética. A partir da segunda metade do século XIX, surgem os primeiros relatos associando algumas alterações oculares dependentes de deficiente aporte alimentar (1).

A descoberta da vitamina A ocorreu quase simultaneamente em 1913 por dois grupos independentes de pesquisadores, McCollum & Davis (2), na Universidade de Wisconsin, e Osborne & Mendel (3), na Universidade de Yale.

A observação de Steenbock (4) em 1919 de que a vitamina A contida nos vegetais variava com o seu grau de coloração confirmava sua natureza química. Adicionalmente, Moore (5) e Euler (6) demonstraram que o pigmento das plantas era uma fonte rica de vitamina A. Este pigmento foi chamado de caroteno sendo, na verdade, um *pool* de compostos com a capacidade de se transformarem em vitamina A, entre eles o  $\alpha$ -caroteno e o  $\beta$ -caroteno. Por isto os compostos carotenóides são chamados de pró-vitamina A. A estrutura química tanto da vitamina A quanto do  $\beta$ -caroteno foram determinadas dois anos mais tarde por Karrer (7).

Estudos observacionais, em meados dos anos 70, conduziram os pesquisadores a implicar os carotenóides como agentes protetores, notadamente contra o câncer do pulmão e, posteriormente, contra uma ampla variedade de doenças crônicas (8).

Em 1981, os carotenóides, porém não a vitamina A, foram associados com quimioprofilaxia do câncer de pulmão (9). No transcorrer dos anos, porém, os estudos não confirmaram esses dados, algumas vezes obtendo, inclusive, resultados contrários aos esperados (10,11).

A deficiência subclínica dessa vitamina aumenta a morbidade e mortalidade infantil (12). No outro espectro, em idosos, obtém-se taxas de deficiência de vitamina A em torno de 13,2% e de deficiência dos carotenóides em média de 6,8% (13). Nesses pacientes, a associação da deficiência de vitamina A é sensivelmente maior em pacientes com má-nutrição protéico-calórica(14), com correspondente índice de massa corpórea reduzida, devendo-se esse fato possivelmente a reduzida ingestão alimentar, essencialmente de frutas e vegetais (15).

O presente estudo revisa objetivamente o metabolismo da vitamina A, algumas repercussões deletérias decorrentes da deficiência dessa vitamina sobre o organismo, enfatizando a hipovitaminose A no ciclo grávido-puerperal, sua interação com a imunodeficiência humana e situações clínicas específicas.

## Metabolismo

### Aspectos gerais

A vitamina A, também conhecida pela designação de retinol é um álcool primário, polietilênico e lipossolúvel, apresentando grande capacidade reativa. Essa vitamina é instável aos processos oxidativos e a temperaturas acima de 34°C (16). O termo vitamina A é empregado atualmente para designar todos os derivados de beta-ionona que possuam atividade biológica de retinol, exceto os carotenóides. O termo retinóide se refere ao retinol ou aos seus derivados de ocorrência natural e análogos sintéticos, que não apresentam, necessariamente, atividade semelhante à do retinol (17). Os carotenóides, por seu turno, são um grupo composto por mais de 400 substâncias diferentes, de ocorrência natural, sintetizadas por uma grande variedade de microorganismo fotossintéticos. O seu precursor comum, o fitoeno, um hidrocarboneto de 40 carbonos, é convertido em compostos mais insaturados  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\alpha$ -carotenos. Aproximadamente 50 carotenóides possuem ação biológica de vitamina A. Destes, o de maior atividade *in vivo* é o  $\beta$ -caroteno, um dímero do retinol. A transformação de  $\beta$ -caroteno em retinol é um importante processo no metabolismo dos animais, visto que os compostos carotenóides são biologicamente ativos após sua transformação em retinol, sendo seu teor no sangue em torno de 10,4  $\mu\text{mol/L}$  (17).

O ácido retinóico, um metabólito do retinol, no qual o grupo álcool sofreu oxidação, apesar de ser mais potente que o retinol na promoção da diferenciação e crescimento do tecido epitelial na deficiência da vitamina A, não apresenta a mesma eficiência na restauração da visão ou das funções reprodutivas. Adicionalmente, observa-se que muitos dos derivados retinóides, entretanto, falham em suas funções por ligarem-se a proteínas específicas que os transportam para os tecidos, onde permanecem inativos (18).

Deficiência primária de vitamina A resulta da ingestão inadequada de vitamina A pré-formada (retinol) e carotenóides. Deficiências secundárias resultam de má-absorção devido a insuficiência dietética de lípidos, insuficiência pancreática ou biliar e de transporte prejudicado devido a abetalipoproteinemia, doença hepática, desnutrição protéico-calórica ou deficiência de zinco (18-20).

### Ingestão e absorção

As fontes dietéticas de vitamina A podem ser a vitamina A preformada e a pró-vitamina A, representada pelos carotenóides. O retinol só pode ser encontrado em tecidos animais, tendo como fontes alimentares principais, o fígado, o óleo de fígado de peixes, o leite integral e derivados, os ovos e as aves. Nos países desenvolvidos, considerando-se uma dieta habitual, aproximadamente 25% da vitamina A ingerida é em forma de carotenóide, enquanto 75% é

composto de vitamina A preformada (21). É provável que nos países em desenvolvimento a maior parte desta vitamina seja disponível sob a forma de carotenóides, devido às dificuldades na obtenção de alimentos de origem animal, pelas precárias condições de vida de grande parte de suas populações (17). Tomando-se em conta a nossa população, após a ingestão de  $\beta$ -caroteno, essencialmente de frutas e hortaliças, a absorção do retinol é realizada similarmente à das gorduras. A absorção do retinol é quase integral em condições de normalidade do aparelho gastrointestinal, observando-se que sua absorção e de seus ésteres é mais completa em jejum e se administrados com soluções aquosas. Na presença de anormalidades da absorção das gorduras, a absorção do retinol também sofre redução (18).

O retinol é liberado das proteínas no estômago. O produto dessa ação são os *ésteres de retinil que, no intestino delgado, são hidrolizados de novo a forma de retinol, que é absorvido mais eficientemente do que os ésteres. Por seu turno, os carotenóides são clivados dentro das células da mucosa intestinal em moléculas de retinaldeído, que posteriormente são reduzidos a retinol* (18).

Após a absorção do retinol ocorre a conjugação do mesmo ao ácido glicurônico, seguida da entrada na circulação entero-hepática onde resultam dois produtos, a esterificação do retinol originando ésteres de retinil ou a oxidação do retinol originando o ácido retinóico. Tanto os ésteres de retinil quanto o ácido retinóico serão transportados no plasma (18).

### Armazenamento

O armazenamento da vitamina A é feito sob forma de ésteres de retinil. Cerca de 50-80% da vitamina A no corpo é estocada no fígado onde é ligada à proteína ligadora de retinol (RBP). Esse estoque regula os efeitos de variabilidade nas taxas de ingestão de vitamina A, particularmente contra os riscos de deficiência durante os períodos de baixa ingestão dessa vitamina. A administração de pequenas quantidades de vitamina E aumenta o armazenamento do retinol nos tecidos (18).

A concentração sanguínea não é um guia recomendável para um estudo individual da vitamina A, mas valores baixos de retinol sanguíneo significam que o armazenamento hepático da vitamina pode estar esgotado (17,18).

### Transporte e metabolismo

A vitamina A pode ser mobilizada do fígado para distribuição aos tecidos periféricos na dependência da oferta do aporte alimentar. Sendo essa deficiente, esse processo envolve a hidrólise de ésteres de retinil, fazendo com que o fígado mantenha uma concentração constante de sua forma ativa na circulação. A ligação de retinol a um transportador específico, a RBP, que circula no plasma em um complexo com transtiretina (pré-albumina), impede a excreção do complexo retinol-RBP na urina (18).

A taxa normal de retinol no plasma é de 30 a 70 µg/dl (1,04 µmol/L a 2,43 µmol/L). Porém, em indivíduos saudáveis, o retinol plasmático é mantido dentro de uma variação estreita de 1,39 a 1,73 µmol/L (40,1 a 49,9 µg/dl) em adultos e aproximadamente metade desses valores nas crianças. Visto que a síntese hepática da RBP depende da presença tanto de zinco quanto de aminoácidos e de níveis de retinol plasmático, os níveis da RBP podem ser afetados por diferenças daqueles nutrientes bem como deficiência crônica da vitamina A grave o suficiente para depletar estoques de ésteres de retinil hepático (20). Assim, crianças com desnutrição protéico-calórica tipicamente mostram baixos níveis circulantes de retinol que pode não responder à suplementação de vitamina A, a menos que a deficiência protéica seja corrigida (19).

### Eliminação

O retinol não é eliminado na urina e sob forma inalterada é excretado somente em casos de nefrite crônica. Quando altas doses de vitamina A são administradas é que certa proporção sofre excreção sob forma inalterada nas fezes (18).

O ácido retinóico, absorvido após passagem na circulação pela veia porta é transportado no plasma como um complexo ligado à albumina. De modo diferente do retinol, o ácido retinóico não é armazenado no fígado, sendo rapidamente excretado (18) (Figura 1).

### Funções

A vitamina A exerce inúmeras funções no organismo (17,21). Dentre estas funções, destacam-se por sua relevância, a visão, o crescimento, o desenvolvimento e a manutenção do tecido epitelial, da função imunológica e da reprodução. Cada uma dessas funções pode ser satisfeita por ingestão de carotenóides pró-vitamina A, ésteres de retinil, retinol ou retinal que, posteriormente, restituir-se-ão em formas funcionais de retinol, retinal e ácido retinóico.

### Visão

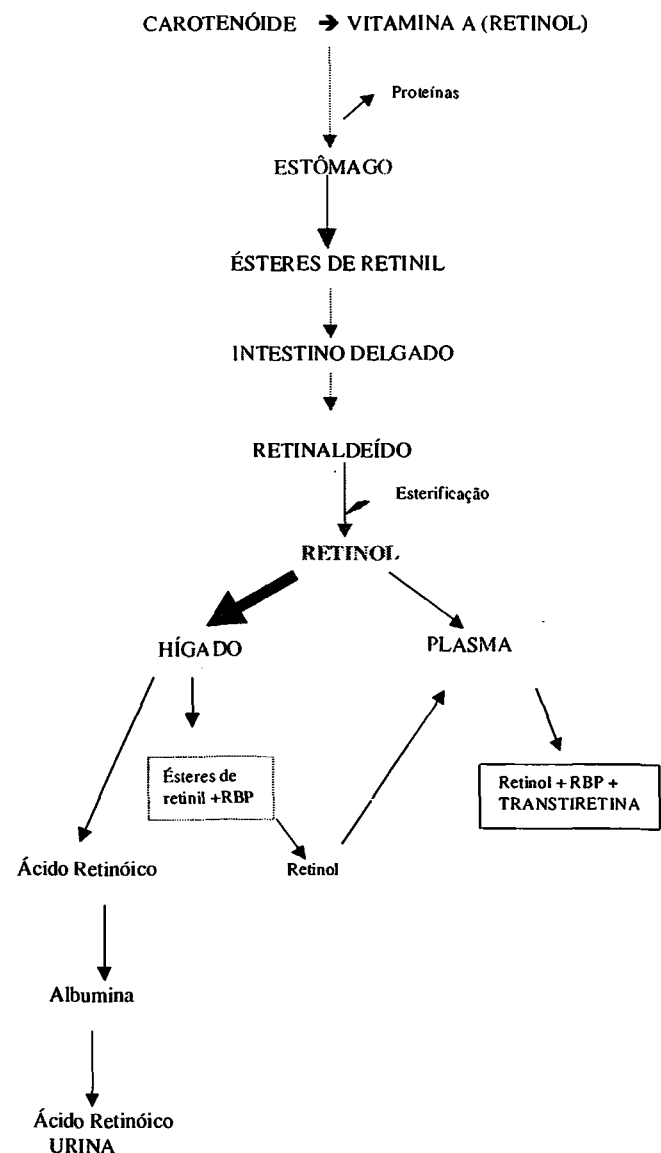
A vitamina A faz parte da púrpura visual, pois o retinol vai combinar-se com a proteína opsina para formar a rodopsina ou púrpura visual nos bastonetes da retina do olho, que tem por função, em última análise, a visão na luz fraca. Pode haver a cegueira noturna, condição conhecida por nictalopia, pois a adaptação ao escuro é uma função específica dos bastonetes e dos cones, sendo a adaptação primária realizada pelos cones, completando-se em poucos minutos. A adaptação secundária constitui função dos bastonetes e, quando não se completa em 30 minutos, caracteriza a cegueira noturna (1).

Os bastonetes e os cones retinianos contêm pigmentos visuais denominados rodopsina nos bastonetes e, iodopsina nos cones. Os cones atuam como receptores de alta intensidade luminosa para a visão colorida, enquanto os

bastonetes são especialmente sensíveis à luz de baixa intensidade. Nas deficiências de vitamina A os bastonetes são mais afetados que os cones visuais.

Sobre a depleção do retinol do fígado e do sangue (concentrações abaixo de 0,69 µmol/L de retinol no plasma), observa-se que o período em que as modificações estruturais tornam-se irreversíveis demanda em torno de 10 meses. Entretanto, a visão não retorna ao normal imediatamente à administração de adequadas quantidades de retinol. O retorno à normalidade só é possível após serem supridos os estoques dessa substância (1).

FIGURA 1  
Metabolismo da vitamina A



### **Imunidade**

As concentrações fisiológicas dos retinóides têm sido implicados à resistência orgânica contra as infecções. Contudo, há apenas duas décadas estudos sistemáticos têm sido conduzidos sobre esse tópico. Nesse contexto, há evidências de que os retinóides modulam a resposta de células fagocitárias, estimulando a fagocitose, a ativação da citotoxicidade mediada por células e o aumento na resposta de timócitos a mitógenos específicos, aparentemente por aumentarem a expressão de receptores de interleucina-2 em suas células precursoras (22,23). Esses dados são corroborados por estudos clínicos realizados em crianças com deficiência dessa vitamina (24).

O ácido retinóico proporciona liberação seletiva de interleucina-1 por monócitos do sangue periférico de seres humanos (22). Adicionalmente, o ácido retinóico aumenta a porcentagem de células linfóides que expressam marcadores de superfície de linfócitos-T auxiliares, enquanto o  $\beta$ -caroteno aumenta a porcentagem de células linfóides com expressão de marcadores de células "Natural Killer" (NK), o que sugere uma atuação diferenciada dos vários retinóides na imunidade celular específica (25).

A deficiência de vitamina A está associada à redução da atividade de células NK e a habilidade de células esplênicas em produzir interferon após o estímulo de mitógenos. Adicionalmente, essa deficiência associa-se a redução da produção de anticorpos contra polissacarídeos bacterianos e antígenos protéicos em estudos experimentais (26) e à piora do controle da infecção por micobacteriose e esquistossomose em seres humanos (22,27).

### **Tecido epitelial**

A vitamina A age na diferenciação e crescimento das células epiteliais sendo imprescindível para o crescimento e desenvolvimento normais dos tecidos ósseo e dentário. Notadamente, induz e controla a diferenciação do muco secretado no trato respiratório, levando, em casos de deficiência de vitamina A à supressão das secreções normais e, conseqüentemente, irritação e infecção.

Adicionalmente, a vitamina A tem ação inibitória da queratinização, atuando no controle das lesões dermatológicas (18). Sob este aspecto, seu uso tem sido efetivado para o controle da *porfiria* e para o controle da leucoplasia oral (8).

### **Inibição da carcinogênese**

A deficiência de vitamina A parece aumentar a suscetibilidade à carcinogênese, mesmo quando se avalia especificamente o homem, havendo marcada tendência à hiperplasia e síntese de DNA com reduzida diferenciação celular (28).

O efeito anti-oncogênico se dá às custas de indução da diferenciação em células morfológicamente normais,

supressão do fenótipo maligno com inibição da proliferação celular e pela melhoria nos mecanismos de defesa do hospedeiro, sendo constatado que o  $\beta$ -caroteno é protetivo contra danos produzidos pela irradiação (9,28,29).

### **Em pacientes portadores do HIV-1**

Estudos recentes têm demonstrado associação consistente entre a infecção pelo vírus da imunodeficiência humana tipo 1 (HIV-1) e deficiência de vitamina A (30-33). Esta associação tem sido verificada tanto no aumento de incidência de infecção sintomática pelo HIV-1 em adultos quanto no incremento das taxas de transmissão vertical (31-47). Pacientes com deficiência de retinol têm tendência a menor sobrevivência quando comparado a pacientes sem essa condição (33). Estudo conduzido em Ribeirão Preto, Brasil, não observou associação entre os níveis plasmáticos de vitamina A e a contagem de células CD4 (15).

A vitamina A persiste sendo objeto de estudos no campo da transmissão vertical do HIV-1. Sabe-se que ela pode ser importante devido ao efeito estimulador sobre o sistema imunológico além do seu papel na manutenção da integridade da mucosa epitelial. Tanto a gestação quanto a infecção pelo HIV-1 são fatores de risco para deficiência da vitamina A. Vários fatores podem contribuir para isto, incluindo baixa ingestão e má-absorção de alimentos ricos nessa vitamina, aumento do seu metabolismo, efeitos da hemodiluição durante a gravidez, maior utilização e mesmo perda urinária anormal durante infecções oportunistas. Estudo conduzido no Brasil demonstra aumento da excreção urinária de vitamina A maior em pacientes com síndrome da imunodeficiência adquirida em relação ao grupo portador do HIV-1 e, deste em relação ao grupo controle (48). Em conseqüência disto, a deficiência de vitamina A durante a infecção pelo HIV-1 inclui deterioração da imunidade, maior progressão para AIDS, redução da sobrevivência e maior mortalidade infantil (38,41-47).

Alguns estudos observaram que tanto o nível sérico de vitamina A quanto o número de células CD4 eram fatores preditivos independentes de transmissão vertical do HIV-1, quer afetando a integridade placentária, quer aumentando a viremia sanguínea, a viremia no leite materno ou na excreção cervical do vírus (30,37,49). Alguns trabalhos, entretanto, não confirmam estas assertivas. Sob essa perspectiva, outros estudos não encontraram correlação entre baixo nível sérico de vitamina A e o aumento da transmissão vertical (34,35,37,40).

Na tentativa de elucidar a real associação da vitamina A com a transmissão vertical do HIV-1 alguns pesquisadores realizaram suplementação de vitamina A às gestantes portadoras do HIV-1. Até o momento, os resultados não detectaram efetividade estatisticamente significativa da vitamina A na redução da transmissão vertical desse vírus (50-53).

### Na gestação

Sabe-se da documentada ação da vitamina A e, notoriamente na gestação, essa vitamina é importante para a reprodução, crescimento e desenvolvimento fetal, constituição da reserva hepática fetal e para o crescimento tissular materno. Neste contexto, a concentração tissular adequada de vitamina A é sabido trazer benefícios para a função feto-placentária pelo aumento dos níveis de progesterona (18).

O diagnóstico da cegueira noturna gestacional tem ganhado destaque, inclusive por permitir a identificação das mulheres com maior risco de mortalidade a curto e longo prazo no período pós-parto, associada a processos infecciosos (54).

Outra evidência da importância da vitamina A na gestação é a associação entre os baixos níveis de b-caroteno em mulheres com pré-eclâmpsia e eclâmpsia, devido ao papel desta vitamina como antioxidante. Sugere-se que a vitamina A atue na prevenção da lesão endotelial, um dos fatores causais das síndromes hipertensivas da gravidez (55,56).

Sabe-se que tanto a ingestão deficiente quanto a ingestão excessiva de vitamina A estão associadas com defeitos congênitos (cérebro, olho, ouvido, aparelho gênito-urinário, coração e sistema vascular), dependendo de qual sistema está em fase de diferenciação no momento da exposição. As alterações dependentes e mediadas pela vitamina A sobre o metabolismo do DNA podem provocar reabsorção de embriões e morte fetal, além de contribuir para a baixa reserva hepática do recém-nascido (57).

Tem-se aventado, adicionalmente, a associação entre baixas concentrações de vitamina A no cordão umbilical e crescimento anormal do feto (58,59).

Dentre as possíveis explicações para os níveis baixos de vitamina A no cordão de recém-nascidos com retardo de crescimento intra-uterino, quando comparados com recém-nascidos considerados como de peso adequado para idade gestacional, os seguintes fatores merecem destaque: a) a oferta inadequada de vitamina A pela mãe, secundária a comprometimento da circulação útero-placentária; b) baixo poder de ligação de vitamina A pelo feto, devido às baixas concentrações das proteínas responsáveis pelo transporte de vitamina A pelo tecido placentário e pela RBP (com isso a vitamina não será captada pelo fígado fetal, resultando em baixos níveis de vitamina A plasmática); c) maior utilização de vitamina A pelo feto, relacionada com a presença de infecções intra-uterinas, pois as infecções agudas e crônicas aumentam a taxa catabólica e a excreção de vitamina A; d) armazenamento insuficiente e inadequado de vitamina A pelo fígado fetal, relacionado à presença de anormalidades estruturais e funcionais no fígado de recém-nascido com retardo do crescimento intra-uterino, sendo estas alterações possivelmente associadas com a depleção das células hepáticas armazenadoras de vitamina A (58).

### Outras funções

Até o momento, são inconclusivos os efeitos benéficos inicialmente aventados sobre a degeneração macular relacionada a velhice, sobre a catarata e sobre a proteção oferecida contra determinados tumores malignos (8).

### Sinais e sintomas de deficiência

A deficiência de vitamina A é sucedida por alterações em órgãos e tecidos de origem ectodérmica. As reservas tissulares no adulto normal são amplamente suficientes para atender às necessidades normais do organismo, assinalando-se que a deficiência ocorre em maior frequência em certas regiões da África, Ásia e América do Sul, principalmente em crianças de baixa idade, associada à deficiência protéica (12).

No Brasil, em regiões do Nordeste, as afecções oculares por deficiência de vitamina A atingem frequência elevada, o que tem levado as autoridades ao emprego de meios visando o fornecimento de vitamina A em forma de medicamentos visto que, o enriquecimento dos alimentos com esta vitamina ainda não é uma realidade em nosso meio. Entre adultos a deficiência é comumente encontrada nas doenças crônicas que afetam a absorção, como as afecções dos tratos hepático e biliar, *sprue*, colite ou em regimes dietéticos inadequados (12).

Um sintoma precoce é a hemeralopia com elevada sensibilidade à luminosidade e, após longo período de tempo sucede-se o aparecimento de alterações anatomopatológicas como a queratose conjuntival e a queratomalácia, como também a queratinização da pele e das mucosas (1).

Sinais e sintomas de deficiência incluem as lesões da pele (hiperqueratose folicular) e infecções, porém, a manifestação mais perceptível é a cegueira noturna que aparece somente quando a deficiência é grave. Além disso, frequentemente, a queratomalacia (dessecação, úlcera e xerose da córnea e conjuntivite) é precedida pela cegueira noturna, que aparece como sinal precoce. Na seqüência, evolui para deficiência grave da visão culminando com a cegueira definitiva (5,8,18).

Podem ser encontradas manifestações da deficiência também sobre o epitélio broncorespiratório, com tendência a queratinização, levando à infecção. Outras manifestações têm sido descritas sobre o aparelho geniturinário, como a frequência elevada de cálculos renais e ureterais (12).

Adicionalmente, observa-se falência de funções sistêmicas caracterizadas por desenvolvimento embriogênico anormal, espermatogênese deficiente, aborto espontâneo, reduzido número de osteoclastos (resultando em deposição excessiva de osso periosteal), anemia e imunodepressão. Entre outras manifestações observáveis tem-se a queratinização da mucosas do trato respiratório, do tubo digestivo, do trato urinário, da pele e do epitélio ocular, resultando em redução funcional destas membranas contra infecções (1,2,5,12,60).

Em animais, a deficiência de vitamina A acha-se associada com defeitos do desenvolvimento e remodelação óssea (2). Em crianças, a deficiência de vitamina A está associada com o desenvolvimento de doenças oculares como a cegueira noturna e xerofthalmia, maior severidade do sarampo, pneumonia e doenças diarréicas culminando, em última análise, em alta mortalidade(12) (Tabela1).

**TABELA 1**  
Efeitos de hipovitaminose A

### Principais efeitos de hipovitaminose A

Xerofthalmia, queratomalácia. Infecções secundárias;  
Modelação óssea defeituosa, maior espessura óssea;  
Aumento da pressão do líquor. Hidrocefalia.  
Anormalidade de reprodução, incluindo aborto, malformações;  
Doenças de pele;  
Cálculos renais e ureterais;  
Aumento da mortalidade;  
Defeito para adaptação ao escuro – sinal mais precoce;  
Falência de crescimento;  
Imunodepressão;  
Xerose e queratinização de membranas mucosas.  
Traqueobronquite necrozante inicialmente, sucedendo-se metaplasia escamosa;  
Maior risco de transmissão vertical do vírus HIV-1?

### Fatores associados com o desenvolvimento da deficiência de vitamina A (18)

Dentre as principais situações que precipitam deficiência de vitamina A estão a ingestão inadequada dos alimentos fontes, má-absorção ou ainda excreção urinária desse micronutriente. De especial interesse, documenta-se que a deficiência de proteína interfere com o transporte da vitamina A no sangue, mesmo quando a ingestão é adequada. Adicionalmente, quando ocorre má-absorção dos lípidos há freqüente redução da absorção da vitamina A. Em pacientes cirróticos – a RBP tem sido associada a marcador de má-nutrição protéico-calórica, mesmo naquele com a forma leve da doença (Child A). Tem sido aventado que redução dos níveis de transtiretina e RBP nesses pacientes devam-se principalmente a insuficiência hepática (61). Quanto a excreção urinária de vitamina A, esta situação freqüentemente ocorre quando há nefrite crônica, febre, infecções de modo geral favorecendo a deficiência dessa vitamina (48).

### Prognóstico

Os sinais e sintomas de deficiência de vitamina A respondem à suplementação dessa vitamina na mesma ordem em que elas aparecem. Cegueira noturna responde muito rapidamente, enquanto anormalidades da pele podem levar

várias semanas para resolver. Suplementação vitamínica reduz significativamente a morbidade e mortalidade entre crianças com sarampo complicados por pneumonia ou diarreia crônica (62-64). Adicionalmente, a suplementação dessa vitamina previamente ao desenvolvimento dos sintomas por deficiência de vitamina A exerce um efeito preventivo notável resultando em reduzido número de consultas médicas por sintomas relacionados à diarreia e redução da incidência de xerofthalmia (64-67).

### Necessidade humanas

As recomendações vigentes das necessidades da vitamina A foram estabelecidas em 2001, e expressas em mg/dia. Para a caracterização da necessidade diária recomendada de vitamina A é utilizado a definição de necessidade média estimada (EAR) como aquela ingestão diária suficiente para satisfazer as necessidades de metade de uma população saudável e a definição propriamente dita necessidade diária recomendada (RDA) como a ingestão dietética necessária para suprir as necessidades em 97% a 98% dos indivíduos saudáveis. A ingestão dietética máxima observada em adultos nos EUA ficou estabelecida em 1965 mg/dia para homens e 1050 mg/dia para mulheres que estejam amamentando(68) (Tabela 2).

**TABELA 2**  
Recomendação diária (RDA)

Idade (anos)	Recomendação diária	
	RDA(em µg /d)	RDA (UI vit A de retinol)
Recém-nascidos		
0,0 - 0,5	400	1330
Crianças		
0,5 - 1	500	1665
1 - 3	300	1000
4 - 8	400	1330
9 - 13	600	2000
Mulheres		
13 - 51+	700	2310
Homens		
11 - 51 +	900	3000

Fonte: (68)

### Fontes alimentares (69)

A vitamina A pode ser encontrada em diferentes alimentos, entretanto, alguns alimentos destacam-se por sua maior concentração dessa vitamina. Vitamina A preformada (retinol) está presente, principalmente, no fígado e rim, leites integrais e seus derivados, peixes e gema de ovos. As provitaminas (carotenóides): vegetais folhosos, legumes e frutas, óleo de fígado de peixes.

**Interações (18)**

Colestiramina pode induzir deficiência de vitamina A.

Kanamicina, Neomicina – pode alterar a absorção das gorduras e acarretar má-absorção das vitaminas A e K, reduzindo objetivamente a biodisponibilidade em 14% (70).

Óleos minerais – possíveis deficiências de vitaminas A, D e K. Diminuem a absorção de vitamina A.

Pectina cítrica diminui a biodisponibilidade de síntese do b-caroteno (71).

Óleo de soja e vitamina D – melhoram a biodisponibilidade e a conversão do b-caroteno a retinol, propriedade essa que persiste inalterada ao calor, mesmo em temperaturas de 100°C (72).

Ferro - A suplementação de ferro aumenta os níveis plasmáticos de retinol, RBP e transtiretina (73). Adicionalmente, a vitamina A é necessária para a absorção e utilização de ferro inorgânico não-heme conservando a solubilidade do ferro na luz intestinal, reduzindo a má-absorção induzida por fitatos e polifenóis repercutindo em acréscimo dos níveis hematimétricos (74).

**REFERENCIAS**

1. Franco G. Tabela de composição química dos alimentos. 9ª edição. Rio de Janeiro: Atheneu; 1998, p.9-15.
2. Mccollum EV, Davis M. The necessity of certain lipins in the diet during growth. *J Biol Chem* 1913;15: 167.
3. Osborne TB, Mendel LB. Relation on Growth to Diet. *J Biol Chem* 1913;16: 423.
4. Steenbock H. Review of certain researches relating to occurrence and chemical nature. *Yale J Biol & Med* 1932; 4: 563-78.
5. Moore T. Vitamin A and Carotene. *The Biochemical Journal* 1930;24: 692-702.
6. Euler MH Von. Carotene and vitamin A. *Bull Soc Chem Biol* 1932;14: 838-660.
7. Karrer P. Chemical relation of carotenoid and vitamin A. *Arch disc biol* 1933; 18:30-39.
8. Olson JA. Carotenoids and human health. *Arch Latinoamer Nutr* 1999; 49(1): 7S-11S.
9. Shekelle RB, Lepper M, Liu S. Dietary vitamin A and risk of cancer in the Western Electric study. *Lancet* 1981; 2:1185-90.
10. Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study Group. The effect of vitamin E and beta-carotene on the incidence of lung cancer and other cancers ins male smokers. *New Engl J Med* 1994; 330: 1029-35.
11. Omenn GS, Goodman GE, Thornquist MD. Effects of a combination of beta carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. *New Engl J Med* 1996; 334: 1150-5.
12. Diniz AS. Combate à deficiência de vitamina A: linhas de ação e perspectivas. *Rev Bras Saúde Materno Infantil* 2001; 1(1): 31-36.
13. Vannucchi H, Da Cunha DF, Bernardes MM, Unamuno MR. Serum levels of vitamin A, E, C and B<sub>12</sub>, carotenoid and zinc in hospitalize elderly patients. *Rev Saude Publica* 1994; 28(2):121-6.
14. Cunha DF, Cunha SF, Unamuno MR, Vannucchi H. Serum levels assessment of itamin A, E, C, B<sub>12</sub> and carotenoids in malnourished and non-malnourished hospitalized elderly patients. *Clin Nutr* 2001; 20(2):167-70.
15. Silveira AS, Figueiredo JF, Jordão-Jr A, De Unamuno Mdo R, Rodrigues M. Vannucchi H. Malnutrition and hypovitaminosis A in AIDS patients. *Rev Soc Bras Med Trop* 1999; 32(2): 119-24.
16. Coward KH. Influence of light and heat on formation of vitamin A in plant tissues. *J Biol Chem* 1927; 72: 781-99.
17. Silveira SA. Avaliação antropométrica e dos níveis plasmáticos de vitamina A em indivíduos infectados pelo HIV-1 em pacientes com SIDA [Dissertação de Mestrado]. Ribeirão Preto: Departamento de Clínica Médica – Moléstias Infecciosas e Tropicais da USP; 1996.
18. Mahan LK & Stump SE. What is a vitamin? In: KRAUSE'S. Food Nutrition, & Diet Therapy. W.B. 10ª edição, Saunders Company 2000; p.68-109.
19. Vannucchi H. Interaction of vitamins and minerals. *Arch Latinoamer Nutr* 1991; 41:9-18.
20. Booth SL, Johns T, Kuhnlein HV. Natural food sources of vitamin A and provitamin A. *Food Nutr Bull* 1992; 14: 6-19.
21. Li, E & Norris, AW. Structure/function of cytosolic vitamin A-binding proteins. *Annu Rev Nutr* 1996; 16: 205.
22. Garbe A, Buck J, Hammerling U. Retinoids are important cofactors in T cell activation. *J Exp Med* 1992; 176: 109-17.
23. Semba RD; Muhil AL; Ward BJ; Griffin DE; Scott AL; Natadisastra G; West KP Jr, Sommer A. Abnormal T-cell subset proportions in vitamin-A-deficient children. *Lancet* 1993; 341: 5-8.
24. Bowman TA, Goonewardene IM, Pasatiempo AM, Ross AC, Taylor CE. Vitamin A deficiency decreases Natural Killer cells activity and interferon production in rats. *J Nutr* 1990; 120: 1264-73.
25. Pasatiempo AM, Kinoshita M, Taylor CE, Ross AC. Antibody production in vitamin A-depleted rats is impaired after immunization with bacterial polisaccharide or protein antigens. *FASEB J* 1990; 4:2518-27.
26. Parent G, Rousseaux-Prevost R, Carlier Y, Capron A. Influence of vitamin A on the immune response of *Schistosoma mansoni*-infected rats. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1984; 78:380-4.
27. Olson JA. Carotenoids and human health. *Arch Latinoamer Nutr* 1999; 49: 7S-11S.
28. Silveira ER, Naves MM, Vannucchi H, Jordão-Jr AA, Dagli ML, Moreno FS. Vitamin A and all-trans and 9-cis retinoic acids inhibit cell proliferation due the progression phase of hepatocarcinogenesis in Wistar rats. *Nutr Cancer* 2001; 39(2): 244-51.
29. Umegaki S. Beta-carotene prevents x-ray induction of micronuclei in human lymphocytes. *Am J Clin Nutr* 1994; 59:409.

30. Kreiss J. Breastfeeding and vertical transmission of HIV-1. *Acta Paediatr* 1997; 421:113-7.
31. Baum MK, Shor-Posner G, Bonveni P, Cassetti I, Manter-Atienza E, Beach RS, Saiberlich JE. Influence of HIV infection on vitamin A status and requirements. *Ann NY Acad Sci* 1992; 669:165-73.
32. Beach RS, Manter-Atienza E, Shor-Posner G. Specific nutrient abnormalities in asymptomatic HIV-1 infection. *AIDS* 1992; 6:701-8.
33. Figueiredo JF, Lorenzato MM, Silveira AS, Passos AD, Rodrigues MD, Galvão LC, Vannucchi H. Survival and infectious processes in patients with AIDS: analysis based on initial serum vitamin A levels. *Rev Soc Bras Med Trop* 2001; 34(5): 429-35.
34. Burger H, Kovacs A, Weiser B. Maternal serum vitamin A levels are not associated with mother-to-child transmission of HIV-1 in the United States. *J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol* 1997; 14(4): 321-6.
35. Burns DN, Fitzgerald G, Semba R. Vitamin A deficiency and other nutritional indices during pregnancy in human immunodeficiency virus infection: prevalence, clinical correlates and outcome. Women and Infants Transmission Study Group. *Clin Infect Dis* 1999; 29:328-34.
36. Greenberg BL, Semba RD, Vink PE, Vink PE, Farley JJ, Sivapalasingam M et al. Vitamin A deficiency and maternal-infant transmission of HIV in two metropolitan areas in the United States. *AIDS* 1997; 11: 325-32.
37. Meda, N. The reduction of mother-child transmission of HIV infection in developing countries: potential intervention strategies, obstacles to implementation and perspectives. *Sante* 1997; 7(2):115-25.
38. Nimmagadda A, O'Brien WA & Goetz MB. The significance of vitamin A and carotenoid status in persons infected by the human immunodeficiency virus. *Clin Infect Dis* 1998; 26(3): 711-8.
39. Phuapradit W, Chaturachinda K, Taneepanichskul S, Sirivarasry J, Khupulsup K, Lerdvuthisophon N. Serum Vitamin A and  $\beta$ -Carotene Levels in Pregnant Women Infected With Human Immunodeficiency Virus-1. *Obstet Gynecol* 1996; 87:564-7.
40. Phuapradit W. Plasma HIV-1 RNA viral load and serum vitamin A and E levels in HIV-1 infected pregnant women. *Aust NSJ Obstet Gynaecol* 2000; 40(1): 78-80.
41. Semba RD, Graham NMH, Caiaffa WT. Increased mortality associated with vitamin A deficiency during human immunodeficiency virus type 1 infection. *Arch Intern Med* 1993; 153: 2149-54.
42. Semba RD, Miotti PG, Chipangwi JD, Saah AJ, Canner JK, Dallabetta GA, Hoover DR. Maternal vitamin A deficiency and mother-to-child transmission. *Lancet* 1994; 343:1593-7.
43. Semba RD, Waleska TC, Graham NMH. Vitamin A deficiency and wasting as predictors of mortality in human immunodeficiency virus-infected injection drug users. *J Infect Dis* 1995; 171: 1196-20.
44. Semba RD, Miotti PG, Chipangwi JD. Infant mortality and maternal vitamin A deficiency during human immunodeficiency virus infection. *Clin Infect Dis* 1995; 21: 966-72.
45. Semba RD, Miotti P, Chipangwi JD, Saah AJ, Canner JK, Dallabetta GA, Hoover DR. Maternal vitamin A deficiency and child growth failure during human immunodeficiency virus infection. *J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol* 1997; 14(3):219-22.
46. Semba RD, Far Zadegan H, Vlahov D. Vitamin A levels and human immunodeficiency virus load in injection drug users. *Clin Diagn Lab Immunol* 1997; 4:93-5.
47. Semba RD, Lyles CM, Margolick JB. Vitamin A supplementation and human immunodeficiency virus load in injection drug users. *J Infect Dis* 1998; 177: 611-6.
48. Jordão-Jr AA, Figueiredo JF, Silveira S, Junqueira-Franco MV, Vannucchi H. Urinary excretion of vitamin A and thiobarbituric acid reactive substance AIDS patients. *Rev Hosp Clin Fac Med São Paulo* 1998; 53(1): 11-5.
49. Nduati RW, John GC, Richardson BA, Overbaugh J, Welch M, Ndinya-Achola J et al. Human immunodeficiency virus type 1 infected cells in breast milk: association with immunosuppression and vitamin A deficiency. *J Infect Dis* 1995; 172: 1461-8.
50. Coutoudis A, Pillay K, Spooner E. Randomized trial testing effect of vitamin A supplementation on pregnancy outcomes and early mother-to-child HIV-1 transmission in Durban, South Africa. *AIDS* 1999; 13: 1517-24.
51. Fawzi WW, Msamanga GI, Spiegelman D, Urassa EJN, Mcgrath N, Mwakagile D et al. Randomized trial of effects of vitamin supplements on pregnancy outcomes and T cell counts in HIV-1 infected women in Tanzania. *Lancet* 1998; 351: 1477-82.
52. Fawzi WW, Msamanga G, Hunter D. Randomized trial of vitamin supplements in relation to vertical transmission of HIV-1 in Tanzania. *J Acquir Immune Defic Syndr* 2000; 23: 246-54.
53. Kennedy CM, Coutoudis A, Kuhn L. Randomized controlled trial assessing the effect of vitamin A supplementation on maternal morbidity during pregnancy and postpartum among HIV-infected women. *J Acquir Immune Defic Syndr* 2000; 24: 37-44.
54. Christian P, West KP, Khattry SK. Night blindness during pregnancy and subsequent mortality among women in Nepal: effects of vitamin A and  $\beta$ -carotene supplementation. *Am J Epidemiol* 2000; 152: 542-7.
55. Kahhale S. Síndromes hipertensivas. In: ZUGAIB M, TEDESCO JJA & QUAYLE J. *Obstetrícia psicossomática*. São Paulo: Atheneu; 1998. p. 191-6.
56. Ramakrishnan V, Manjrekar R, Rivera J. Micronutrients and pregnancy outcome: a review of the literature. *Nutr Res* 1999; 19: 103-59.
57. Azais-Braesco V & Pascal G. Vitamin A in pregnancy: requirements and safety limits. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:1325S-33S.
58. Rondó PHC, Abbott R & Tomkins AM. Vitamina A e retardo de crescimento intra-uterino. *J Pediatr* 1997; 73: 335-9.
59. Ramalho RA, Anjos LA & Flores H. Estado nutricional de vitamina A no binômio mãe/Recém-nascido em duas maternidades no Rio de Janeiro, Brasil. *Arch Latinoamer Nutr* 1999; 49:318-21.

60. Maden M. Vitamin A in embryonic development. *Nutr Rev* 1994; 52(suppl):S3.
61. Calamita A, Dichi I, Papini-Berto SJ, Dichi JB, Angeleli AY, Vannucchi H, Caramor-Burini RC. Plasma levels of transthyretin and retinol-binding protein in Child-A cirrhosis patients in relation to protein-calorie status and plasma amino acids, zinc, vitamin A and plasma thyroid hormones. *Arq Gastroenterol* 1997; 34(3): 139-47.
62. Coutsooudis A, Broughton M & Coovadia HM. Vitamin A supplementation reduces measles morbidity in young African children: a randomized, placebo-controlled double blind trial. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 890-5.
63. Coutsooudis A, Kiepiela P, Coovadia HM. Vitamin A supplementation enhances specific IgG antibody levels and total lymphocyte numbers while improving morbidity in measles. *Pediatr Infect Dis J* 1992; 11: 203-9.
64. Vijayaraghavan K, Radhalah G, Prakasam BS. Effect of massive dose vitamin A on morbidity and mortality in indian children. *Lancet* 1990; 2:1342-5.
65. Djunaedi E, Sommer A, Pandji A. Impact of vitamin A supplementation on xerophthalmia: a randomized controlled community trial. *Arch Ophthalmol* 1988; 106: 218-22.
66. GHANA VAST Study Team. Vitamin A supplementation in northern Ghana: effects on clinic attendances, hospital admissions and child mortality. *Lancet* 1993; 342: 7-12.
67. Sommer A. Treatment of corneal xerophthalmia with topical retinoic acid. *Am J Ophthalmol* 1993; 95: 349-52.
68. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Washington, DC: National Academy Press, 2001. Se consigue en: URL:<http://www.nap.edu>
69. Vieira Pinheiro AB, Lacerda EMA, Benzecry EH, Gomes MCS, Costa VM. Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras. 4ª ed, Rio de Janeiro: Atheneu, 2001.
70. Favaro RM, Silva HC, Vannucchi H. Bioavailability of vitamin A in the rat following ingestion of neomycin sulfate aluminium hydroxide. *Int J Vitam Nutr Res* 1994; 64(2):98-103.
71. Zanutto ME, Jordão-Jr AA, Meirelles MS, Favaro RM, Vannucchi H. Effect of citric pectin on beta-carotene bioavailability in rats. *Int J Vitam Nutr Res* 2002; 72(4):199-203.
72. Dutra-De-Oliveira JE, Favaro RM, Junqueira-Franco MV, Cavalho CG, Jordão-Jr AA, Vannucchi H. Effect of heat treatment on the biological value of beta-carotene added to soybean cooking oil in rats. *Int J Food Sci Nutr* 1998; 49(3):205-10.
73. Munoz EC, Rosado JL, Lopez P, Furr HC, Allen LH. Iron and zinc supplementation improves indicators of vitamin A status of Mexican preschoolers. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(3):789-94.
74. Layrisse M, Garcia-Casal MN, Solano L, Baron MA, Arguello F, Llovera D, et al. *Arch Latinoamer Nutr* 2000; 50(3):243-8.

Recibido:12-12-2002

Aceptado: 09-09-2003

## Estado de vitamina A en adolescentes embarazadas de bajo estrato socioeconómico

María Adela Barón, Liseti Solano, Daisy Llovera, Evelyn Peña

Centro de Investigaciones en Nutrición "Dr. Eleazar Lara Pantin". Facultad de Ciencias de la Salud.  
Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo-Venezuela

**RESUMEN.** La vitamina A es un micronutriente esencial para el crecimiento, especialmente en períodos de proliferación y desarrollo de tejidos como ocurre durante el embarazo. Ante una deficiencia materna no se acumula suficiente vitamina para suplir las demandas del feto, ocasionando la aparición de deficiencias subclínicas. Con el objeto de evaluar el estado nutricional de la vitamina A durante el embarazo; se estudiaron 75 adolescentes embarazadas ( $16,4 \pm 1,2$  años). El retinol sérico se determinó en cada trimestre de embarazo, por cromatografía líquida de alta presión. El consumo dietario de vitamina A en cada trimestre de la gestación, se evaluó mediante dos recordatorios de 24 horas. Se aplicaron estadísticos descriptivos, distribución de frecuencia, prueba "t" pareada y de probabilidad exacta de Fisher. El promedio de retinol sérico disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) a medida que avanzó el embarazo; no encontrándose valores bajos (o deficientes) de retinol sérico en ningún trimestre; sin embargo, en el tercer trimestre el 30,3% de las embarazadas mostró niveles marginales (20-30 mg/dL). El consumo dietario de vitamina A estuvo ajustado a las recomendaciones; observándose un aumento estadísticamente significativo a medida que avanzó la gestación. Los hallazgos indican que aún cuando la deficiencia de retinol sérico no estuvo presente y que el consumo dietario aumentó, el riesgo de deficiencia se incrementó al final de la gestación. Se recomienda la monitorización e intervención nutricional de este grupo nutricionalmente vulnerable a fin de promover la salud de la madre y el recién nacido.

**Palabras claves:** Vitamina A adolescentes, embarazo, retinol sérico, consumo dietario.

**SUMMARY.** Vitamin A status in pregnant adolescents of low socioeconomic income. Vitamin A is an essential micronutrient for growth, especially in highly proliferative and development stages as in pregnancy. When maternal vitamin A is deficient, fetal demands does not allow to maintain maternal reserves and subclinical deficiency appears. Due to the fact that pregnancy is a period of vulnerability to nutritional deficiencies, 75 pregnant adolescent ( $16.4 \pm 1.2$  years old), were studied along prenatal control visits during pregnancy for vitamin A status. Data on serum retinol was obtained in each trimester through fasting blood collection, and determination by high pressure liquid chromatography. Two-24 hour recalls during each trimester were used to assess dietary intake. Statistical analysis (descriptive, frequency distribution, paired t-test and Fisher's exact test) were performed. Mean serum retinol values decreased significantly ( $p < 0.05$ ) along trimesters. There was not vitamin A deficiency by serum retinol indicator at any trimester, but at third trimester, 30.3% of the women showed marginal serum retinol values (20-30 mg/gL). Dietary intake, adjusted for recommendations for each trimester, increased significantly as pregnancy continued. These findings indicate that even though serum retinol (vitamin A) deficiency was not present at any time during pregnancy in these adolescents, risk of deficiency increased toward the end; and that the increase of vitamin A intake at the end of pregnancy does not change the decline in serum retinol. Monitoring and nutritional intervention of this vulnerable group is recommended in order to promote a healthy mother and newborn. **Keywords:** Vitamin A status, adolescents, pregnancy, serum retinol, dietary intake.

### INTRODUCCION

La vitamina A es un micronutriente esencial para el crecimiento de la especie humana, debido a su importante papel en la reproducción, en el sistema inmune, en la visión, así como también en la diferenciación celular (1,2). Estas funciones son particularmente críticas en períodos de

proliferación y desarrollo de tejidos; tales como el embarazo y la primera infancia (3-5). Por lo tanto, la vitamina A es necesaria para una saludable gestación tanto para la madre como para el feto (6-8).

Durante la gestación se ha observado una tendencia a la disminución a los niveles séricos de retinol, predisponiendo a la aparición de hipovitaminosis A, especialmente en el último trimestre del embarazo (9). El feto comienza a almacenar vitamina A durante el tercer trimestre del embarazo; de manera que, ante una deficiencia materna no se acumula suficiente vitamina para suplir las demandas del feto, haciéndolo vulnerable a deficiencias subclínicas que

---

Financiado por: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH-UC) de la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

afectan su capacidad de defensa ante procesos infecciosos; y como consecuencia al aumento del riesgo de morbilidad y mortalidad durante la niñez (1,3). Se conoce que el estado de vitamina A de la gestante influye sobre sus reservas hepáticas y las del feto; por lo tanto, una ingestión dietética adecuada para mantener las reservas maternas de vitamina A, así como el diagnóstico precoz y el tratamiento de la carencia nutricional de esta vitamina pueden ser de gran impacto para la salud del recién nacido (1,10); lo que puede evidenciarse mediante la vigilancia epidemiológica de este grupo de población con relación al nutriente.

La deficiencia de vitamina A también deteriora el estado de hierro; incrementa la susceptibilidad a infecciones respiratorias, procesos diarreicos y sarampión; siendo éstas más frecuentemente asociadas con la deficiencia de vitamina A en niños mayores de seis meses de edad; de allí que el mejorar la situación nutricional de la vitamina A de la madre, se ha establecido como estrategia para aumentar la supervivencia infantil (5,10,11).

Por lo anteriormente mencionado y debido a la escasez de datos a nivel nacional sobre la prevalencia de deficiencia de vitamina A durante la gestación se planteó como objetivo evaluar el estado nutricional de esta vitamina en adolescentes embarazadas en los tres trimestres del embarazo y su relación con el consumo dietario.

## METODOLOGIA

Se realizó una investigación de tipo descriptiva, de corte longitudinal, cuya población estuvo constituida por todas las embarazadas adolescentes que acudieron a su primer control prenatal, en la Maternidad del Sur "Dr. Armando Arcay", Fundación Instituto Carabobense para la Salud (INSALUD), en la ciudad de Valencia. Estado Carabobo, Venezuela, entre 1997 y 2001. Para la realización de este estudio se obtuvo la aprobación del Comité de Ética de la Maternidad. Las embarazadas fueron informadas sobre los objetivos del estudio, así como los beneficios para ellas y sus hijos; obteniéndose su consentimiento por escrito.

La muestra quedó formada por 75 adolescentes embarazadas, con edad menor o igual a 18 años; aparentemente sanas, primigestas o multíparas, con edad gestacional menor de 14 semanas, después de excluir aquellas que presentaban enfermedades agudas o crónicas. Se evaluaron en el primer (< 14 semanas), segundo (22-24 semanas) y tercer trimestre (32-34 semanas) de la gestación. A quienes aceptaron participar en el estudio, se les realizó:

1. Evaluación socioeconómica, mediante el método Graffar modificado para Venezuela por Méndez Castellano (12).

2. Evaluación dietaria, usando el método de Recordatorio de 24 horas (dos en cada trimestre) (13,14). El contenido de vitamina A de la dieta fue determinado utilizando la Tabla de Composición de Alimentos Venezolana (15), comparándolas con las recomendaciones de esta vitamina durante el embarazo (16).

Para definir riesgo en el consumo de vitamina A, las embarazadas evaluadas se dividieron en dos grupos, de acuerdo a las recomendaciones nutricionales para vitamina A durante la gestación, correspondiente a 800 ER/día (Equivalentes de Retinol diarios); es decir un grupo con consumo inferior a 800 ER/día y otro con consumo igual o mayor a 800 ER/día (16).

3. Evaluación bioquímica, mediante la determinación de retinol sérico por Cromatografía de alta presión (HPLC) de fase reversa (17); para lo cual se tomaron en condiciones de ayuno, 5 ml de sangre periférica mediante punción venosa y en ambiente de penumbra. Para retinol sérico, se usaron los puntos de corte: deficiente a valores inferiores de 20 mg/dL (0,7mmol/L), marginal entre 20 y 30 mg/dL (0,7-1,05 mmol/L) y normal mayor de 30 mg/dL (1,05 mmol/L), con base en estudios propios y en la población estudiada, ya que no existe un valor referencial global (18-20).

4. Análisis estadístico: se realizó usando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 11.0. Se aplicaron estadísticos descriptivos, distribución de frecuencia. Debido a que los datos de consumo y de retinol sérico no seguían una distribución normal se transformaron logarítmicamente y se les aplicó la prueba "t" pareada con los valores transformados. De esa manera los promedios obtenidos corresponden a promedios geométricos. Para establecer asociación entre las variables categóricas se usó la prueba de probabilidad exacta de Fisher; y se determinó riesgo estimado (Odds Ratio) como medida del grado de asociación entre las variables. Se estableció como nivel de significación  $p < 0,05$  (21,22).

## RESULTADOS

El grupo de adolescentes embarazadas evaluadas tenían edades comprendidas entre 13 y 18 años con un promedio de  $16,4 \pm 1,2$  años (Tabla 1). Se encontró que el 98,6% pertenecían a los estratos más desfavorecidos de la población (pobreza relativa y pobreza crítica), el 98% de las adolescentes provenían de zonas urbanas y un 46,7% eran solteras. Para el momento del estudio un 82,4% se dedicaban a oficios del hogar y solo un 13,4% eran estudiantes. En el 84% de los casos el nivel educativo alcanzado fue educación básica.

TABLA 1  
Características sociodemográficas de las adolescentes embarazadas. (n:75). Valencia, Venezuela

Características	n	%
Estrato socioeconómico		
III	1	1,4
IV	58	77,3
V	16	21,3
Procedencia		
Urbana	74	98
Rural	1	2
Estado civil		
Solteras	35	46,7
Casadas	28	37,3
Otros	12	16,0
Ocupación		
Oficios del hogar	62	82,4
Estudiante	10	13,4
Otros	3	4,2
Nivel educativo alcanzado		
Básica	63	84,0
Diversificada	12	16,0

La Tabla 2 muestra los niveles séricos de retinol, consumo y adecuación de vitamina A en los tres trimestres del embarazo; encontrándose que los niveles promedios de retinol disminuyeron a medida que avanzaba el embarazo, observándose diferencia estadísticamente significativa entre los trimestres evaluados ( $p < 0,05$ ). Por el contrario se observó un aumento progresivo en el consumo dietario de vitamina A y solo hubo diferencia significativa entre el primer y segundo trimestre respecto al tercero. Con relación a la adecuación de vitamina A la tendencia fue similar a lo encontrado en el consumo, pero se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tres trimestres.

TABLA 2  
Niveles séricos de retinol, consumo y adecuación de vitamina A(\*) en los tres trimestres del embarazo (n: 52). Valencia, Venezuela

Variables	Trimestres		
	I	II	III
Retinol sérico ( $\mu\text{g/dL}$ )	$42,29 \pm 1,28^{ab}$	$38,84 \pm 9,16^c$	$33,90 \pm 1,24$
Consumo (ER/día)	$891,25 \pm 1,85^b$	$983,33 \pm 1,83^c$	$1276,14 \pm 1,94$
Adecuación (%)	$113,57 \pm 1,85^{ab}$	$122,54 \pm 1,83^c$	$159,47 \pm 1,94$

(\*) Promedio geométrico

Diferencia estadísticamente significativa:  $p < 0,05$

a: I diferente de II trimestre

b: I diferente de III trimestre

c: II diferente de III trimestre

La Tabla 3 presenta la asociación entre el consumo de vitamina A y el estado sérico de retinol durante la gestación. En los tres trimestres de embarazo, ningún caso presentó valores bajos de retinol sérico ( $< 20 \mu\text{g/dL}$ ), compatibles con deficiencia de vitamina A; por lo tanto, se muestran únicamente los datos para la categoría marginal y normal. Se observa que el porcentaje de embarazadas con niveles marginales aumentó de 3,2% para el primer trimestre a 9,8% para el segundo trimestre, alcanzando el 30,3% en el tercer trimestre. No hubo asociación estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre las variables de consumo ( $< 800$  y  $\geq 800$  ER/día) y el estado de retinol sérico entre los tres momentos de la evaluación.

TABLA 3  
Consumo dietario de vitamina A y estado sérico de retinol en las adolescentes embarazadas durante la gestación

Consumo dietario	Estado de retinol sérico		Total n (%)
	Marginal n (%)	Normal n (%)	
<b>Primer trimestre</b>			
$< 800$ ER/d	1 (3,7)	26 (96,3)	27 (100)
$\geq 800$ ER/d	1 (2,8)	35 (97,2)	36 (100)
Total	2 (3,2)	61 (96,8)	63 (100)
Prueba exacta de Fisher: $p = 1,000$ (bilateral) Odds Ratio ( $< 800 / \geq 800$ ): 1,3			
<b>Segundo trimestre</b>			
$< 800$ ER/d	3 (13,6)	19 (86,4)	22 (100)
$\geq 800$ ER/d	3 (7,7)	36 (92,3)	39 (100)
Total	6 (9,8)	55 (90,2)	61 (100)
Prueba exacta de Fisher: $p = 0,658$ (bilateral) Odds Ratio ( $< 800 / \geq 800$ ): 1,89			
<b>Tercer trimestre</b>			
$< 800$ ER/d	2 (15,4)	11 (84,6)	13 (100)
$\geq 800$ ER/d	18 (34,0)	35 (66,0)	53 (100)
Total	20 (30,3)	46 (69,7)	66 (100)
Prueba exacta de Fisher: $p = 0,314$ (bilateral) Odds Ratio ( $< 800 / \geq 800$ ): 0,35			

## DISCUSION

El embarazo en la adolescencia es cada vez más frecuente en países en vías de desarrollo; especialmente en comunidades de bajos recursos económicos. En la población estudiada la mayor proporción (98,6%) de las adolescentes embarazadas evaluadas pertenecían a los estratos sociales más desfavorecidos, lo cual hace evidente que el embarazo en la adolescencia está íntimamente ligado a la pobreza.

Cabe resaltar que un alto porcentaje de las adolescentes embarazadas (62,7%) tenía un estado civil diferente al casado y con relación al nivel educativo, el 84% estaban cursando educación básica para el momento del estudio. Estos resultados que son similares a lo encontrado por Bolzan y colaboradores en adolescentes embarazadas argentinas; y esto de alguna manera es el reflejo de lo que ocurre actualmente en los países de América Latina (23).

Por lo tanto si se toman en cuenta las condiciones económicas desfavorables en que generalmente habitan estas adolescentes, la escasa instrucción, malas condiciones de salubridad y pobre alimentación, muestra que el embarazo en la adolescencia mas que un problema médico constituye un problema social.

Las embarazadas adolescentes conforman uno de los grupos riesgo de presentar estados carenciales y entre ellos de la vitamina A (24). La vitamina A es un nutriente esencial para diferentes funciones biológicas y su deficiencia constituye uno de los problemas de salud pública a nivel mundial. Esto trae como consecuencia un alto riesgo de prematuridad, de bajo peso al nacer, de morbilidad y mortalidad materna e infantil (25).

En este estudio no se encontró deficiencia de vitamina A de acuerdo al indicador retinol sérico; situación similar a la reportada por Casanueva y colaboradores, en embarazadas mexicanas (26).

Debido a que no se obtuvieron referencias de otros estudios sobre vitamina A en los tres trimestres del embarazo (longitudinal), se tomó para comparación lo reportado por otros autores en alguna de las etapas de la gestación (transversal). Tomando esto en consideración los resultados de este estudio difieren de lo reportado por Rondó en embarazadas brasileñas durante el puerperio inmediato quien reportó un 1,3% de deficiencia de vitamina A (9); y por Biswas y colaboradores en embarazadas de la India durante el tercer trimestre de embarazo, quienes encontraron un 4% de deficiencia (8).

Los resultados de este estudio con relación a la prevalencia de estado marginal de vitamina A por retinol sérico durante el tercer trimestre (30,3%) son similares a lo encontrado en la literatura. Vinutha y colaboradores, en un estudio realizado en la India encontraron para el tercer trimestre del embarazo una prevalencia de estado marginal de vitamina A de 29,6% (27). Sin embargo, la prevalencia de estado marginal en este estudio fue superior a la reportada por Ramalho en madres en el puerperio inmediato la cual fue de 14,1% (1) y a la reportada por Ortega y colaboradores en 1997 y por Martínez en 1997 quienes evaluaron a una población de embarazadas españolas durante el tercer trimestre, encontrando que la prevalencia de estado marginal fue de 22,8% respectivamente (10, 28). También estos resultados difieren de lo reportado por Biswas en embarazadas de la India y por Rondó en

embarazadas brasileñas, quienes encontraron un 14,7% y 10,2% de niveles marginales de retinol sérico respectivamente (8,9).

En este estudio a pesar de que los niveles de retinol sérico en cada trimestre se encontraban normales, se pudo observar que éstos disminuyeron significativamente a medida que avanzó el embarazo. Esta tendencia fue similar a la observada por Casanueva en mujeres mexicanas y por Shatrugna en mujeres hindúes (26, 29).

Aún cuando la concentración de retinol sérico disminuyó durante la gestación no se observó prevalencia de deficiencia, indicando que el impacto de la gestación sobre las reservas maternas de vitamina A pudiera ser menor al esperado sobre todo en aquellas mujeres que inician el embarazo con un estado adecuado de nutrición para vitamina A.

Es importante resaltar que los niveles de retinol mostraron tendencia a la disminución, aún cuando el consumo dietario de vitamina A aumentó significativamente a medida que avanzó el embarazo. Esto pudiera deberse a tres causas: la primera obedece a la transferencia de cantidades importantes de vitamina A de la madre al feto sobre todo durante el tercer trimestre de la gestación (1,26, 30) lo cual coincide con los resultados de este estudio donde el nivel promedio más bajo alcanzado fue para el tercer trimestre ( $33,90 \pm 1,24 \mu\text{g/dl}$ ). La segunda causa obedece a un importante fenómeno de adaptación fisiológico como lo es el aumento del volumen plasmático durante el embarazo; la cual tiene influencia sobre el retinol, disminuyendo su concentración; especialmente en el tercer trimestre de la gestación (7,26,30). En tercer lugar se debe considerar que la expansión del volumen plasmático disminuye la concentración de proteína totales transportadoras como la proteína ligadora de retinol (RBP) modificando de esa manera el transporte de retinol durante la gestación (7, 31).

La disminución de la RBP obedece al aumento en la tasa de filtración glomerular que ocurre durante el embarazo normal (7); incrementando de manera fisiológica la excreción urinaria de grandes cantidades de esta proteína, modificándose así el metabolismo de la vitamina A y como consecuencia su concentración sanguínea durante la gestación.

En resumen, este fenómeno de adaptación fisiológica que ocurre durante el embarazo, aunado a la transferencia de vitamina A al feto, explica la existencia de una relación inversa entre los niveles séricos de vitamina A materna y el consumo dietario.

Los resultados de este estudio sirven de base para recomendar la monitorización de los niveles séricos de esta vitamina durante la gestación, dado que deficiencias marginales maternas afectan el estado de vitamina A del recién nacido; especialmente en un grupo vulnerable como lo es la adolescente embarazada.

Sobre estos resultados se puede sugerir el suplementar con vitamina A después del parto a aquellas mujeres que muestren valores deficientes o marginales en el tercer trimestre de gestación, a fin de mejorar el contenido de la vitamina en la leche materna y así aumentar el aporte al recién nacido.

## REFERENCIAS

- Ramalho R, Dos Anjos L, Flores H. Estado nutricional de vitamina A no binomio mae/rece-m-nascido em duas maternidades no Rio de Janeiro, Brazil. *Arch Latinoamer Nutr* 1999; 49(4):318-21.
- Senior K. Vitamin A and its impact on human medicine. *Lancet* 2001; 358: 1072.
- Underwood B. Maternal vitamin A status and its importance in infancy and early childhood. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(suppl):517S-24S.
- Hernández M, Porrata C y Jiménez S. Toxicidad de la vitamina A en el embarazo. *Resumed* 1998; 11(3):153-60.
- Azais-Braesco V, Pascal G. Vitamin A in pregnancy: requirements and safety limits. *Am J Clin Nutr* 2000; 71 (suppl):1325S- 33S.
- World Health Organization (WHO). The micronutrient initiative. Safe vitamin A dosage during pregnancy and lactation. Recommendation and report of a consultation. Micronutrient Series. Document WHO. 1998. Disponible en: URL: <http://www.who.int/nut/publications.htm>
- Sapin V, Alexandre M, Chaib S, Bournazeau J, Sauvant P, Borel P, Jacquetin B, Grolier P, et al. Effect of vitamin A status at the end of term pregnancy on the saturation of retinol binding protein with retinol. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:537-43.
- Biswas AB, Mitra NK, Chakraborty I, Basu S, Kumar S. Evaluation of vitamin A status during pregnancy. *J Indian Med Assoc* 2000; Sep 98(9):525-9.
- Rondó PH, Villar BS, Tomkins AM. Vitamin A status of pregnant women assessed by a biochemical indicator and a simplified food frequency questionnaire. *Arch Latinoamer Nutr* 1999; 49(4):322-5
- Ortega RM, Andrés P, Martínez RM, Lopez-Sobaler AM. Vitamin A status during the third trimester of pregnancy in spanish women: influence on concentrations of vitamin A in breast milk. *Am J Clin Nutr* 1997; 65:564-8.
- Fawzi WW, Herrera M, Willett W, Nestel P, Amin AE, Mohamed KA. Dietary vitamin A intake and incidence of diarrhea and respiratory infection among Sudanese children. *J Nutr* 1995; 125:1211-21.
- Méndez-Castellano HM, Méndez MC. Sociedad y Estratificación. Método Graffar-Méndez Castellano. Fundacredesa. Caracas, Venezuela; 1994.
- Institute of Medicine. Committee on nutritional status during pregnancy and lactation. Nutrition during pregnancy. Washington, DC: National Academy Press; 1990: 272-98.
- Gibson, R. The twenty-four-hour recall. Chapter 1. In: *Nutritional Assessment Laboratory Manual*; 1993: 5-7
- Investigación en Alimentos: Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Revisión 1999. Publicación N° 52. Serie de Cuadernos Azules. Caracas-Venezuela; 1999.
- National Research Council. Recommended Dietary Allowances. 10<sup>th</sup> Edition. National Academy Press. Washington. DC; 1989.
- Bieri JG, Tolliver TJ, Catignani GL. Simultaneous determination of  $\alpha$ -tocopherol and retinol in plasma or red cells by high pressure liquid chromatography. *Am J Clin Nutr* 1979; 32:2143-49.
- Solano L, Meertens L, Peña E, Arguello F. Deficiencia de micronutrientes. Situación actual. *An Venez Nutr* 1998; 11(1):48-54.
- Páez M., Solano L y Del Real S. Indicadores de riesgo para la deficiencia de vitamina A en menores de 15 años de una comunidad marginal de Valencia, Venezuela. *Arch Latinoamer Nutr* 2002, 52 (1):12-9.
- Flores H, Azevedo M, Campos, F, Barreto-Lins MC, Cavalcanti A, Salzano A, Varela R and Underwood B. *Am J Clin Nutr* 1991; 54(4):707-11.
- Hernández R, Fernández C, Baptista P. Análisis de los datos. En: *Metodología de la Investigación. Segunda Edición. Editorial McGraw-Hill Cap. 10; 1998: 347-50.*
- Ferrán M. SPSS para Windows. Programación y análisis estadístico. Serie McGraw-Hill de informática. Primera Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana; 1996.
- Bolzan A, Guimary L, Norry M. Relación entre el estado nutricional de embarazadas adolescentes y crecimiento fetal. *Medicine, Buenos Aires.* 1999; 59:3.
- Stevens-Simon C, White M. Adolescent pregnancy. *Pediatr Ann* 1991; 20(6): 322-33.
- Radhika MS, Bhaskaram P, Balakrishna N, Ramalakshmi BA, Devi S, Kumar BS. Effects of vitamin A deficiency during pregnancy on maternal and child health. *Br J Obstet Gynaecol* 2002; 109(6):689-93.
- Casanueva E, Valdés-Ramos R, Pfeffer F, Ricalde-Moreno A, García-Villegas E, Meza C. Retinol sérico en mujeres mexicanas urbanas durante el periodo perinatal. *Salud Publica Mex* 1999; 41(4): 317-21.
- Vinutha B, Mehta M, Shanbag P. Vitamin A status of pregnant women and effect of post partum vitamin A supplementation. *Indian Pediatr* 2000; Nov 37(11):1188-93.
- Martinez RM, Ortega RM, Andres P. Vitamin A concentration in maternal milk: the effect of intake and serum levels of vitamin A during the third trimester of pregnancy. *Med Clin Barc* 1997; 109(15):573-6.
- Shatrugna V, Raman L, Uma K, Sujatha T. Interaction between vitamin A and iron: effects of supplements in pregnancy. *Int J Vitam Nutr Res* 1997; 67(3):145-8.
- De la Campa J, Moreira E, Valdés A. Vitamina A en gestantes evaluadas mediante encuesta dietética e impresión citológica conjuntival. *Rev Cubana Gen Integr* 1996; 12 (3). Disponible en: URL: <http://bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol12-3-96/mgi04396.htm>
- Baker H, DeAngelis B, Holland B, Gittens L, Barrett T. Vitamin profile of 563 gravidas during trimestres of pregnancy. *J Am Coll Nutr* 2002; 21(1):33-7.

Recibido: 27-06-2002

Aceptado: 22-07-2003

## Relación entre la antropometría materna y la ganancia de peso gestacional con el peso de nacimiento, y riesgos de peso bajo al nacer, pequeño para la edad gestacional y prematuridad en una población urbana de Buenos Aires

Carlos A. Grandi

Sector de Epidemiología Perinatal y Bioestadística- Departamento Materno - Infantil. Hospital Ramón Sardá.  
Buenos Aires, Argentina

**RESUMEN.** Para estudiar la relación entre la antropometría materna y la ganancia neta de peso gestacional con el peso de nacimiento, y su asociación con los riesgos de Peso Bajo al Nacer (PBN), Pequeño para la Edad Gestacional (PEG) y Recién Nacido (RN) Prematuro se evaluaron retrospectivamente 9613 registros del Sistema Informático Perinatal (OPS/OMS) del Hospital Sardá entre 1994 y 1995. Criterios de exclusión: muerte fetal, gemelar, malformaciones congénitas, ausencia del control prenatal y falta del registro de peso y talla. Se observó un 9,6% del total de madres y 15% de adolescentes con bajo IMC preconcepcional (media  $24,8 \pm 4,3$  kg/m<sup>2</sup>), mientras que el sobrepeso-obesidad alcanzó al 28%. La ganancia neta de peso (media  $9,25 \pm 4,9$  kg) representó el 16% del peso previo y fue mayor a menor IMC ( $p < 0,001$ ). El peso al nacer (media  $3375 \pm 467$  g) fue menor a menor IMC ( $p < 0,001$ ) y el riesgo de PBN ( $p < 0,05$ ), PEG ( $p < 0,05$ ) y RN Prematuro ( $p = 0,05$ ) fue mayor a menor peso e IMC así cuanto menor era la ganancia neta de peso ( $p < 0,001$ ). El mejor predictor del riesgo de Peso Bajo al Nacer, Pequeño para la Edad Gestacional y RN Prematuro fue el peso preconcepcional "bajo" - 40-51 kg - (OR ajustados 1,72 [IC 95% 1,48-1,95], 2,12 [1,82-2,41] y 1,46 [1,12-1,79] respectivamente). La ganancia neta de peso y diversas variables predictoras no explicaron más del 10,8% de la variabilidad del PN. El peso preconcepcional tendría implicancias en el diseño de futuras estrategias nutricionales a escala poblacional.

**Palabras clave:** Antropometría, gestación, peso de nacimiento, bajo peso, prematuridad.

**SUMMARY.** Relationship between maternal anthropometry and weight gain with birth weight, low birth weight, small for date and prematurity at an urban population of Argentina. To assess the relationship between body mass index and net weight gain during pregnancy with birth weight and the risks of low birth weight, small for date and prematurity 9613 records from Sardá's Perinatal Database between 1994-1995 were reviewed. Exclusion criteria were fetal death, twin pregnancy, congenital malformations, lack of prenatal visits and lack of preconceptional weight and height. 9.6% of mothers and 15% of adolescents presented with low preconceptional BMI (median:  $24.8 \pm 4.3$  kg/m<sup>2</sup>); in contrast, 28% were overweight and obese. Net weight gain (median  $9.25 \pm 4.9$  kg) accounted for 16% of previous weight and was higher with lower BMI ( $p=0.001$ ). Birth weight (median  $3375 \pm 467$  g) decreased with lower BMI ( $p=0.001$ ) and the risks of low birth weight ( $p < 0.05$ ), small for date ( $p < 0.05$ ), and prematurity ( $p=0.05$ ) was independently associated with BMI, and increased ( $p < 0.001$ ) when lower the net weight gain was. The best predictors for low birth weight, small for date and prematurity risks were low preconceptional weight (40-51 kg) (adjusted OR 1.72; [95%CI 1.48-1.95], 2.12 [1.82-2.41] and 1.46 [1.12-1.79] respectively). Net weight gain and several predictive variables did not explain more than 10.8% of the variability of birth weight. Preconceptional weight should have important implications for the design of future nutritional strategies at a population level, especially for adolescents.

**Key words:** Anthropometry, pregnancy, low birth weight, prematurity.

### INTRODUCCION

A pesar de los progresos en la esfera socioeconómica y en el cuidado obstétrico prenatal en los países desarrollados, la tasa de nacimientos de Peso Bajo al Nacer (PBN) se mantiene en alrededor del 6% (1).

En la Argentina esta tasa alcanza valores entre el 7 al 16% del total de nacimientos. Esto representa unos 49.000 a

112.000 niños que demandan asistencia preferencial y que presentan un riesgo elevado de muerte o de morbilidad a corto o largo plazo (2).

En 1990 un informe del Instituto de Medicina (IOM) (3) de los EE.UU. concluyó que la ganancia de peso gestacional se asocia positivamente con el peso de nacimiento (PN) y que los extremos de esta ganancia eran predictores de la mortalidad neonatal, aún después de controlar para la edad gestacional (4-6).

El crecimiento fetal está determinado en parte por características maternas como el peso preconcepcional, talla, nutrición materna, tabaquismo, abuso de alcohol y otras drogas. Además está influenciado por infecciones maternas, la salud del feto, fisiología de la placenta, y la presencia de anomalías congénitas.

El Índice de Masa corporal (IMC: kg/m<sup>2</sup>) preconcepcional ha sido utilizado en numerosos estudios sobre resultados del embarazo, especialmente en la literatura europea y estadounidense (7,8) pero, para nuestro conocimiento, no ha sido evaluado en conjunción con la ganancia total de peso (GTP) y/o la ganancia neta de peso (GNP) en mujeres argentinas por lo que se decidió estudiar sus efectos independientes (IMC, GTP y GNP) sobre diferentes resultados perinatales.

Diversos estudios han demostrado la importancia del riesgo para BPN, PEG y RN Prematuro asociados con en el peso preconcepcional y la ganancia de peso durante el embarazo (9), aunque el mecanismo biológico de la asociación continúan siendo en su mayoría desconocidos. Aquellas mujeres con bajo peso preconcepcional para la talla están expuestas a un riesgo aumentado de resultados perinatales adversos (3).

Intentar explicar cómo la antropometría materna y la ganancia de peso gestacional se asocian con el riesgo de diversos resultados perinatales adversos y cómo podría usarse efectivamente esta información en el cuidado prenatal es lo que nos motivó a realizar la presente investigación. Los *objetivos* del presente estudio fueron: estudiar la relación entre la antropometría materna preconcepcional y la ganancia de peso durante la gestación con el peso de nacimiento, y calcular el riesgo de Peso Bajo al Nacer, Pequeño para la Edad Gestacional y Recién Nacido Prematuro asociado a diferentes condiciones maternas, especialmente la antropometría y la ganancia de peso gestacional.

## MATERIAL Y METODOS

El diseño del estudio fue de tipo observacional y retrospectivo. Los datos fueron recolectados de la Base de Datos del *Sistema Informático Perinatal* (S.I.P., OPS/OMS) (10) del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá de Buenos Aires desde 1988 (cobertura 97,7%). Por consiguiente la unidad de análisis fue el registro de esta Base de Datos. El profesional encargado del volcado de los datos constata la consistencia de los datos, procediendo a su corrección en caso de ser necesario, luego de consultar la Historia Clínica con el médico responsable. A pesar de este doble control, existe un porcentaje pequeño de datos con subregistros e inconsistencias que fueron eliminados para este estudio.

Se incluyó una muestra de 12860 recién nacidos (RN) vivos consecutivos con una edad gestacional (EG) entre 25 y

43 semanas y más de 500 gramos de peso al nacer desde el 1° de enero de 1994 al 31 de diciembre de 1995. Se excluyeron 3247 casos (25,2%) debido a la presencia de muerte fetal, embarazo múltiple, anomalías congénitas y ausencia de cualquier variable usada en este estudio, particularmente el peso materno preconcepcional, la talla y la ganancia de peso. Estas exclusiones llevaron a una muestra final de 9613 casos.

La exclusión de casos por falta de información podría haber introducido sesgos de estimación de los efectos de diferentes factores maternos, debido a que estas mujeres pueden diferir de las que finalmente fueron incluidas tanto en variables mensurables como en aquellas desconocidas. Sin embargo, trabajos previos de Maddala (11) y Meng (12) indican que la exclusión de casos por datos faltantes, sumado al elevado tamaño muestral (n = 9613), no provoca sesgos de estimación en los diferentes modelos.

Para sostener lo anterior seleccionamos de la Base de Datos una muestra aleatoria de mujeres con datos faltantes (n = 1360); éstas presentaron, en comparación con las mujeres con datos completos, una significativa mayor proporción de tabaquismo (8,9% vs 6,7%, p = 0,0003) y PN ligeramente inferior (3211 ± 668 vs 3375 ± 467 g, p < 0,001), mientras que la edad materna, adolescencia, primiparidad, BP anterior, hipertensión, diabetes y sexo del RN no mostraron diferencias estadísticas.

Las variables dependientes (resultados) de este estudio fueron: clasificación del peso al nacer, definiéndose Peso Bajo al Nacer (PBN) menor a 2500 gramos, clasificación de peso según edad gestacional, definiéndose Pequeño para la Edad Gestacional (PEG) si el peso estaba por debajo del percentil 10 para la edad gestacional -usando las Tablas de Referencia locales (13)- y clasificación del recién nacido según la edad gestacional definiéndose Recién Nacido Prematuro al menor de 37 semanas de gestación.

Las variables independientes incluidas fueron: edad materna, paridad, talla, número de cigarrillos fumados por día, hipertensión previa o inducida por el embarazo (cualquier tipo), diabetes (de cualquier grado y duración, incluyendo la diabetes gestacional), edad gestacional y peso pregestacional clasificado en tres categorías (bajo: 40-51 kg, medio: 52-64 kg y alto: ≥ 65 kg), asumiendo que los puntos de corte corresponden al primero y tercer cuartiles de la distribución.

El Índice de Masa Corporal (IMC = peso/talla<sup>2</sup>) preconcepcional se operacionalizó en tres categorías: bajo (≤ 21,54 kg/m<sup>2</sup>), medio (2,55 a 2,57 kg/m<sup>2</sup>) y alto (> 26,57 kg/m<sup>2</sup>) asumiendo que los puntos de corte corresponden al primero y tercer cuartiles de la distribución.

La ganancia total de peso (GTP, en kg) se calculó restando del peso registrado en el último control prenatal el

peso previo al embarazo referido por cada paciente. Si no se dispone del peso corporal medido hasta dos meses antes de la concepción, un sustituto aproximado del peso antes del embarazo puede ser el recuerdo de la madre o una medición efectuada durante el primer trimestre del embarazo (3). En la presente investigación esto se vio corroborado por la elevada correlación entre el peso por recordatorio y el registrado en la 1ª consulta prenatal *antes* de la 20ª semana de gestación ( $r = 0,96$ ,  $R^2 = 92\%$ ,  $p < 0,05$ ).

Debido a que el peso de un recién nacido a término representa aproximadamente más del 25% de la ganancia de peso materna durante la gestación, se calculó la Ganancia Neta de Peso (GNP), sustrayendo el peso al nacer a la GTP y se categorizó en baja (< 6 kg), media (6 - 12 kg) y alta (>12 kg), adoptando como puntos de corte el primer y tercer cuartiles de la distribución.

La duración de la gesta fue calculada a partir del primer día de la última menstruación o una estimación obstétrica basada en el resultado de la ultrasonografía. En caso de dudas se adoptó la edad gestacional por el examen físico del RN calculada utilizando el Índice de Capurro (14).

El análisis bivariado incluyó el test de Student para la diferencia de las medias de variables continuas y el de Kruskal-Wallis para la comparación de medianas.

La contribución independiente (no confundida) de diversos covariados sobre el crecimiento fetal se analizó mediante el análisis de regresión lineal múltiple. Si las variables independientes eran significativas al nivel  $p < 0,01$  en el análisis de regresión lineal simple, entonces eran ingresadas al modelo utilizando el procedimiento "inclusión hacia adelante" (*forward stepwise*).

Debido al elevado sesgo de las distribuciones, la talla, IMC y cigarrillos por día fueron transformadas usando el log<sub>10</sub> y los resultados se expresan luego de su transformación antilogarítmica.

Para el propósito de la modelización en el análisis de regresión se incluyeron las siguientes variables de interacción potencialmente útiles en la predicción del peso de nacimiento: No. cigarrillos cuadráticos, "razón" (GNP/EG), "proporción" (GNP/peso preconcepcional x 100), GTP x talla, GNP x IMC, y GTP x talla.

El peso preconcepcional y la ganancia total del peso fueron forzados en todos los modelos, dada su trascendencia sobre los objetivos del estudio. La hipertensión y la diabetes no se incluyeron como variables independientes en el modelo final debido a que los coeficientes de la regresión no se modificaron sustancialmente al incluirlas, probablemente debido a su baja prevalencia.

Se estimó el riesgo de Peso Bajo al Nacer, Pequeño para la edad gestacional y RN Prematuro de acuerdo a la antropometría materna preconcepcional y la ganancia de peso (variables de exposición) durante el embarazo mediante el

análisis de regresión logística múltiple, ajustando el odds ratio (ORa) para las mismas variables independientes utilizadas en la regresión lineal múltiple. Para evaluar la bondad del ajuste de los modelos se utilizó el "likelihood ratio test" (un estadístico chi cuadrado).

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa Statistica (Version 5,1, Statsoft, Tulsa, OK, USA). Debido al tamaño de la muestra y el número de asociaciones testeadas, solamente un valor  $p < 0,01$  fue considerado estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

La Tabla 1 contiene las estadísticas descriptivas para la madre y el recién nacido, señalando el perfil de marginalidad de las mujeres atendidas: elevada prevalencia de adolescentes, 40% casadas, bajo nivel educativo (84% habían alcanzado menos de 12 años de educación) y edad gestacional a la primera visita avanzada ( $24 \pm 8$  semanas). La relación masculino / femenino y la edad gestacional media de los recién nacidos fue de 1,005 y 39,0 semanas respectivamente. La prevalencia de PBN, RN prematuro y PEG fue del 5.3%, 5.2% y 6.3% respectivamente.

TABLA 1  
Algunas características maternas y neonatales

Variables continuas	
<b>Maternas</b>	
Edad al Parto, años *	25,5 ± 6,2 años
Consultas Prenatales (n) †	7 (4 - 9)
Edad Gestacional última consulta, semanas †	38 (35 - 39)
<b>Neonatales</b>	
Edad Gestacional al parto, semanas *	39,0 ± 1,8
Variables categóricas (%)	
<b>Maternas</b>	
Adolescentes (10-19 años)	17,5
Primigestas	25,4
Antecedente de Bajo Peso	1,6
Antecedente de cesáreas anteriores (≥ 1)	12,8
Fumadoras (> 1 cigarrillo por día)	6,7
Hipertensión previa al embarazo	3,2
Preeclampsia	3,1
Diabetes	5,9
Retardo del Crecimiento Intrauterino	6,3
<b>Neonatales</b>	
Sexo Masculino	50,1

\* Media (DS) † Mediana, 1er y 3er cuartil

El peso preconcepcional promedio se ubicó en  $59,5 \pm 10,9$  kg y la talla en  $1,56 \pm 0,06$  m, mientras que el IMC alcanzó  $24,4 \text{ kg/m}^2$  (IC 95% 24,2 - 24,9). Utilizando el patrón internacional del IMC preconcepcional propuesta por el IOM (3) de los EE.UU. la incidencia de bajo IMC materno ( $<19,8 \text{ kg/m}^2$ ) alcanzó 9,68% mientras que la del sobrepeso/obesidad ( $\geq 26,1 \text{ kg/m}^2$ ) ascendió a 28,5%. La mediana de la ganancia total de peso se ubicó en 12 kg (9 - 16) mientras que la de la ganancia neta fue menor, 9 kg (6 - 12), representando el 16% del peso previo y fue mayor a menor IMC ( $p < 0,001$ ). El peso medio al nacer fue de  $3375 \pm 467$  gramos y fue menor a menor IMC ( $p < 0,001$ ).

La Tabla 2 resume la predicción del peso de nacimiento a partir de diferentes variables maternas utilizando el modelo de regresión lineal simple. Todas fueron significativas excepto cigarrillos por día. Los mayores efectos sobre el PN se observaron con el IMC (0,390 kg por cada  $\text{kg/m}^2$  materno al comienzo del embarazo) y la ganancia neta de peso ajustada para la edad gestacional, evitando de esta manera el sesgo de la prematuridad (0,393 kg por cada kg ganado por semana de EG). Como era previsible el hábito de fumar ejerció un efecto negativo (disminución) sobre el peso de nacimiento. En general los valores  $R^2$  hallados fueron pequeños y explicaron entre el 1% y 5% de la variabilidad del peso al nacer.

TABLA 2  
Predicción del Peso de Nacimiento (kg) según el Modelo de Regresión Lineal Simple

Variables independientes	$\beta^*$	ES †	p	$R^2 \ddagger$
Edad (año)	0,007	0,0008	<0,001	0,007
Gestas anteriores	0,083	0,010	<0,001	0,007
Peso preconcepcional	0,207/ kg	0,009	<0,001	0,042
Talla ( $\log_{10}$ )	2,12/ m	0,293	<0,001	0,005
IMC ( $\log_{10}$ )	0,39/ $\text{kg/m}^2$	0,072	<0,001	0,037
Cigarrillos/ día ( $\log_{10}$ )	-0,05	0,045	0,266	0,001
Nº cons. Prenatales	0,028	0,002	<0,001	0,017
Ganan. de peso	0,216/ kg	0,010	<0,001	0,046
Gan. neta de peso	0,133/ kg	0,011	<0,001	0,017
Razón (G. neta/ EG)	0,393	0,043	<0,001	0,009
Proporción ( $G. \text{ peso} \times 100$ ) peso	0,132	0,010	<0,001	0,017

\*  $\beta$  : coeficiente beta (pendiente)

† ES : error estándar

‡  $R^2$  : Coeficiente de determinación

En un intento de mejorar la predicción del PN se exploraron varios modelos de regresión lineal múltiple, ingresando en forma secuencial desde tres hasta cinco variables independientes del modelo de regresión lineal

simple. El modelo con mayor predicción se observa en la Tabla 3. La segunda columna ( $\beta$ ) representa el coeficiente de regresión parcial o pendiente, que estima el efecto independiente de cada variable (controlada para todas las otras variables independientes) sobre el peso de nacimiento.

TABLA 3  
Predicción del Peso de Nacimiento (g) según el Modelo de Regresión Lineal Multivariada \*

Variable predictora	$\beta \dagger$	p	$R^2$ a (Total)
Peso habitual (kg)	10,4	<0,001	
Talla (m)	-60,6	0,409	
Ganancia de peso (kg)	15,8	<0,001	
Edad gestacional (sem)	178	<0,001	0,373

\* a (ordenada al origen): -4,360

†  $\beta$  : coeficiente beta (pendiente)

Error Estimado: 411

p <0,001

Ejemplo de Predicción del Peso al Nacer a partir del modelo:

PN (g) = -4360 + 10,4 (55 kg) + [-60,6] (1,60 m) + 15,8 (7 kg) + 178 (38 semanas) = 2989 g

El mayor efecto sobre el PN se observó con la edad gestacional; por cada semana de gestación, cada kg de peso preconcepcional y cada kg de ganancia de peso materna durante la gestación, el peso de nacimiento predicho se incrementaba alrededor de 180 gramos, 10 gramos y 16 gramos respectivamente. La inclusión de la edad materna, hipertensión, preeclampsia y diabetes no mejoraba sustancialmente el ajuste del modelo (datos no presentados).

Estos resultados señalan que el modelo de regresión múltiple predecía mejor el peso de nacimiento que el modelo de regresión lineal simple ya que la proporción total de la varianza explicada alcanzó el 37% -vs 4,2%- y era estadísticamente significativa. Como ejemplo y utilizando los modelos presentados en la Tabla 3 se pudo predecir un peso de nacimiento de aproximadamente 3000 g al término que, comparado con el estándar de peso para la edad gestacional de la Maternidad Sardá (13), difirió en sólo un 3,8% (3000 g vs 3120 g respectivamente [percentilo 50]).

En el análisis univariado el riesgo de PBN ( $p < 0,05$ ), PEG ( $p < 0,05$ ) y RN Prematuro ( $p = 0,05$ ) fue mayor a menor peso e IMC y también fue mayor cuanto menor era la ganancia neta de peso ( $p < 0,001$ , datos no presentados).

Los tres modelos del análisis de regresión logística múltiple, que incluyeron cinco variables independientes consideradas relevantes, mostraron un excelente ajuste ( $p < 0,001$ ) (Tabla 4).

**TABLA 4**  
OR ajustado (y su intervalo de confianza al 95%)  
para Peso Bajo al Nacer, pequeño para la Edad  
Gestacional y recién nacido prematuro según el Modelo  
de Regresión Logística Múltiple \*

Variable independiente	Peso Bajo al Nacer	PEG †	PP ‡
Peso habitual (40-51 kg)	1,72 (1,48-1,95)	2,12 (1,82-2,41)	1,46 (1,12-1,79)
Talla (m)	0,44 (-1,26-2,14)	0,35 (-1,16-1,86)	0,41 (-1,31-2,13)
Gan. Neta Peso (kg)	0,94 (0,92-0,96)	0,95 (0,93-0,97)	0,93 (0,90-0,95)
Gestas previas (n)	0,99 (0,93-1,04)	0,88 (0,81-0,92)	1,05 (1,00-1,10)
Cigarrillos/día (n)	1,03 (1,01-1,05)	1,04 (1,01-1,05)	—

\* Likelihood Ratio Test : 2971 [Chi 2 : 59,6] (p < 0,001) para Peso Bajo ; 3683 [Chi 2 : 92,6] (p < 0,001) para PEG y 2972 [Chi 2 : 45,9] (p < 0,001) para RN prematuro.

† PEG: Pequeño para la Edad Gestacional

‡ PP: recién nacido prematuro

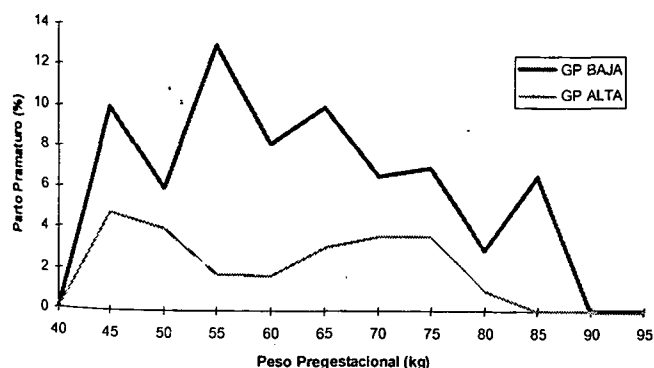
† p < 0,01

De manera consistente el peso bajo preconcepcional (40-51 kg) y la ganancia neta de peso se asociaron con riesgos estadísticamente significativos (en la dirección esperada) para los tres resultados perinatales y paralelan lo observado en los modelos de regresión lineal. Aparte de ser estadísticamente no significativa las gestas previas (excepto para PEG) y el hábito de fumar mostraron riesgos alterados de escasa magnitud.

En la Figura 1 se puede apreciar que los incrementos de peso suficientemente altos ( $\geq 16$  kg) durante la gestación, en comparación con los bajos ( $\leq 9$  kg), eliminan totalmente el efecto del peso pregestacional sobre la prevalencia del parto prematuro hasta alcanzar el límite del sobrepeso / obesidad en que caen abruptamente.

**FIGURA 1**

Incidencia de parto prematuro según peso pregestacional y ganancia de peso gestacional (GP Baja: ganancia de peso < 9 kg; GP Alta: ganancia de peso  $\geq 16$  kg)



## DISCUSION

Este estudio muestra que tanto la antropometría materna así como la ganancia de peso inadecuada durante el embarazo son predictoras de diferentes resultados perinatales –Peso al Nacer, Pequeño para la Edad Gestacional y Prematurez-ajustadas para diversas condiciones reconocidas por afectar el crecimiento fetal, confirmando los hallazgos de otros autores sobre los efectos de diversas variables maternas sobre el crecimiento fetal y la duración de la gestación (15,16).

En comparación con el patrón de referencia de la OMS (1983) que especifica un peso de 55 kg y una talla de 16,7 cm para una mujer tipo no embarazada, en los países en vías de desarrollo, como la Argentina, la mayoría de las mujeres tienen promedios inferiores. Los valores de nuestro estudio difieren fundamentalmente en la talla y al compararlos con los resultados de una encuesta nutricional de 263 embarazadas efectuada en cinco Centros de Salud pertenecientes a hospitales públicos de la ciudad de Buenos Aires (17), se pudo comprobar una mayor prevalencia de mujeres con talla baja (< 150cm, 25% vs 9,5%). Esto sería el reflejo de una pequeña pero importante contribución genética, pero principalmente una desnutrición crónica que comenzó, en alguna de ellas, en la vida intrauterina y luego perpetuadas hasta la edad reproductiva por la carencia marginal de energía y nutrientes, a la reiteración de procesos infecciosos agudos y a las condiciones socioeconómicas desfavorables en que vive la niña, además de cierta restricción en el tamaño de la pelvis.

El segundo problema nutricional detectado en este estudio en términos de frecuencia fue el sobrepeso, coincidiendo con una encuesta antropométrica realizada en la ciudad de Buenos Aires (18) sugiriendo cambios en la conducta alimentaria de la población joven.

Una limitación del presente estudio es que los cuartiles del IMC y la ganancia de peso utilizados con fines de modelización podrían haber sido demasiado rígidos como predictores para permitir la detección de una más sólida asociación entre el peso al nacer y el IMC o la ganancia de peso. La exclusión del IMC en los modelos de predicción del PN (Tabla 3) y estimación de riesgos (Tabla 4) podría explicarse por su colinealidad con el peso y la talla.

La relativamente baja prevalencia de PBN, PEG y RN prematuro en comparación con la población general asistida (19) se atribuye a los criterios de selección adoptados.

Una probable explicación de la falta de asociación estadística entre la talla materna con el peso de nacimiento y los riesgos de PBN, PEG y RN prematuro es que esta asociación estaría mediada por el peso preconcepcional así como por el bajo peso para la talla. Así, se observó una elevada prevalencia de sobrepeso/obesidad en mujeres de talla baja en comparación con las de talla normal (43,3% vs 28,5%, p < 0.001).

Esto concuerda con el estudio de Adair (20), mientras que Stein demostró que la talla no modificaba la incidencia de la prematuridad, aunque su incremento reducía las tasas de RCIU. (21). Por último estudios recientes incluyendo un metanálisis concluyen que la estatura materna aisladamente no es un buen predictor del peso de nacimiento, sino de complicaciones en el trabajo de parto (22-24).

Los efectos del peso preconcepcional, talla y ganancia de peso, aunque pequeños en magnitud (10 a 60 g), son importantes desde el punto de vista clínico. De todos modos, solamente una pequeña fracción de la varianza del PN era explicada utilizando diferentes medidas. En el estudio del *National Collaborative Perinatal Project* (25), sobre una muestra de 7829 mujeres blancas que incluían en el modelo al peso previo, ganancia de peso, cigarrillos por día, talla, nivel socioeconómico y tensión arterial sistólica se halló un  $R^2$  ajustado = 0,386 para la predicción del PN, valor prácticamente similar al calculado en el presente estudio (0,373).

Nuestros resultados también se corresponden con lo comunicado por Hickey en que el modelo de regresión explicaba como máximo el 32% ( $p < 0,004$ ) de la variabilidad del PN, ajustado a una baja ganancia de peso por trimestre, edad, talla, IMC, tabaquismo, alcohol, RN previo con PN  $< 2750$  gramos y sexo (26).

Por consiguiente una de las principales conclusiones de este estudio es que una proporción de la variabilidad del PN a diferentes edades gestacionales permanece sin explicación. Parte de esta variabilidad podría reflejar errores aleatorios en las mediciones (especialmente la talla, aunque su *coeficiente de variación* es bajo -3.8%), pero la mayoría representa verdadera variabilidad biológica, cuyas causas no pueden indagarse con el presente diseño.

El hecho de que en el modelo logit (Tabla 4) la única condición materna asociada con un incremento *biológicamente* importante del riesgo de procrear un RN con peso menor a 2500 gramos, pequeño para la edad gestacional o prematuro fue el peso preconcepcional entre 40 y 51 kg - para este estudio categorizado como *bajo*- concuerda con el estudio colaborativo de la OMS (22).

El hallazgo de un elevado riesgo de PEG en mujeres portadoras de peso bajo coincide con las evidencias de que cuanto mayor es la incidencia de *peso bajo al nacer* en una población, mayor es la proporción del PEG, permaneciendo relativamente constante el número de RN prematuros. Por esto las investigaciones sobre *factores de riesgo* asociados al PBN en países "emergentes o en desarrollo" como la Argentina deberían enfocarse hacia el PEG (27).

La ganancia neta de peso, aunque estadísticamente significativa, presentó un mínimo efecto protector, es decir, que por cada 1 kg de aumento de peso durante la gestación el riesgo de peso bajo al nacer disminuía en promedio 0,06

unidades. Debido a que la ganancia total de peso se registra hasta el comienzo del trabajo de parto prematuro algunos autores (28) postulan que sería inapropiado el uso de la ganancia neta de peso a raíz de que no correspondería sustraer el peso de nacimiento de la ganancia total porque en la mayoría de los casos de internación con amenaza de parto prematuro el peso fetal (desconocido) es sustancialmente menor que al momento del nacimiento. Sin embargo, al repetir el modelo utilizando la ganancia total en lugar de la neta el OR ajustado no varió significativamente (datos no presentados).

Varios estudios han demostrado que la ganancia inadecuada de peso durante la segunda mitad de la gestación es predictor de resultados perinatales adversos (29-30). Sin embargo, no existe un claro mecanismo biológico que soporte un rol causal de la escasa ganancia de peso, aunque en el caso de parto prematuro podría ser un "marcador", como lo destaca una revisión crítica de esta relación (31). Una baja ganancia de peso reflejaría una inadecuada ingesta durante el embarazo y, consecuentemente, de necesidades básicas insatisfechas; esto desencadenaría la producción local de prostaglandinas y parto prematuro (32).

Sin embargo la controversia surge cuando estas evidencias se intentan extrapolar a comunidades con bajos recursos. Así Kusin y col. estudiando una población de 982 mujeres y sus RN de Java, sostienen que no hay acuerdo aun en la relación entre la nutrición materna y los resultados reproductivos en comunidades con ingesta calórica marginal, ya sea ésta estacional o crónica. La opinión actual, sostiene este autor, es que los requerimientos energéticos para la reproducción son relativamente bajos y pueden compensarse por mecanismos protectores como una baja tasa metabólica basal y disminución de la actividad física durante el embarazo (33).

De manera similar el hábito de fumar durante la gestación, aunque mostró un leve incremento del riesgo, no detectó ningún efecto biológico destacable a pesar de la significación estadística.

Debido a que los factores antropométricos y nutricionales operan presumiblemente durante toda la gestación, nuestros resultados no resuelven la especificidad y momento de la malnutrición materna u otras influencias adversas ambientales (además de la hipertensión arterial, tabaquismo, etc.) sobre el tamaño al nacer.

Como implicancias para la Salud Pública en el logro del peso de nacimiento óptimo el presente estudio sugiere que se requiere una diferencia cuantitativa en el estado nutricional materno *antes* del embarazo y mantenido *a través* de la gestación. Por último los resultados emergentes del presente estudio podrían emplearse en el diseño de estrategias nutricionales que impacten sobre los resultados perinatales de la población atendida por nuestro hospital.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr Alejandro O'Donnell por su permanente apoyo y lectura crítica del manuscrito, así como a las madres y sus hijos incluidos en la población estudiada.

## REFERENCIAS

1. Belizán JM, Lede R, Campodónico L, Alarcón M. Inequalities in maternal health: A pattern in developing countries. En: Lilgestrand J, Poverly WG, editors. *Maternal health care in an international perspective*. Uppsala University press, Uppsala, Sweden; 1992. p. 189-201.
2. Programa Nacional de Estadísticas de Salud. *Estadísticas Vitales. Información Básica – 1996. Serie 5, N° 40*. Ministerio de Salud y Acción Social. República Argentina; 1997.
3. Institute of Medicine (United States). Subcommittee on Nutrition Status and Weight Gain During Pregnancy. *Nutrition during pregnancy: Weight gain and nutrient supplements*. National Academy Press. Washington, DC. 1990; part 1: 27-233.
4. Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación. *Propuesta Normativa Perinatal. Atención del embarazo normal, parto de bajo riesgo y atención inmediata del recién nacido: Detección de las alteraciones del crecimiento fetal*. Argentina. 1993; Tomo I: 61-63.
5. American Academy of Pediatrics, American College of Obstetricians and Gynecologists. *Guidelines for Perinatal Care*. American Academy of Pediatrics. Evanston, Illinois; 1983.
6. Weiss W, Jackson EC. Factores maternos que afectan el peso al nacer. En: Organización Panamericana de la Salud, editores. *Factores perinatales que afectan el desarrollo humano*. Publicación Científica 185. Washington, D.C.; 1972. p. 54-58.
7. Abrams B, Selvin S. Maternal weight gain pattern and birth weight. *Obstet Gynecol* 1995; 86:163-169.
8. Francois PJ, James WT. An assessment of nutritional factors affecting the BMI of a population. *European Journal of Clinical Nutrition* 1994; 48 (Suppl 3): 110 - 114.
9. Siega-Riz AM, Adair LS, Hobel CJ. Institute of Medicine *Maternal Weight Gain Recommendations and Pregnancy outcome in a predominantly hispanic population*. *Obstet Gynecol* 1994; 84:565-573.
10. Díaz AG, Schwarcz R, Díaz Rosello JL, Simini F. *Sistema Informático Perinatal. Publicación Científica del CLAP 1203. OPS/OMS. Montevideo, 1990*.
11. Maddala GS. *Limited dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge University Press, New York; 1983.
12. Meng, CL, Schmidt P. On the cost of partial observability in the bivariate probit model. *Int Econom Rev* 1985; 26: 71-85.
13. San Pedro, M, Grandi C, Larguía, A.M, Solana C. *Estándar de Peso para la Edad Gestacional en 55706 recién nacidos sanos de una maternidad pública de Buenos Aires*. *Medicina (Buenos Aires)* 2001; 61:15-22.
14. Centro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humanos (CLAP, OPS/OMS). *Tecnologías Perinatales. Public Científ No. 1202. Montevideo, Uruguay, 1990*.
15. Susser M, Stein Z. Timing in prenatal nutrition: A reprise of the Dutch Famine Study. *Nutr Rev* 1994; 52:84-94.
16. Kramer MS, Determinants of low birth weight: Methodological assessment and meta-analysis. *Bull WHO* 1987; 65: 663-737.
17. Vartabedian R. *Encuesta Nutricional de Embarazadas*. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Secretaria de Salud. Departamento Materno-Infanto-Juvenil. 1999
18. Calvo E. *Encuesta Antropométrica en menores de 6 años bajo Programa Materno Infantil*. Ministerio de Salud. Dirección Materno Infantil. Buenos Aires, Argentina. 1993-1996.
19. Grandi C, Penzotti A, Larguía M, Simini F, Chiesa M, Ballicora, et al. Diez años de registros continuos con el Sistema Informático Perinatal. *Rev Hosp. Mat Inf Ramón Sardá* 1998; 17:110-120.
20. Adair L, Popkin B. Birth weight, maturity and proportionality in Filipino infants. *Human Biol* 1988; 60:319-339.
21. Stein Z, Susser M, Saenger G, et al. *Famine and Human Development*. Ney York, Oxford University Press, 1975.
22. World Health Organization. WHO Collaborative Study. *Maternal anthropometry and pregnancy outcomes*. Bulletin of the WHO, supplement vol 73, 1995.
23. Krasovec K, Anderson MA ed. *Nutrición Materna y Resultados del Embarazo: Evaluación Antropométrica*. Organización Panamericana de la Salud/ OMS. Publicación Científica No. 529. Washington, DC; 1990.
24. Comité de Expertos de la OMS. *El estado físico: Uso e interpretación de la antropometría*. OMS, Serie de informes técnicos; 854. Ginebra, Suiza; 1995.
25. Garn S, Sullivan T. Re-analysis of antecedent and outcome data from the National Collaborative Perinatal Project. *WHO Bulletin OMS* 1995; Supplement Vol.73: 82-84.
26. Hickey C, Cliver S, McNeal S. Prenatal weight gain patterns and spontaneous preterm birth among nonobese black and white women. *Obstet Gynecol* 1995; 85:909-914.
27. Villar J, Altonelli L, Kestler E et al. A health priority for developing countries: the prevention of chronic fetal malnutrition. *Bulletin of the World Health Organization* 1986; 64:847-851
28. Kramer M, McLean F, Eason E. Maternal nutrition and spontaneous preterm birth.. *Am J Epidemiol* 1992;139:574-583.
29. Goldenberg RL, Thom E, Moawad A, et al. The preterm prediction study: Fetal fibronectin, bacterial vaginosis, and peripartum infectio. *Obstet Gynecol* 1996; 87: 656-660.
30. Abrams B, Newman V, Key T et al. Maternal weight gain and preterm delivery. *Obstet Gynecol* 1989; 74:577-583.
31. Carmichael S, Abrams B. A critical review of the relationship between gestational weight gain and preterm delivery. *Obstet Gynecol* 1997; 89: 965-873.
32. Luke B, Dickinson C, Petrie R. Intrauterine growth: correlations of maternal nutritional status and rate of gestational weight gain. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1981; 12: 113-121.
33. Kusin JA, Kardjati S, Renqvist UH. Maternal body mass index: the functional significance during reproduction. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48:551-567.

Recibido : 25-02-2002

Aceptado : 24-04-2003

## Exceso de peso y su relación con presión arterial alta en escolares y adolescentes de Medellín, Colombia

Rosa Magdalena Uscátegui Peñuela, Jaime Alberto Pérez Giraldo, Juan Carlos Aristizábal Rivera,  
Jesús Antonio Camacho Pérez

Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina. Escuela de Nutrición y Dietética. Medellín-Colombia

**RESUMEN.** Se hizo un estudio tipo cross - sectional para buscar asociación entre exceso de peso por el indicador índice de masa corporal ( $\geq$  p85 de las tablas de Must), con presión arterial sistólica y diastólica alta ( $\geq$  p90 de las tablas del Task Force Blood Pressure Control in Children). La muestra la conformaron 1253 hombres y 1358 mujeres, entre 6 y 18 años de la Ciudad de Medellín, Colombia. El exceso de peso fue del 14.3% para los hombres y 13.7% para las mujeres, con mayor prevalencia en el grupo de 6 a 9 años, en ambos sexos. La prevalencia de presión arterial diastólica alta fue significativamente mayor en los hombres (4.9%) que en las mujeres (2.9%) ( $p=0.007$ ) y la de presión arterial sistólica alta no mostró diferencias estadísticas entre hombres (1.6%) y mujeres (1.0%) ( $p=0.203$ ). Existe asociación estadística entre índice de masa corporal  $\geq$  p85 con presión arterial sistólica alta (RP 4.04; IC 2.03-8.04) y con presión arterial diastólica alta (RP 3.44; IC 2.32-5.09). **Palabras clave:** Exceso de peso, presión arterial alta, índice de masa corporal, escolares y adolescentes.

**SUMMARY.** Excess of weight and their relationship with high blood pressure in schoolchildren and adolescents of Medellín, Colombia. A cross sectional study was carried out in order to investigate the association between excess weight based on body mass index ( $\geq$ p85 Must scales), and high diastolic and systolic blood pressure ( $\geq$  p90 Task Force Blood Pressure Control in Children scales). The sample consisted of 1253 male and 1358 female, aged 6 -18 years in the city of Medellín, Colombia. Excess weight was observed in 14.3% of males and 13.7% of females, with higher prevalence at 6 to 9 years old in any gender. Diastolic high blood values were significantly higher in males (4.9%) when compared to females (2.9%) ( $p=0.007$ ), and high systolic values were found similarly in males (1.6%) and females (1.0%) ( $p=0.203$ ). This study confirmed the statistically significant association between high body mass index ( $\geq$  p85) and high systolic (RP 4.04; IC 2.03-8.04) and diastolic (RP 3.44; IC 2.32-5.09) blood pressure.

**Key words:** Overweight, body mass index, high blood pressure, schoolchildren, adolescents

### INTRODUCCION

En la ciudad de Medellín y su área metropolitana (Colombia), el infarto agudo del miocardio fue la segunda causa de mortalidad general (11.2%) durante 1996 y la enfermedad cerebrovascular, la cuarta (4.7%) (1). La hipertensión arterial (HTA) es un factor de riesgo importante para la enfermedad cardiovascular (ECV) y el principal de la enfermedad cerebrovascular. La hipertensión esencial es el resultado de un proceso que se instala temprano en la vida del individuo, en el estudio de Muscatine se observó que los niños con presión arterial sistólica (PAS) mayor o igual al percentil 90 ( $\geq$ p90) de los valores de referencia del Task Force Blood Pressure Control in Children (TFBPCC) (2) para la edad y sexo, tenían 2,5 veces más riesgo de presentar HTA en la vida adulta que los niños con valores de PAS en el p50

(3). La prevalencia de cifras de PA en escolares y adolescentes, ubicados por encima del percentil 95 ( $p>95$ ) de los datos de referencia del TFBPCC, en niños de Estados Unidos fueron 4.4% para la sistólica y 3.2% para la diastólica (4), la proporción de niños portugueses del mismo grupo de edad, con PA alta ( $\geq$ p90) fue del 5.2% (5) y en escolares de Kuwait la HTA fue del 5% (6), infortunadamente no tenemos datos disponibles de hipertensión en niños Colombianos y en particular de Medellín.

La obesidad conlleva al desarrollo de las alteraciones en el perfil lipídico; es el mayor determinante de la HTA en los niños y factor predisponente a la HTA del adulto (3). La identificación y el manejo de la obesidad durante los primeros años de la vida son importantes, puesto que existe correlación significativa entre el índice de masa corporal (IMC) que se tiene durante la adolescencia y el que se alcanza en la vida adulta. Los sujetos que a los 18 años tenían un IMC por encima del percentil 60 ( $p>60$ ), tenían 34% de probabilidad de tener sobrepeso a los 35 años si eran hombres, y 37% si eran mujer (7). La obesidad adquirida durante la

Entes financiadores: Universidad de Antioquia, Dirección Seccional de Salud de Antioquia y Organización Panamericana de la Salud.

adolescencia, fue mejor predictor de riesgo de enfermedad isquémica del corazón y aterosclerosis, que la adquirida en la vida adulta (8,9).

La asociación entre IMC con PA alta e HTA se ha documentado en diferentes grupos de edad, aún desde edades tempranas como lo señala un estudio en niños preescolares de 8 ciudades de China, que reportó correlación positiva entre IMC con PAS y PAD (10), igualmente un meta-análisis de 45.0000 escolares y adolescentes; participantes en 8 estudios epidemiológicos de Estados Unidos, reveló que los sujetos ubicados en el decil superior de IMC tenían mayores prevalencias de PAS y PAD altas ( $p=90$  de la población del TFBPCC, en comparación con quienes estaban en el decil inferior (4).

En la ciudad de Medellín no se dispone de información actualizada sobre las prevalencias de PA alta y el exceso de peso, en la población escolar y adolescente. Un estudio realizado en 1980 en escolares de Medellín, señaló que el 12.5% de los hombres y mujeres, entre 5 y 13 años tenían sobrepeso ( $>110\%$  y  $<120\%$  de adecuación del peso para la talla según las normas del National Center for Health Statistics de 1977) (11) y 5.6% de los hombres y el 9.0% de las mujeres tenían obesidad ( $\geq 120\%$  adecuación P/T) (12); es necesario conocer como han cambiado los problemas de exceso de peso durante los últimos 20 años, en los cuales ha aumentado la prevalencia de ECV en la región. Igualmente, es importante conocer la prevalencia de PA alta en este grupo poblacional, lo mismo que su relación con el exceso de peso.

## MATERIALES Y METODOS

### Identificación y selección de sujetos

El estudio se realizó en una muestra representativa de la población escolarizada según edad, género, tipo de colegio y estrato socioeconómico, con un nivel de confianza del 95% (Normal  $1 \geq Z$ ) y un error de muestreo del 2%. La conformaron 1253 hombres y 1358 entre 6 y 18 años; seleccionados mediante un muestreo multietápico: las 16 comunas de Medellín, Antioquia, Colombia, conformaron cada uno de los estratos; se establecieron dos conglomerados integrados por los colegios oficiales y privados y por último se hizo una selección aleatoria entre los escolares y adolescentes de los colegios con jornada diurna; ubicados en la zona urbana de la ciudad. Los colegios participantes tenían autorización de la Secretaria de Educación de Medellín y los escolares el consentimiento por escrito, de los padres o adultos responsables de ellos. Se consideraron niños en edad escolar los que estaban entre 6 y 9 años y adolescentes entre 10 y 18 años.

### Tipo de estudio

El estudio es de tipo cross - sectional, en el cual se evaluó la asociación estadística entre exceso de peso y PA alta; se

consideró como evento tener PAS o PAD  $\geq p90$  de las tablas del TFBPCC y el riesgo fue tener IMC  $\geq p85$  de los valores publicados por Must et al en 1991 (13).

### Evaluación antropométrica

Las mediciones se hicieron de acuerdo con la técnica unificada por un grupo de expertos internacionales (14), previa capacitación y estandarización de los evaluadores. El peso corporal se midió con una balanza Detecto® electrónica de 200 kg de capacidad y 0.1 kg de sensibilidad y se registró en kg con un decimal. La talla se midió con un tallímetro de madera con 220 cm de capacidad y 0.1 cm de sensibilidad. Cada medida antropométrica se evaluó y registró dos veces, cuando las diferencias entre las dos medidas sobrepasaron 0.1 kg para el peso o 0.5 cm para la talla, se repitió la medición. Se clasificó como sobrepeso si el IMC se ubicaba  $\geq p85$  y  $< p95$  de los valores de referencia según edad y sexo y como obesidad  $\geq p95$  de los valores en mención (13). Para el análisis cross - sectional se consideró exceso de peso tener IMC  $\geq p85$  de los valores publicados por Must et al en 1991, que agrupa las categorías de sobrepeso y obesidad (13).

### Medición de la presión arterial (PA)

La toma de la presión se realizó entre las 7 y las 10 de la mañana, los sujetos habían desayunado y no habían realizado actividad física intensa. Se tomó con un tensiómetro de mercurio marca Riester® con brazaletes de cuatro tamaños diferentes, con una vejiga que cubría el 40% de la circunferencia del antebrazo, con la técnica descrita en el TFBPCC. Se midió en el brazo derecho con el antebrazo a la altura del corazón y el niño en posición sentado, previo reposo de cinco minutos. En los menores de 13 años se registraron el primero y cuarto ruidos de Korotkoff como PAS y PAD, respectivamente. En los mayores de 13 años se tuvo en cuenta el primero y quinto ruidos como PAS y PAD, respectivamente. La PA la midieron dos médicos, un pediatra y un especialista en medicina deportiva, previa estandarización. Los valores se compararon con la población de referencia del TFBPCC y se clasificaron de acuerdo con los puntos de corte propuestos por el mismo así: HTA  $\geq p95$  y PA normal alta  $\geq p90$  y  $< p95$ . Los valores de las categorías PA normal alta e HTA se agruparon con la denominación PAS y PAD altas ( $\geq p90$ ) (2).

### Análisis estadístico

Para describir la población se usaron los valores promedio del peso, la talla, la PAS y la PAD, según edad y sexo. En la comparación de la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre hombres y mujeres y entre escolares y adolescentes, se utilizó el Chi<sup>2</sup>. Para buscar la relación estadística entre peso con PAS y PAD se aplicó la prueba de Rho de Spearman, puesto que el peso no presentó distribución estadística nor-

mal y para explorar la asociación entre PA y talla se aplicó la correlación de Pearson. La comparación entre las prevalencias de PAS alta y PAD alta, según sexo y entre escolares y adolescentes, también se hizo por Chi<sup>2</sup>. Para buscar asociación estadística entre PAS alta y PAD alta con exceso de peso se calcularon las razones de prevalencia y los intervalos de confianza. El nivel de significancia aceptado para todas las pruebas fue  $p < 0.01$ . Se usó el programa estadístico Epiinfo versión 6 y SPSS.

## RESULTADOS

### Descripción de la población

Los promedios y las desviaciones estándar de peso, talla, PAS y PAD, por edad y sexo se presentan en la Tabla 1. Los promedios de peso de los varones y las niñas de Medellín se ubicaron cerca del percentil 50 de la población de referencia del NCHS (Nacional Center For Health Statistics) de 1975 (11) en el grupo de 6 a 7 años, a medida que aumentaba el grupo de edad se acentuaba la desviación hacia abajo hasta quedar en el grupo de 15 a 18 por debajo del p50 en las mujeres y por debajo del p25 en los hombres. En los dos sexos los promedios de talla fueron inferiores a los del NCHS en todos los grupos de edad, con diferencias más grandes en el grupo de mayor edad, en el cual el promedio de talla de los varones de Medellín se ubicó ligeramente por encima del percentil 25 del NCHS y en las niñas el promedio de talla coincidió con el percentil 10 de la población de referencia.

TABLA 1

Distribución de los promedios y desviación estándar de peso, talla, presión arterial sistólica y diastólica, según edad y sexo, en los niños escolares y adolescentes de Medellín

Grupo de edad		n	Peso kg	Talla cm	PAS mm Hg	PAD mm Hg
Años						
<b>Hombres</b>						
6-7	236	23.3± 4.4	119.4± 5.8	96.5± 8.1	59.5± 7.4	
8-9	259	27.2± 5.2	128.3± 5.9	96.8± 8.0	62.3± 7.4	
10-11	247	32.9± 6.5	137.7± 5.9	99.3± 8.3	63.3± 7.0	
12-13	166	42.2± 9.6	150.5± 8.8	103.4± 9.5	65.3± 7.5	
14-15	148	50.3± 9.9	161.2± 8.8	107.3± 10.2	67.4± 7.9	
16-18	198	59.9± 10.3	170.1± 6.0	112.4± 10.7	70.7± 7.6	
<b>Mujeres</b>						
6-7	226	22.5± 3.7	118.2± 5.1	95.0± 7.3	60.8± 6.7	
8-9	273	27.8± 5.1	129.0± 6.1	96.8± 8.0	62.1± 6.9	
10-11	262	34.2± 7.1	139.8± 7.3	99.3± 8.2	63.4± 7.0	
12-13	181	43.9± 7.7	151.5± 6.6	103.0± 8.7	63.9± 6.8	
14-15	180	49.9± 6.9	156.0± 5.9	104.5± 9.2	65.5± 6.3	
16-18	235	52.8± 7.3	156.9± 6.2	105.9± 8.7	67.1± 7.1	

PAS = Presión arterial sistólica alta PAD = Presión arterial diastólica alta

Tanto la PAS como la PAD se correlacionaron positivamente con el peso y la talla en los dos sexos. La

asociación se encontró en los hombres entre PAS con peso ( $r=0.577$ ) y con talla ( $r=0.570$ ). La asociación más débil se observó en las mujeres, entre PAD con peso ( $r=0.343$ ) y con talla ( $r=0.294$ ) (Tabla 2.)

TABLA 2

Coefficientes de correlación entre presión arterial sistólica y presión arterial diastólica con peso y estatura

Variable antropométrica	PAS mm de Hg*		PAD mm de Hg*	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Peso kg <sup>†</sup>	0.577	0.485	0.469	0.343
Talla cm <sup>‡</sup>	0.570	0.418	0.469	0.294

\* En todos los casos el valor de p fue  $< 0.0001$

† Rho de Spearman ‡ Coeficiente de correlación de Pearson

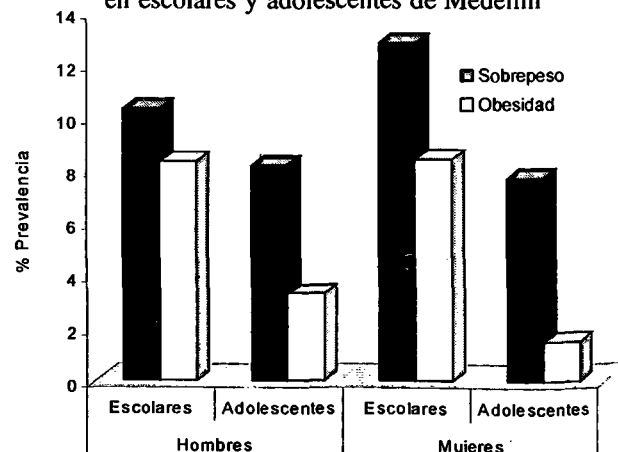
### Prevalencia de sobrepeso y obesidad

La prevalencia de sobrepeso fue mayor que la de obesidad en los dos sexos. Las diferencias por sexo no fueron significativas entre los escolares ( $p=0.222$ ), ni entre los adolescentes ( $p=0.723$ ). La prevalencia de sobrepeso en los hombres no fue estadísticamente diferente, entre los escolares y los adolescentes ( $p=0.19$ ); por el contrario, en las mujeres se presentó mayor proporción de sobrepeso en las escolares (12.8%), que en las adolescentes (7.7%) ( $p < 0.001$ ).

En los dos sexos, el grupo de escolares presentó mayor prevalencia de obesidad: 8.3% para los hombres escolares versus el 3.3% para los adolescentes ( $p < 0.0001$ ); en las mujeres estas diferencias fueron mayores, con valores de 8.4% para las escolares y sólo el 1.5% para las adolescentes ( $p < 0.0001$ ). La prevalencia de obesidad en los escolares fue cercana al 8% en los dos sexos ( $p=0.954$ ), en cambio en los adolescentes los hombres presentaron el doble de prevalencia de obesidad (3.3%) que las mujeres (1.5%) ( $p=0.018$ ) (Figura 1).

FIGURA 1

Prevalencia de sobrepeso y obesidad, según edad y género en escolares y adolescentes de Medellín



**Prevalencia de PA alta**

La prevalencia de PAD alta (3.9%) en el grupo total fue el triple que la de PAS alta (1.3%) ( $p < 0.0001$ ), igualmente, en todos los grupos de edad estudiados con excepción de las mujeres adolescentes, la PAD alta fue significativamente mayor que la PAS alta. Las prevalencias de PAS alta entre el total de hombres (1.6%) y el de mujeres (1.0%) no fueron significativas ( $p = 0.203$ ), lo mismo se observó al hacer la

comparación entre los escolares ( $p = 0.065$ ) y los adolescentes ( $p = 0.793$ ). Por el contrario la prevalencia de PAD alta fue significativamente mayor en los hombres ( $p = 0.008$ ), pero cuando se separó por grupos de edad, entre los escolares no hubo diferencias estadísticas por sexo ( $p = 0.717$ ), en cambio entre los adolescentes los hombres presentaron significativamente mayor prevalencia de PAD alta (4.6%) que las mujeres (1.0%) ( $p < 0.0001$ ) (Tabla 3).

**TABLA 3**  
Prevalencia de presión arterial sistólica y diastólica normal alta e hipertensión, según sexo en escolares y adolescentes de Medellín

Sujetos	n	Presión arterial sistólica			Presión arterial diastólica			Diferencia entre * y † valor de P
		Normal Alta	Hipertensión	Total PAS alta†	Normal alta	Hipertensión	Total PAD alta†	
<b>Hombres</b>								
Escolares (6-9 años)	494	1.6	0.6	2.2	4.5	1.0	5.5	0.008
Adolescentes (10-18 años)	759	0.5	0.7	1.2	4.1	0.5	4.6	<0.0001
Subtotal	1253	1.0	0.6	1.6	4.2	0.7	4.9	<0.0001
<b>Mujeres</b>								
Escolares (6-9 años)	500	0.6	0.2	0.8	5.2	0.8	6.0	<0.0001
Adolescentes (10-18 años)	858	0.8	0.3	1.1	1.0	0.0	1.0	1.0
Subtotal	1358	0.7	0.3	1.0	2.6	0.3	2.9	<0.0001
Total	2611	0.8	0.5	1.3	3.4	0.5	3.9	<0.0001

\* Presión arterial sistólica alta = p90 del valor de referencia según edad y sexo

† Presión arterial diastólica alta = p90 del valor de referencia según edad y sexo

**Asociación entre PA alta y exceso de peso**

Existe asociación estadística significativa entre PAS y PAD altas ( $\geq p90$  del valor de referencia) con el exceso de peso corporal medido por IMC ( $\geq p85$ ); asociación que es más fuerte para la PAS alta, con una razón de prevalencia del 4.04% versus 3.44% para la PAD alta (Tabla 4).

**TABLA 4**  
Asociación estadística entre IMC  $\geq p85$  y la presión arterial sistólica y diastólica  $\geq p90$ , en escolares y adolescentes de Medellín

Evento	% Prevalencia IMC $\geq p85$	% Prevalencia IMC $< p85$	Valor de P	RP	IC 95%
PAS $\geq p90$	3.60	0.89	<0.0001	4.04	2.03 - 8.04
PAD $\geq p90$	9.97	2.90	<0.0001	3.44	2.32 - 5.09

PAS = Presión arterial sistólica

PAD = Presión arterial diastólica

RP Razón de prevalencia

IC Intervalo de confianza

**DISCUSION**

La proporción de niños con exceso de peso (IMC  $\geq p85$ ) fue mayor en los escolares que en los adolescentes, hallazgo consistente con los reportes en niños suizos de 6 a 12 años, en quienes el grupo de los más pequeños (6 a 8 años) en ambos sexos, fue el que presentó la mayor prevalencia de IMC  $\geq p85$  (15); lo mismo que en el estudio de Riyadh en Arabia Saudita (16). Aunque nuestro estudio fue transversal y no disponemos en Medellín de datos anteriores sobre exceso de peso evaluado con el mismo indicador, pensamos que éste podría estar aumentando en las nuevas generaciones como está sucediendo en los países desarrollados (17). Este hecho merece atención no sólo porque la obesidad infantil es un factor de riesgo de HTA y de alteraciones en el perfil lipídico, sino porque es un predictor del peso en la edad adulta (7) y se asocian con enfermedades crónicas degenerativas (18,19), que están aumentando en nuestra población, entre las que se cuentan las cardiovasculares, la hipertensión y el cáncer.

En el total de varones de nuestro estudio la prevalencia de exceso de peso (IMC  $\geq p85$ ) fue del 14.4%, que representa más del doble del valor reportado en los escolares y

adolescentes colombianos estudiados por Mora (20). Esta prevalencia fue ligeramente inferior a la encontrada en niños árabes de edad similar (16) y menos de la mitad de la reportada en los varones suizos de 6 a 12 años (15). La proporción de nuestras niñas con exceso de peso fue del 13.7%, cerca del doble de la reportada por Mora (20). Contrario a lo encontrado por este último y otros autores (15,16), en nuestro estudio la prevalencia de exceso de peso no fue mayor en las mujeres. Posiblemente debido a la preocupación de las mujeres en nuestro medio, especialmente en las adolescentes, de mantener una figura muy delgada.

La proporción de hombres adolescentes con exceso de peso equivale al triple de la encontrada en varones adolescentes colombianos (20). Por el contrario, es inferior a la publicada en Imola, Oporto y Lisboa, en las cuales las prevalencias fueron del 14,6% hasta el 18,4% (21). Las diferencias fueron muy grandes cuando comparamos nuestros adolescentes con los varones suizos de 11 a 12 años (15), los árabes de 10 a 17 años (16), los estudios estadounidenses (22) y los costarricenses (23).

La prevalencia de exceso de peso en las mujeres adolescentes de Medellín (9.2%) fue superior a la reportada por Mora (6.8%) en las adolescentes colombianas (20). Dicha prevalencia representa cerca de la mitad de la reportada en niñas adolescentes de Oporto y Lisboa (21) y de los Estados Unidos (22). Las diferencias fueron mayores con las adolescentes de costarricenses (23) y las suizas de 11 a 12 años (15).

Las prevalencias de HTA sistólica y diastólica en los escolares y adolescentes de Medellín fueron inferiores a las reportadas en 45.000 niños estadounidenses de edad similar, que participaron en 8 estudios nacionales (4) y a las encontradas en niños escolares de Kuwait (6). De igual forma, las prevalencias de PA alta ( $p > 90$ ) en nuestro estudio fueron inferiores a la de niños portugueses (5). Las prevalencias más baja en nuestro estudio podrían deberse en parte a la menor proporción de sobrepeso y obesidad en los niños de Medellín, sin desconocer que la hipertensión esencial en los niños se asocia con otros factores, que incluyen historia familiar, predisposición étnica y consumo dietético de sodio (24, 25). Otro aspecto a considerar es que los valores de referencia que usamos para clasificar la PA fueron muy altos; puesto que encontramos correlación positiva entre peso y talla con PA y nuestros niños eran más pequeños y más delgados que los participantes en TFBPCC, es posible que muchos de los sujetos clasificados con presión normal alta en realidad sean hipertensos y que algunos niños con PA normal alta no hayan sido detectados. Sorof considera que sería más apropiado para clasificar la PA, contar con tablas de referencia para cada grupo de edad y sexo, en las que se presenten los valores de PA en función de la talla (25).

Los estudios sobre PA en niños señalan predominio de la PAS alta e HTA sistólica (4,25). Sin embargo, nosotros encontramos prevalencias igualmente bajas de HTA sistólica y diastólica. Tampoco encontramos predominio de la PAS normal alta, en ninguno de los dos géneros, por el contrario, la prevalencia de PAD normal alta fue significativamente mayor que la de PAS normal alta. Es posible que las diferencias con otros estudios se deban a la técnica auscultatoria utilizada para definir la PAD. La auscultación del 4° ruido de Korotkoff (K4) o el 5° (K5) para definir PAD es motivo de controversia internacional (25). El TFBPCC definió que se usara K4 en los menores de 13 años y K5 para los de 13 y más, criterio que fue tenido en cuenta en el presente estudio. Varias investigaciones revisadas por Sorof reportan cifras de PAD diferentes según se haya usado K4 o K5, diferencias que inciden sobre el número de sujetos clasificados con PAD normal o alta (25).

No se conocen con claridad los alcances de las implicaciones clínicas de tener PAD alta. Puesto que la mayoría de estudios epidemiológicos en niños han asociado los indicadores de morbilidad hipertensiva, como el tamaño del ventrículo izquierdo y la geometría del mismo, con PAS alta, pero no con PAD alta. En el estudio de Bogalusa en sujetos saludables de 7 a 22 años se encontró que al controlar por edad, sexo y estatura, el grosor de la pared ventricular izquierda y la relación grosor del ventrículo izquierdo/tamaño de la cámara, se correlacionó significativamente con la PA sistólica pero no con la diastólica. Hallazgos similares fueron reportados en varios estudios epidemiológicos revisados por Sorof, en los que se corroboró que la PAS es un determinante de la masa ventricular izquierda, pero no la PAD (26).

La asociación estadística significativa entre PA alta ( $\geq p90$ ) y exceso de peso ( $IMC \geq p85$ ) encontrada en los niños de Medellín, está de acuerdo con los reportes en adolescentes de 12 a 16 años de Taipei (27), escolares y adolescentes italianos (28) y norteamericanos participantes en el Bogalusa heart Study (29) y en el School-Base Hipertensión and Obesity Screening Study (30). Aunque no se conocen con certeza los mecanismos por los cuales la obesidad contribuye al desarrollo de la hipertensión, evidencias recientes en niños proponen varios mecanismos que incluyen: hiperactividad del sistema nervioso simpático, resistencia a la insulina, hipertrofia ventricular izquierda y anomalías en la función vascular (26).

En conclusión, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en los escolares y adolescentes de Medellín, fue mayor a la reportada por otros investigadores en nuestro medio, pero menor a la encontrada en otros países desarrollados y en vías de desarrollo. Las prevalencias de PAS y PAD altas fueron relativamente bajas y la de PAD alta fue significativamente mayor que la de PAS alta.

Existe asociación estadística significativa entre tener exceso de peso y presentar PAS y PAD altas, lo cual confirma la importancia de implementar programas tendientes a prevenir el exceso de peso en nuestra población, especialmente en el grupo de escolares, que fueron quienes presentaron la mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad. Estos programas deben incluir medidas tendientes a promover el consumo de una dieta balanceada y estimular la práctica de actividad física, acciones que a la vez previenen el desarrollo de hipertensión arterial.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Juan Carlos Correa Morales por el procesamiento estadístico de los datos, a Martha Cecilia Álvarez Uribe por el apoyo logístico y a Jorge Mario Correa Restrepo, por su colaboración en la construcción de la base de datos. Igualmente agradecemos a los entes financiadores: Universidad de Antioquia, Dirección Seccional de Salud de Antioquia y Organización Panamericana de la Salud.

### REFERENCIAS

- Departamento Administrativo de Planeación Metropolitana. Anuario estadístico. Medellín; 1996: 3-93.
- Task Force on Blood Pressure Control in Children: Report of the second Task Force on Blood Pressure control in Children-1987. *Pediatrics* 1987;1-25.
- Lauer RM, Clarke WR, Burns TL. Obesity in childhood: the Muscatine Study. *Zhonghua Min Guo Xiao Er Ke Yi Xue Hui Za Zhi* 1997;38:432-437.
- Rosner B, Prineas R, Daniels SR, Loggie J. Blood pressure differences between blacks and whites in relation to body size among US children and adolescents. *Am J Epidemiol* 2000;151:1007-1019.
- Macedo ME, Trigueiros D, de Freitas F. Prevalence of high blood pressure in children and adolescents. Influence of obesity. *Rev Port Cardiol* 1997;16:27-30.
- Saleh EA, Mahfouz AA, Tayel KY, Naguib MK, Bin-al-Shaikh NM. Hypertension and its determinants among primary-school children in Kuwait: an epidemiological study. *East Mediterr Health J* 2000;6:333-337.
- Guo SS, Chumlea WC. Tracking of body mass index in children in relation to overweight in adulthood. *Am J Clin Nutr* 1999;70:145S-148S.
- Must A, Jacques PF, Dallal GE, Bajema CJ, Dietz WH. Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *N Engl J Med* 1992;327:1350-1355.
- Dietz WH, Bellizzi MC. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *Am J Clin Nutr* 1999;70:123S-125S. 2000;36:165-170.
- He Q, Ding ZY, Fong DY, Kariberg J. Blood pressure is associated with body mass index in both normal and obese children. *Hypertension* 2000;36:165-170.
- OMS. Medición del cambio del estado nutricional. Ginebra, 1983: i 65-105.
- Álvarez MC, Restrepo MT, Quintero D, Londoño JL: Estado nutricional de los escolares de Medellín, 1980. Medellín: Universidad de Antioquia. Escuela de Nutrición y Dietética. 1982:36.
- Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 1991;53:839-846.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Measurement descriptions and technique. In: *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics Book, 1988;1-80.
- Zimmermann MB, Hess SY, Hurrell RF. A national study of the prevalence of overweight and obesity in 6-12 y-old Swiss children: body mass index, body-weight perceptions and goals. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:568-572.
- Al-Shammari SA, Khoja T, Gad A. Community-based study of obesity among children and adult in Riyadh, Saudi Arabia. *Food Nutrition Bulletin* 2001:178-183.
- Strauss RS, Pollack HA. Epidemic increase in childhood overweight, 1986-1998. *Jama* 2001;286:2845-2848.
- Dietz WH. Childhood weight affects adult morbidity and mortality. *J Nutr* 1998;128:411S-414S.
- Aristimuño GG, Foster TA, Voors AW, Srinivasan SR, Berenson GS. Influence of persistent obesity in children on cardiovascular risk factors: the Bogalusa Heart Study. *Circulation* 1984;69:895-904.
- Mora JO, Rodríguez ER, Rey T, Guevara R, Peña MC. Evaluación del crecimiento y el estado nutricional en la población urbana de Colombia. Bogotá: Ministerio de salud:ICBF, 1994.
- Amorin-Cruz JA. Dietary habits and nutritional status in adolescents over Europe-Southern Europe. *Eur J Clin Nutr* 2000;54 Suppl 1:S29-35.
- Popkin BM, Udry JR. Adolescent obesity increases significantly in second and third generation U.S. immigrants: the National Longitudinal Study of Adolescent Health. *J Nutr* 1998;128:701-706.
- Monge R, Holst I, Faiges F, Rivero A. Plasma lipid levels in 10 to 13-years-old Costa Rican elementary schoolchildren. *Food Nutr Bull* 2000:296-300.
- Daniels SR, Kimball TR, Morrison JA, Khoury P, Witt S, Meyer RA. Effect of lean body mass, fat mass, blood pressure, and sexual maturation on left ventricular mass in children and adolescents. Statistical, biological, and clinical significance. *Circulation* 1995;92:3249-3254.
- Sorof JM. Systolic hypertension in children: benign or beware? *Pediatr Nephrol* 2001;16:517-525.
- Sorof J, Daniels S. Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. *Hypertension* 2002;40:441-447.
- Chu NF, Rimm EB, Wang DJ, Liou HS, Shieh SM. Clustering of cardiovascular disease risk factors among obese schoolchildren: the Taipei Children Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1998;67:1141-1146.
- Leccia G, Marotta T, Masella MR, Mottola G, Mitrano G, Golia F, Capitanata P, et al. Sex-related influence of body size and sexual maturation on blood pressure in adolescents. *Eur J Clin Nutr* 1999;53:333-337.

29. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999;103:1175-1182.
30. Sorof JM, Poffenbarger T, Franco K, Bernard L, Portman RJ. Isolated systolic hypertension, obesity, and hyperkinetic hemodynamic states in children. *J Pediatr* 2002;140:660-666.

Recibido: 19-03-2002

Aceptado:01-08-2003

## Calidad microbiológica y efecto del lavado y desinfección en vegetales pretrozados expendidos en Chile

Luis López V, José Romero R. y Francisco Duarte F.

Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Santiago de Chile

**RESUMEN.** La oferta en el mercado chileno de vegetales trozados, es cada día mayor. Estos productos presentan una serie de ventajas, como por ejemplo el ahorro de tiempo en su preparación a nivel doméstico. Se determinó la calidad microbiológica de algunos de estos productos, apio y repollo trozados, expendidos en dos formas diferentes: el producto trozado, envasado en forma tradicional y un producto también trozado y envasado listo para el consumo (minimamente procesado), el cual no necesitaría lavado y desinfección previa a su consumo. Se controlaron parámetros microbiológicos tales como recuento de aerobios mesófilos, de enterobacterias, número más probable de coliformes totales y coliformes fecales, investigación de *Escherichia coli* y determinación de *Salmonella*. Paralelamente se determinó el efecto del lavado y del lavado y desinfección, sobre la microflora presente. Se empleó un desinfectante de uso doméstico adquirido en el mercado. En ambos vegetales de los dos tipos, se observó una elevada contaminación en los recuentos de aerobios mesófilos, de enterobacterias y en el número más probable de coliformes. Se detectó coliformes fecales sólo en las muestras de ambos vegetales de tipo tradicional, identificando en cada caso la presencia de *E. coli*. En ninguna de las muestras se detectó presencia de *Salmonella*. Los efectos del lavado y del lavado más desinfección no lograron reducir en promedio en más de 2 ciclos logarítmicos la microflora presente en los vegetales.

**Palabras clave:** Hortalizas trozadas, calidad microbiológica, lavado y desinfección

**SUMMARY. Microbiological quality and effect of washing and disinfection of pre-cut Chilean vegetables.** Actually it is possible to find a great offer of pre-cut vegetables in the Chilean market. These products present certain advantages, such as saving time in their preparation at home. The microbiological quality of some of these vegetables, pre-cut celery and pre-cut cabbage was assayed. Two different types of the products were studied. The traditional pre-cut vegetable and another one, which is also pre-cut but it is labeled as "ready-to-eat" (minimally processed). The last one could be consumed without previous washing or disinfecting. The assayed microbiological parameters were: total plate count, Enterobacteriaceae count, total coliforms and fecal coliforms most probable number, investigation of *Escherichia coli* and absence or presence of *Salmonella*. The effect of washing and washing and disinfecting on the natural microflora was also carried out. A disinfectant product for home use was obtained from the market. When comparing the obtained results for the two vegetables from both types, a high level of total plate count, Enterobacteriaceae count and total coliforms most probable number was observed. Fecal coliforms were detected only in samples of the traditional type in both vegetables. In each case *E. coli* was identified. No samples showed presence of *Salmonella*. Washing and washing and disinfecting effect was low. The maximum reduction of the present microflora of both vegetables was only up to 2 logarithm cycles.

**Key words:** Pre-cut vegetables, microbiological quality, washing and disinfection.

### INTRODUCCION

Los vegetales trozados y envasados que se expenden en Chile, son destinados a ser consumidos como ensaladas y representan una gran ayuda a nivel doméstico, ya que permiten ahorrar tiempo en su preparación previa. La oferta de estos productos es amplia y se pueden diferenciar dos tipos principales:

a) los tradicionales, es decir aquellos en que se recomienda no consumir el vegetal directamente sin previo lavado, cocción o desinfección y

b) los listos para el consumo: aquellos denominados minimamente procesados o de cuarta gama, los cuales serían cultivados y procesados bajo condiciones sanitarias controladas. En la rotulación se estipula una fecha de

vencimiento que va de 7 a 10 días, almacenados en condiciones de refrigeración y que están listos para el consumo, es decir no es necesario lavar o desinfectar previamente (1).

Datos de la literatura señalan a los vegetales frescos como vehículos de transmisión de agentes que causan cuadros gastrointestinales, debido a su elevada carga microbiana (2,3). La contaminación puede adquirirse a través del agua de riego, suelo de cultivo y manipulación posterior. En el caso de los vegetales trozados es necesario considerar además el contacto entre el vegetal y las superficies internas de los equipos utilizados para picar o trozar, los que generalmente son difíciles de limpiar (4).

El trozado del vegetal propiamente tal provoca la liberación de nutrientes, lo que puede favorecer el crecimiento

de microorganismos si no se aplica una cadena de frío adecuada durante su almacenamiento (5,6).

El objetivo del presente estudio es determinar y comparar la calidad microbiológica de dos productos hortícolas trozados y envasados, apio (*Apium graveolens*) y repollo blanco (*Brassica oleracea*) de tipo tradicional y de aquellos listos para el consumo, como así también determinar el efecto, en la reducción de la microflora natural de los vegetales, del lavado por si solo y del lavado adicionado de un tratamiento con un producto desinfectante de uso doméstico.

## MATERIALES Y METODOS

### Muestras de hortalizas

Se analizaron un total de 80 muestras de hortalizas, entre los meses de agosto y noviembre de 2000. Los productos fueron apio y repollo de dos productores diferentes, Productor A, producto de tipo tradicional (20 muestras de apio y 20 muestras de repollo) y Productor B, productos que se señalan como listos para el consumo o minimamente procesados (20 muestras de apio y 20 muestras de repollo) Las muestras se obtuvieron de supermercados del sector céntrico de Santiago y fueron trasladadas al laboratorio en forma inmediata, manteniendo los productos en condiciones de refrigeración. Los análisis se realizaron al momento de llegar las muestras al laboratorio. El período de tiempo transcurrido entre la obtención de las muestras y la realización de los ensayos no fue de más de 1 hora.

En la recolección de las muestras se observó las siguientes características:

- Producto tradicional (Productor A): tanto el apio como el repollo están trozados y envasados. En el envase se recomienda consumir los productos cocidos. No se especifica que estos puedan ser consumidos directamente. En los supermercados se encuentran dispuestos sobre estanterías no siempre refrigeradas. La vida útil establecida es de 4 días para ambos productos.
- Producto listo para el consumo (Productor B): se especifica en el envase que el producto se encuentra listo para ser consumido, sin necesidad de lavado o cocción previa. Ambos vegetales se encuentran trozados y envasados. En los supermercados se disponen sobre estanterías refrigeradas. La vida útil para ambos es de 8 días.

### Desinfectante

Se escogió un desinfectante para vegetales de uso doméstico, expendido en supermercados. El principio activo de este es Cloruro de Benzalconio al 10%. La dosificación estipulada en el envase señalaba diluir 1 ml por litro de agua (100 ppm) y dejar en contacto con el vegetal durante 10 min.

Determinación de la calidad microbiológica de los vegetales.

Se pesó asepticamente 20 g de cada muestra y se homogeneizó en Stomacher durante 1 min a velocidad normal, con 180 ml de agua peptonada 0,1% (pH 7,0 ± 0,2) y se realizaron los siguientes controles microbiológicos:

- Recuento de aerobios mesófilos (RAM), de acuerdo a Bacteriological Analytical Manual del Food and Drug Administration (7).
- Recuento de enterobacterias (RE), de acuerdo a ISO 7402:1993 (E) (8).
- Número más probable de coliformes (NMPc), de acuerdo a Bacteriological Analytical Manual del Food and Drug Administration (7).
- Número más probable de coliformes fecales (NMPcf), de acuerdo a Bacteriological Analytical Manual del Food and Drug Administration (7).
- Identificación de *Escherichia coli*, de acuerdo a Bacteriological Analytical Manual del Food and Drug Administration (7).
- Detección de *Salmonella*, de acuerdo a Bacteriological Analytical Manual del Food and Drug Administration (7).

### Determinación del efecto del lavado

El efecto del lavado se determinó en el 50% de las muestras de cada tipo analizadas, para ello los vegetales fueron lavados bajo el chorro de agua potable en un colador plástico, removiendo y frotando el producto, simulando de esta forma las condiciones del tratamiento realizado a nivel doméstico. Posteriormente se eliminó el exceso de agua, agitando sobre el colador durante aproximadamente 30 seg. Se pesó 20 g de cada muestra y se homogeneizó en Stomacher durante 1 min a velocidad normal, con 180 ml de agua peptonada 0,1% (pH 7,0 ± 0,2). Los controles realizados fueron RAM y RE.

### Determinación del efecto del lavado y desinfección

Las mismas muestras que fueron sometidas al proceso de lavado (50% del total), se sumergieron durante 10 min, en la solución desinfectante preparada con agua potable de acuerdo a las especificaciones del fabricante (1 ml por litro de agua, 100 ppm). Una vez transcurrido el tiempo de acción del desinfectante, las muestras fueron enjuagadas en un colador plástico y escurridas de igual forma a lo señalado en el caso del lavado. Se pesó 20 g de cada muestra y se homogeneizó en Stomacher durante 1 min a velocidad normal, con 180 ml de agua peptonada 0,1% (pH 7,0 ± 0,2). Los controles realizados fueron RAM y RE.

### Cálculo de la eficiencia germicida del desinfectante

La acción del producto desinfectante se expresó como eficiencia germicida porcentual (% E), calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{N_0 - N_t}{N_0} \times 100$$

donde  $N_0$  = número de microorganismos iniciales  
 $N_t$  = número de microorganismos sobrevivientes a tiempo t

Como criterio de eficacia se utilizó lo estipulado por el test de Chambers, el cual considera como buen desinfectante un producto que, a la concentración recomendada, cause un 99,999% de muerte a una cantidad entre  $7,5 \times 10^7$  y  $1,3 \times 10^8$  células / ml en 30 seg (9).

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Determinación de la calidad microbiológica de los vegetales**

En las Tablas 1, 2, 3 y 4 se presentan los resultados del número de muestras comprendidas entre los diferentes niveles de contaminación, para los parámetros RAM, RE, NMPc y NMPcf, respectivamente. No se detectó presencia de *Salmonella* en ninguna de las muestras analizadas.

Los recuentos de aerobios mesófilos (Tabla 1) son elevados, presentando niveles de contaminación entre  $10^6$  y  $10^8$  ufc/g en las muestras de apio del productor A y entre  $10^5$  y  $10^8$  ufc/g en las del productor B. En repollo los niveles de contaminación resultaron más elevados que para apio, considerando que los recuentos fueron entre  $10^7$  y mayor que  $10^9$  ufc/g en el caso del productor A, mientras que para el productor B, fluctuaron entre  $10^6$  y  $10^9$  ufc/g. En el caso de los productos señalados como listos para el consumo se esperaba una menor contaminación, ya que el producto se supone tratado previamente. Esto indicaría que las condiciones higiénicas o tratamientos efectuados no serían suficientes ni talvez adecuados para reducir la contaminación microbiana inicial presente en el producto.

**TABLA 1**

Número de muestras y niveles de contaminación para Recuento de aerobios mesófilos

Rango de contaminación (ufc/g)	Apio Productor A	Apio Productor B	Repollo Productor A	Repollo Productor B
<10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>	0	0	0	0
10 <sup>5</sup> - 10 <sup>6</sup>	0	4	0	0
10 <sup>6</sup> - 10 <sup>7</sup>	10	10	0	2
10 <sup>7</sup> - 10 <sup>8</sup>	10	6	6	8
10 <sup>8</sup> - 10 <sup>9</sup>	0	0	8	10
> 10 <sup>9</sup>	0	0	6	0

En general el recuento de enterobacterias (Tabla 2) resultó ser inferior al obtenido para el caso del RAM, sin embargo

los niveles de contaminación están comprendidos entre  $10^2$  y  $10^7$  ufc/g. Para apio, nuevamente las muestras del productor A presentaron recuentos más elevados, un 90% de ellos fluctuaban entre  $10^6$  y  $10^7$  ufc/g, mientras que solo el 50% de los productos provenientes del productor B se encontraban en ese rango de contaminación. La distribución porcentual de las muestras de repollo presentó una mayor variación en el caso del productor A, fluctuando entre  $10^2$  y  $10^7$  ufc/g. En las muestras del productor B se observó un rango de contaminación entre  $10^3$  y  $10^7$  ufc/g.

**TABLA 2**

Número de muestras y niveles de contaminación para Recuento de enterobacterias

Rango de contaminación (ufc/g)	Apio Productor A	Apio Productor B	Repollo Productor A	Repollo Productor B
<10 - 10 <sup>2</sup>	0	0	0	0
10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup>	0	0	4	0
10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup>	0	2	6	8
10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>	0	6	0	2
10 <sup>5</sup> - 10 <sup>6</sup>	2	2	4	4
10 <sup>6</sup> - 10 <sup>7</sup>	18	10	6	6
> 10 <sup>7</sup>	0	0	0	0

Con respecto a la enumeración de coliformes totales y coliformes fecales en los productos analizados (Tablas 3 y 4), el apio del productor A fue el más contaminado, detectándose en el 100% de muestras un NMP de coliformes > 1100/g, de ellos un 50% correspondía a coliformes fecales en un rango de 3 a 100/g. En todas estas muestras se detectó presencia de *E. coli*. En las muestras provenientes del productor B, se observó un 70% de ellas con NMP de coliformes >1100/g y un 30% con niveles entre 11 y 1100/g, sin embargo en ninguna de las muestras se detectó coliformes fecales.

**TABLA 3**

Número de muestras y niveles de contaminación para NMP coliformes totales

Rango de contaminación (NMP/g)	Apio Productor A	Apio Productor B	Repollo Productor A	Repollo Productor B
<3	0	0	0	0
3 - 10	0	0	0	0
11 - 100	0	4	0	6
101 - 1100	0	2	2	4
> 1100	20	14	18	10

TABLA 4  
Número de muestras y niveles de contaminación  
para NMP coliformes fecales

Rango de contaminación (NMP/g)	Apio Productor A	Apio Productor B	Repollo Productor A	Repollo Productor B
<3	10	20	12	20
3 - 10	8	0	4	0
11 - 100	2	0	4	0
101 - 1100	0	0	0	0
> 1100	0	0	0	0

En repollo, el 90% de las muestras del productor A presentó NMP de coliformes totales >1100/g y el 10% restante NMP entre 101 y 1100 por gramo. De estas muestras un 40% presentó un NMP de coliformes fecales entre 3 y 100 por gramo. En todas estas muestras se detectó presencia de *E. coli*. En el producto listo para el consumo, un 50% presentó NMP de coliformes totales entre 11 y 1100 por gramo y el resto valores >1100/g. Al igual que para el caso de apio, no se detectó la presencia (<3) de coliformes fecales en el 100% de las muestras analizadas.

En los Gráficos 1 y 2 se presentan la comparación de los promedios de RAM y RE entre productores para apio y repollo, respectivamente. Las barras de error representan la desviación estándar.

GRAFICO 1  
Apio. Comparación de los promedios de RAM y RE  
entre productores

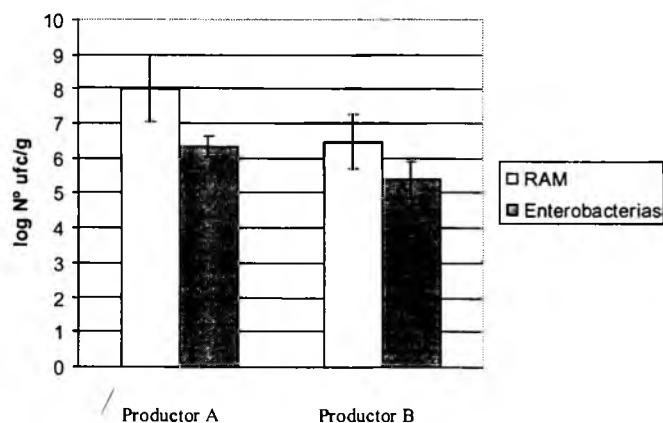
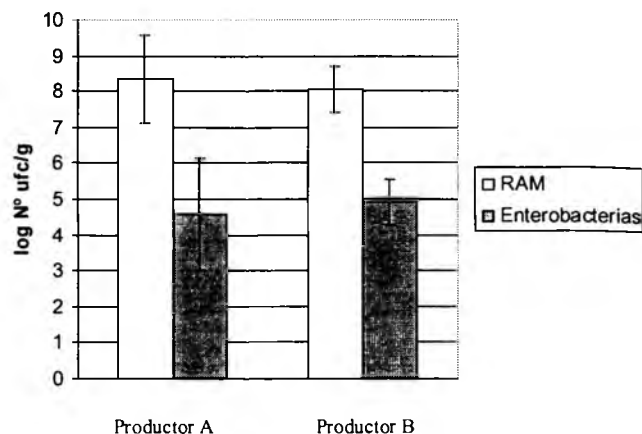


GRAFICO 2  
Repollo. Comparación de los promedios  
de RAM y RE entre productores



En el caso del apio los promedios de RAM son más elevados en el producto tradicional que en el listo para el consumo. En repollo no se observa una diferencia marcada entre los promedios de RAM entre ambos productores. Al comparar los dos vegetales se observa que en las muestras provenientes de ambos productores, la contaminación por microorganismos aerobios mesófilos es mayor en repollo que en apio.

El promedio del recuento de enterobacterias en apio es mayor en el productor A, en aproximadamente un ciclo logarítmico. En repollo esta diferencia es menor, además se observa que el producto listo para el consumo presenta ligeramente un mayor promedio de enterobacterias que el observado en el productor A, sin embargo en este último caso la desviación estándar es mayor. Al comparar ambos vegetales, el promedio del RE es mayor en apio que en repollo, en ambos productores, a diferencia de lo observado para el caso del RAM.

Se cita en la literatura estudios efectuados en vegetales frescos en los cuales la contaminación microbiana fluctúa entre 70 ufc/g en papas peladas y  $3,0 \times 10^8$  ufc/g en productos tales como zanahorias, lechugas, apio, endibias, entre otros. Esto concuerda con los resultados obtenidos en este estudio. En lechuga trozada y envasada específicamente, se reportan valores para RAM entre  $3,0 \times 10^4$  y  $1,0 \times 10^6$  ufc/g, siendo predominante la presencia de bacterias Gram negativas. Se señala además que la inmersión del producto en agua clorada y fría (con una concentración de 300 mg/L de cloro libre) tiene un efecto despreciable. Se atribuye esta alta contaminación en su mayor parte, a la presencia de microorganismos en los utensilios o equipos utilizados para el trozado, los cuales aumentaban los recuentos en 2 ciclos logarítmicos (10- 12).

El proceso de trozado de los vegetales puede disminuir el período de vida útil del vegetal si se compara con el producto sin trozar. Se ha descrito en lechuga por ejemplo, que el trozado aumenta la velocidad de respiración y transpiración del vegetal debido al daño en el tejido de las hojas, pérdida de agua y desarrollo rápido de microorganismos lo que contribuye en los procesos fisiológicos que aceleran la alteración (11).

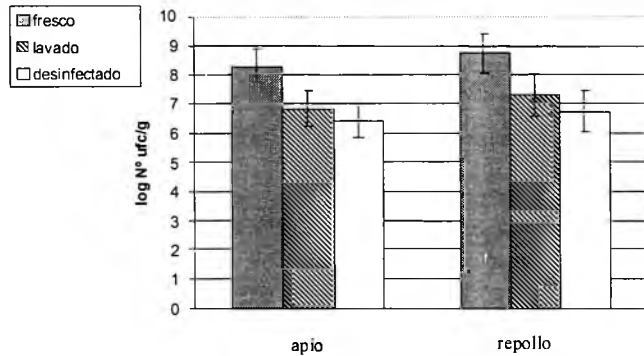
Las condiciones de pH (>4,6) y de actividad de agua (>0,85) en los vegetales listos para el consumo envasados y refrigerados, de vida útil prolongada estudiados en el presente trabajo, podrían favorecer el desarrollo de la microflora contaminante, no solo alteradora sino que también de algunos patógenos. La refrigeración a 5°C, no es generalmente un obstáculo efectivo para inhibir el desarrollo microbiano, más aun si esta temperatura se excede durante la distribución, exposición de los productos en supermercados o en el hogar (10).

**Determinación del efecto del lavado y desinfección**

En los Gráficos 3 y 4 se presenta el efecto del lavado y del lavado más desinfección en los recuentos promedios de RAM y RE de los vegetales provenientes de ambos productores. Las barras de error representan la desviación estándar.

GRAFICO 3

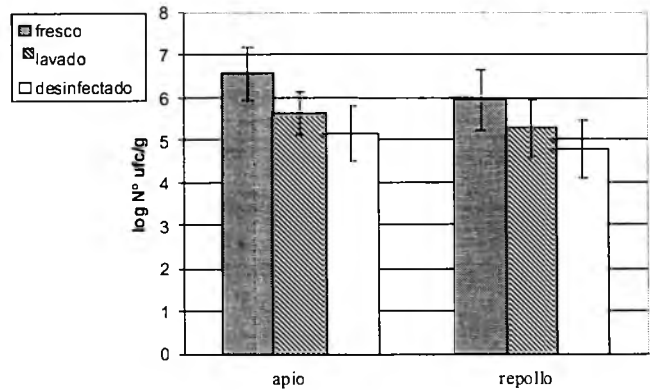
Efecto del lavado y desinfección en los promedios del recuento de aerobios mesófilos



De acuerdo a los resultados obtenidos para RAM (Gráfico 3), la mayor eliminación de la contaminación se debe al efecto del lavado, la cual disminuye en aproximadamente 1,5 ciclos logarítmicos en ambos vegetales. El efecto de la desinfección adicional al lavado es bajo, alcanzando en promedio una reducción de 0,5 ciclos logarítmicos. Por lo que considerando el lavado más desinfección en ambos vegetales, la reducción es de aproximadamente 2 ciclos logarítmicos.

GRAFICO 4

Efecto del lavado y desinfección en los promedios del recuento de enterobacterias



En el caso del RE (Gráfico 4), el efecto del lavado es menor que para RAM, ya que se obtiene una reducción promedio de 0,8 ciclos logarítmicos. La desinfección adicional, al igual que en el caso anterior, reduce en 0,5 ciclos la contaminación residual después de lavar. Por lo tanto la reducción total considerando ambos tratamientos es en promedio de 1,3 ciclos logarítmicos en ambos vegetales.

Esta reducción expresada en términos de eficiencia germicida se observa en las Tablas 5 y 6.

Los porcentajes de eficiencia del lavado frente al RAM (Tabla 5) son de 96,571% y 96,181% para apio y repollo, respectivamente. Los resultados obtenidos para el tratamiento completo (lavado + desinfección) indican que la eficiencia aumenta a 98,714% y 99,000% en apio y repollo, respectivamente.

TABLA 5

Eficiencia del lavado y desinfección considerando el promedio de los recuentos de aerobios mesófilos

	% Eficiencia	
	Lavado	Lavado + desinfección
Apio	96,571	98,714
Repollo	96,181	99,000

En el caso del RE (Tabla 6), la eficiencia germicida fue menor. Para el lavado se obtuvo un 87,777% y 78,16% en el caso de apio y repollo, respectivamente. Mientras que el resultado para ambos tratamientos en conjunto, esta aumentó sólo a 96,11% y 92,873% en apio y repollo, respectivamente.

**TABLA 6**  
Eficiencia del lavado y desinfección considerando el promedio de los recuentos de enterobacterias

	% Eficiencia	
	Lavado	Lavado + desinfección
Apio	87,777	96,111
Repollo	78,161	92,873

En ningún caso se logró cumplir con lo especificado en el Test de Chambers, es decir una eficiencia de 99,999% o lo recomendado por el Food and Drug Administration (reducción de 5 ciclos logarítmicos) para compuestos desinfectantes sobre la microflora de algunos productos alimenticios (13). Esto significa que debido a la elevada contaminación inicial, la reducción de un máximo de 99,000% en el caso de RAM en repollo, implica que permanece todavía un nivel de contaminación de aproximadamente  $10^6$  ufc/g, lo que podría considerarse un riesgo potencial para el posible desarrollo de un cuadro clínico, sobre todo si este producto es consumido por personas pertenecientes al grupo sensible o de alto riesgo, como son los niños, mujeres embarazadas, adultos mayores o inmunodeprimidos.

Los resultados obtenidos concuerdan con algunos datos de literatura, en que señalan que la eliminación de microorganismos presentes en frutas y vegetales por lavado con agentes antimicrobianos es un problema complejo. Por ejemplo se cita que el uso de cloro para estos efectos, logra reducir la contaminación en 1 a 2 ciclos logarítmicos. Esto puede ser atribuido en parte a la topografía de la superficie del vegetal o posiblemente a la capacidad que poseen ciertos microorganismos de formar biofilms en la superficie, los cuales resisten en cierto grado la remoción incluso por tratamientos de escobillado usando soluciones desinfectantes (13).

### CONCLUSIONES

En ambos tipos de vegetales analizados se encontraron elevados niveles para el recuento de aerobios mesófilos, de enterobacterias y número más probable de coliformes totales. En general en los vegetales trozados del tipo tradicional, se observaron los mayores recuentos.

Solamente se detectaron coliformes fecales, tanto en apio como en repollo, en los vegetales del tipo tradicional y en todas las muestras se identificó *E. coli*.

Ninguna muestra acusó presencia de *Salmonella*.

El lavado y desinfección no redujo en forma considerable la contaminación (RAM y enterobacterias) presente en los

vegetales, obteniendo en promedio una reducción de sólo 2 ciclos logarítmicos.

Los niveles elevados de RAM y enterobacterias presente en los vegetales listos para el consumo, podrían representar un riesgo potencial para el consumidor, sobre todo si este pertenece al grupo sensible o de alto riesgo, considerando que los productos no van a ser lavados y/o desinfectados previo a su consumo.

### REFERENCIAS

1. Cuarta gama. Una alternativa de futuro (Apartado 1). 2002. <http://www.infoagro.com/industria-auxiliar/cuarta-gama.asp>
2. Beuchat LR. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *J Food Prot.* 1996; 59:204-216
3. Mpuchane S, Gashe B. Prevalence of coliformes in traditionally dried leafy vegetables sold in open markets and food stores in Gaborone, Botswana. *J Food Prot.* 1996; 59:28-30
4. Garg N, Churey J and Splittstoesser L. Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables. *J Food Prot.* 1990; 53:701-703.
5. Carlin F, Nguyen C, Cudennec P and Reich M. Microbiological spoilage of ready-to-use grated carrots. *Sci Aliments.* 1989; 9:371-386.
6. Watada AE, Ko NP and Minott DA. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Posthary Biol Technol.* 1996; 9:115-125.
7. Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual. 8<sup>th</sup> ed. AOAC International. Gaithersburg, MD. USA.1995.
8. ISO 7402:1993 (E), Microbiology – General guidance for the enumeration of *Enterobacteriaceae* without resuscitation – MPN technique and colony-count technique.
9. Ayres JC, Mundt JO, Sandine WE. Microbiology of Foods. San Francisco: WH Freeman & Co. 1980.
10. ICMSF. Microorganisms in foods. 6. Microbial ecology of food commodities. Blackie Academic & Professional. 1998.
11. Prakash A, Guner AR, Caporaso F and Foley DM. Effects of low-dose gamma irradiation on the shelf life and quality characteristics of cut romaine lettuce packaged under modified atmosphere. *J Food Sci.* 2000; 65(3):549-553.
12. Prakash A, Inthajak P, Huibregtse H, Caporaso F and Foley DM. Effects of low-dose gamma irradiation and conventional treatments on shelf life and quality characteristics of diced celery. *J. Food Sci.* 2000; 65(6):1070-1075.
13. Cherry J. Improving the safety of fresh produce with antimicrobials. *Food Technol.* 1999; 53(11):54-59.

Recibido: 13-03-2003

Aceptado: 24-09-2003

## Presencia de *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp. en alimentos de origen animal en Costa Rica

Alejandra Reuben, Hellen Treminio, María Laura Arias y Carolina Chaves

Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica

**RESUMEN.** Se determinó la presencia de *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp. en dos tipos de alimento de origen animal. Para ello se recolectaron 100 muestras de leche no pasteurizada provenientes de las principales zonas productoras del país, de las cuales 90 fueron proporcionadas por una industria lechera y las restantes fueron adquiridas en diferentes lecherías. También se analizaron 100 muestras de menudos de pollo, obtenidas al azar en los principales mercados del área metropolitana, incluyendo carnicerías detallistas, supermercados y ferias del agricultor. Para el análisis de las muestras se siguió el método descrito por FDA en 1995. *Escherichia coli* O157:H7 fue investigada en ambos alimentos, mientras que *L. monocytogenes* fue evaluada únicamente en leche cruda y *Salmonella* spp. solamente en pollo. Se aislaron cinco cepas de *E. coli* O157:H7, de las cuales tres provenían de menudos de pollo y dos de leche cruda. Además se encontró un 15% de positividad por *Salmonella* spp. en las muestras de pollo y un 3% de positividad por *L. monocytogenes* en las muestras de leche. Los aislamientos realizados reiteran la importancia de un procesamiento adecuado de los productos de origen animal para disminuir la probabilidad de transmisión de agentes patógenos y así prevenir el desarrollo de las patologías causadas por estos. En este contexto, la implementación de normas HACCP y de Buenas Prácticas de Manufactura en la industria alimentaria siguen siendo las principales medidas de control y garantía de inocuidad.

**Palabras clave:** *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, leche, menudos de pollo.

**SUMMARY.** Presence of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. in food from animal origin in Costa Rica. The presence of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp was analyzed in two kinds of food from animal origin in Costa Rica. 100 samples of non pasteurized milk, from the principal producing zones of the country, and 100 samples of chicken giblets, purchased in retail markets, were analyzed according to the methodology described by Food and Drug Administration, 1995. *Escherichia coli* O157:H7 was analyzed in both kinds of food, while *L. monocytogenes* was evaluated in raw milk and *Salmonella* spp. in chicken giblets. Five strains of *E. coli* O157:H7 were isolated, three of them coming from chicken giblets and the other two from raw milk. 15% positivity for *Salmonella* spp. was found in chicken giblets samples and 3% positivity for *L. monocytogenes* in raw milk samples. The results obtained show the importance of the adequate processing of food from animal origin in order to decrease the potential transmission of pathogenic agents. The introduction of Hazard Analysis Critical Control Points system (HACCP) and Good Manufacturing practices in food industry keep on being the principal control measures and inocuity warranty.

**Key words:** *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. raw milk, chicken giblets.

### INTRODUCCION

De acuerdo con las últimas estadísticas presentadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades de transmisión alimentaria son de 300 a 350 veces más frecuentes de lo indicado en reportes anteriores. Entre los principales patógenos involucrados en estas enfermedades se encuentran *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp., que junto con *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* y *Toxoplasma gondii*, son causantes de 3,3 a 12,3 millones de casos en Estados Unidos y de alrededor de 3900 muertes. A esto se suman los altos costos para el sector salud, que ascienden los treinta mil millones de dólares al año (1).

La infección causada por *Escherichia coli* O157:H7 puede ser letal y está frecuentemente asociada a los más importantes y mejor documentados casos de enfermedades de transmisión alimentaria alrededor de todo el mundo (2). Sin embargo, debido a que los métodos de detección no son usados ampliamente, este serotipo ha sido poco estudiado y existe un sub-registro importante en cuanto a su asociación con patología en humanos (3). Además, debido al reciente descubrimiento de este organismo como agente patógeno, no se cuenta con reportes de su aislamiento en países tropicales (4).

En Costa Rica no se ha determinado su presencia en alimentos de riesgo, debido a su baja incidencia y a su difícil aislamiento. Considerando la importancia actual de esta

bacteria en salud pública y el limitado número de investigaciones realizadas en torno a ella, en este trabajo se pretende evaluar su presencia en alimentos descritos como posibles vehículos de transmisión.

Por otro lado, *Listeria monocytogenes* es de gran importancia entre los patógenos asociados a alimentos, particularmente porque se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza y ha sido aislada de muchas especies de animales y diferentes alimentos. Se han descrito brotes asociados a ensalada de repollo, quesos no pasteurizados, leche pasteurizada y diversos productos cárnicos entre otros (5).

En nuestro país, los estudios realizados en productos lácteos con esta bacteria revelan la importancia de realizar futuras investigaciones para intentar su aislamiento a partir de leche cruda y durante la producción de queso (6-8).

Uno de los productos animales más asociados a brotes alimentarios es la carne de pollo, la cual presenta características que contribuyen al desarrollo de bacterias patógenas, como *Salmonella* spp., causante de cuadros de enteritis, septicemia y aborto en animales y de gastroenteritis y fiebre tifoidea en el ser humano (9).

Los serotipos *S. pullorum* y *S. gallinarum* son flora normal de estas aves, encontrándose en tracto digestivo, superficie de piel y plumas. A pesar de que éstas no provocan patología en las aves ni en el humano, se ha asociado su eliminación con un incremento en la posibilidad de contaminación con *S. enteritidis*, que es agente causal de gastroenteritis (10). Además otros serotipos como *S. typhi* y *S. paratyphi*, agentes de fiebre entérica, se han relacionado con la ingesta de comida y/o agua contaminada (11).

La ausencia de esta bacteria forma parte de muchas de las normas alimentarias de productos de venta comercial, destacando entre ellos la carne de pollo. En Costa Rica, según un estudio realizado en el año 2000, la incidencia de *Salmonella* spp. en las plantas de procesamiento de carne de pollo no es significativa. Sin embargo, la calidad sanitaria del producto puede verse alterada después de su procesamiento.

El consumo de vísceras de pollo (hígado y mollejas, entre otros) forma parte de la cultura de muchos países latinoamericanos, debido a su bajo costo y alto contenido proteínico (12). Por tanto, es necesario evaluar la presencia de esta bacteria en este tipo de producto listo para la venta al consumidor.

Dado lo anterior, se pretende con este trabajo determinar la presencia de *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp. en muestras nacionales de leche no pasteurizada y vísceras de pollo (menudos) con el fin de determinar su impacto dentro de la salud pública nacional.

## MATERIAL Y METODOS

### Origen de las muestras

Se analizaron 100 muestras de leche no pasteurizada provenientes de las principales zonas productoras del país. Noventa de ellas fueron proporcionadas por una industria lechera nacional, y las otras diez muestras provenían de lecheros independientes.

Además, se evaluaron 100 muestras de menudos de pollos, obtenidas al azar en los principales mercados del área metropolitana, incluyendo carnicerías detallistas, supermercados y ferias del agricultor.

Todas las muestras fueron recolectadas en bolsas estériles debidamente identificadas y posteriormente transportadas en frío al Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica en un tiempo menor a 4 horas y en frío.

### Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico de las muestras se siguió el método descrito en el Manual de Microbiología, Food and Drug Administration, 1995 (13).

### Aislamiento de *Escherichia coli* O157:H7

Se enriquecieron 25 mL de leche o 25 g de menudos de pollo en 225 mL de caldo EC + novobiocina. Se incubó a 35°C por 24 h. Posteriormente, se realizó un aislamiento selectivo utilizando agar MacConkey sorbitol (Oxoid), incubándose a 35°C por 24h. Las colonias sorbitol negativas fueron aisladas en agar MacConkey suplementado con 4 metil umbeliferil β D glucurónido (MUG) 0,2 g/L (Oxoid) incubando bajo las mismas condiciones descritas anteriormente. Las colonias sorbitol negativas y MUG negativas fueron evaluadas bioquímicamente, utilizando las pruebas de TSI, urea, oxidasa, catalasa, IMVIC, lisina descarboxilasa y API 20E (Biomerieux Vitek, Inc., Hazelwood, Mo.) La confirmación serológica se realizó por aglutinación en látex con antisueros monoclonales específicos para el antígeno O 157 (Unipath, Oxoid, US) y el antígeno 117 (Difco).

### Aislamiento de *Listeria monocytogenes* en leche no pasteurizada

Se pre-enriquecieron 25 mL de la muestra con 225 mL de caldo UVM, incubando 24 h a 35°C. Posteriormente, se llevó a cabo un enriquecimiento selectivo utilizando caldo Frazer, bajo las mismas condiciones de incubación. El aislamiento selectivo se realizó utilizando agar Oxford, incubando 24 h a 35°C. Las colonias sospechosas fueron confirmadas mediante las pruebas de Gram, oxidasa, catalasa, movilidad, fermentación de ramnosa y xilosa y la prueba de CAMP.

### Aislamiento de *Salmonella* spp. en menudos de pollo

Se pre-enriquecieron 25 g de la muestra en 225 mL de agua peptonada estéril (APE) 0,1%, incubando 24 h a 35°C. El enriquecimiento selectivo se realizó utilizando caldo tetrionato y caldo selenito, incubando 24 h a 43°C y 35°C respectivamente. El aislamiento selectivo se realizó en los agares XLD y Hecktoen, incubando 24 h a 35°C. La confirmación bioquímica de las colonias sospechosas se realizó utilizando el API 20E y la confirmación serológica usando anticuerpos monoclonales.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los productos de consumo de origen animal han sido descritos como fuente primaria de contaminación por diversas bacterias patógenas, incluyendo *E. coli* O157:H7 (8). Por tanto, la determinación de estas bacterias en ellos es esencial para la evaluación epidemiológica de las patologías provocadas por una posible infección y su impacto en salud pública. Con respecto a *E. coli* O157:H7, y a pesar de que su aislamiento se ha notificado en diferentes partes del mundo, en los países tropicales existen muy pocos reportes al respecto (14).

En el presente trabajo se encontró un 3% de positividad por esta bacteria a partir de las muestras de menudo de pollo analizadas y un 2% de positividad en las muestras de leche cruda.

La anterior ausencia de resultados positivos en Costa Rica, podría deberse a la baja incidencia de esta bacteria en el ambiente y a la dificultad que supone su aislamiento, a ello se suma el hecho de que su prevalencia e incidencia son variables (15).

Los cárnicos han sido descritos como el principal vehículo de transmisión de esta bacteria a los seres humanos (16). La mayoría de los brotes alimentarios han sido asociados al consumo de productos derivados del ganado vacuno, especialmente carne molida y leche cruda, por lo cual no es sorprendente encontrar muestras positivas en el presente estudio. En este contexto, la carne vacuna representa el alimento que ocupa el primer lugar donde se ha aislado esta bacteria, lo que se refleja en las estadísticas de prevalencia en carne de vaca molida/deshuesada, siendo de 5% a 18% en Canadá. La explicación de este hecho se atribuye a las operaciones de molido con equipo contaminado y a un procesamiento inadecuado en la remoción de cuero y del tracto gastrointestinal, principal reservorio de dicha bacteria (3).

La presencia de esta bacteria en leche cruda representa un riesgo potencial para la salud pública ya que podría utilizarse como materia prima para la fabricación de otros lácteos como queso, o incluso consumirse sin tratamiento. Un dato interesante de destacar es que, ambas muestras de

leche positivas provienen de productores independientes y por ordeño manual, lo cual confirma una vez más el hecho de que este tipo de ordeño es más propenso a contaminación que el mecánico.

En cuanto a la carne de pollo, esta representa uno de los muchos alimentos vendidos por minoristas que no han sido relacionados con brotes de esta bacteria, pero que bien pueden ser fuente de algunos casos esporádicos de infección (3). De acuerdo a lo anterior, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, aconseja el establecimiento de estándares de confiabilidad para el consumo de ésta y otras carnes, así como de los productos derivados de ellas (17).

Las posibilidades de contaminación con agentes patógenos que presenta este cárnico se encuentran relacionadas con el tipo de procesamiento llevado a cabo, así como con el tipo de manipulación dado en la obtención de las vísceras o menudos de pollo, en donde el proceso de evisceración representa la principal fuente de contaminación por la probabilidad de ruptura del intestino del animal, el cual a su vez puede ser reservorio de esta bacteria.

*L. monocytogenes* fue aislada a partir del 3% de las muestras de leche evaluadas. Este porcentaje de aislamiento concuerda con otros resultados reportados en la literatura, donde la prevalencia de la bacteria en leche cruda oscila entre 0% en Italia y Nueva Zelanda y un 5,4% en Canadá, encontrándose una prevalencia mundial del alrededor del 2,2% (7, 18). Una vez más se confirma que la leche cruda es una posible fuente del microorganismo, justificándose la necesidad de un manejo y tratamiento adecuados para este alimento.

La leche cruda es muy utilizada como materia prima para la fabricación de queso, helados y otros productos lácteos. No todos los derivados de la leche se fabrican con leche pasteurizada, como es el caso del queso artesanal, al cual se dedica un 25% de la producción láctea nacional y se realiza con escasa tecnología y sin pasteurización. (18). Por otro lado, es importante destacar que se aisló esta bacteria a partir de muestras destinadas a uso industrial así como de productores independientes.

Con respecto a *Salmonella* spp., estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (WHO), muestran que la salmonelosis representa una de las enfermedades de transmisión alimentaria más frecuente, tanto en países industrializados como en aquellos en vías de desarrollo (1). Por lo tanto, la determinación de esta bacteria en alimentos forma parte de las normas internacionales para la aceptación microbiológica de muchos productos.

En el presente estudio, y contrastando con estudios recientes hechos en canales de procesamiento de las principales industrias avícolas (12), donde no se demuestra una incidencia significativa de esta bacteria, se encontró una prevalencia de un 15% en menudos de pollo adquiridos en

el área metropolitana. Esto refleja una dudosa calidad en el manejo de estos productos posterior a su procesamiento. Ello representa un aumento en la probabilidad de contaminación con serotipos patógenos, llevando inclusive a probables infecciones alimentarias.

Las bacterias aisladas fueron identificadas como *Salmonella* spp. y no en especies particulares. La NAS (National Academy of Sciences) y NRC (National Research Council) consideran que todos los serotipos de esta bacteria presentan igual nivel de importancia al ser identificados en muestras alimentarias, y la determinación a nivel de especies sólo aplica en casos de investigaciones específicas.

Un aspecto importante a considerar con el hallazgo significativo de esta bacteria en pollo, es la potencial presencia de cepas resistentes a antibióticos y su efecto en salud pública, tal y como fue demostrado por Murray (2), donde se evidenció la presencia de *Salmonella* spp. resistente a estreptomycinas, sulfonamidas y especialmente tetraciclinas en granjas avícolas inglesas.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la presencia de bacterias patógenas en alimentos de origen animal en Costa Rica, por lo que es importante recalcar la trascendencia del tratamiento térmico en este tipo de productos, así como la necesidad de aplicar el sistema HACCP y la introducción de las Buenas Prácticas de Manufactura dentro de la industria alimentaria, tanto avícola como lechera, como medida para la reducción del riesgo potencial para la salud pública que presentan los patógenos estudiados.

#### AGRADECIMIENTO

Este trabajo recibió apoyo de la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica, proyecto 430-99-214.

#### REFERENCIAS

- World Health Organization. Foodborne diseases- possibly 350 times more frequent than reported. World Health Organization, Geneva, 1997.
- Doyle M. *Escherichia coli* O157:H7 and its significance in foods. *Int J Food Microb.* 1999;12:299-302.
- Samedpour M JE, Liston J. Occurrence of Shiga-like toxin producing *Escherichia coli* in retail fresh sea food, beef, lamb, pork and poultry from grocery stores in Seattle, Washington. *Appl Environ Microbiol* 1994; 60:1038-40.
- Arias ML, Monge R, Chaves C, Antillón F. Effect of storage temperatures on growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated in foods from a neotropical environment. *Rev Biol Trop.* 2001;49(2): 517-524.
- Fischetti V, R Novick, J Ferretti, D Portnoy & J Rood. Gram positive pathogens. ASM Press. Washington D C. 2000;473-477.
- Monge R, D Utzinger & ML Ariss. Incidence of *Listeria monocytogenes* in pasteurized ice cream and soft cheese in Costa Rica. *Rev Biol Trop.* 1994;42(1/2): 327-328.
- Arias ML, R Monge, F Antillón & E Glenn. Occurrence of the bacteria *Listeria* spp. in raw milk in Costa Rica. *Rev Biol Trop.* 1994;42(3): 711-713.
- Arias ML, R Monge, F Antillón & C Chaves. Growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 in meat, poultry and vegetables mixed with different concentrations of mayonnaise. *Rev Biol Trop.* 2001;49(3).
- Mora JR. Use of probes specific for IS 200 to identify *Salmonella*. Tesis. University of California, 1996.
- Baumler A & B Hargis. Tracing the origins of *Salmonella* outbreaks. *Science* 2000;287 (5450):50-55.
- Groisman E. Principles of Bacterial Pathogenesis. Academic Press, USA. 266-270, 2001.
- Romero V. Incidencia de *Salmonella* spp. y calidad sanitaria de los canales de pollo procesados en plantas nacionales. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica, 2000.
- Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual. 8<sup>th</sup> Ed. AOAC, USA, 1995.
- Doyle M. *Escherichia coli* O157:H7 and its significance in foods. *Inter J Food Microbiol.* 1991;67 (1-2):1-17, 1991.
- Reuben A, H Treminio, ML Aris & L Villalobos. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from Costa Rican foods. *Rev Biomed.* In press
- Paton J & A Paton. Pathogenesis and diagnosis of Shiga toxin producing *Escherichia coli* infections. *Clin Microbiol Rev.* 1998;11:450-479.
- Ruscisa MG, Sobol RA. *Escherichia coli* enterohemorrágica. *La Alimentación Latinoamericana.* 1995;208:35-40.
- Oreamuno S. Presencia de *Listeria monocytogenes* y su relación con el nivel de coliformes fecales durante la manufactura de queso blanco en plantas de la zona de Santa Cruz, Turrialba. Tesis. Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, 1994.

Recibido: 27-02-2003

Aceptado: 05-11-2003

## Avaliação do método enzimico-gravimétrico AOAC 985.29, para a determinação da fibra alimentar em grãos crus de aveia e milho

*Leila Picolli da Silva, Maria de Lourdes Santorio Ciocca, Eliana Badiale Furlong*

Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria - Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul - Universidade do Rio Grande. Brasil

**RESUMO.** Foram avaliados os atributos de precisão e o uso do método enzimico-gravimétrico descrito por Prosky *et al.* (1992) (AOAC, 985.29) para a determinação de fibra alimentar em grãos de cereais, utilizando-se milho (BR 5202 Pampa) e aveia (UFRGS 15). Para determinar o efeito de corridas laboratoriais executadas em diferentes dias, organizou-se seis corridas para cada amostra, cada qual formada por uma duplicata para a determinação de fibra total (FT), uma para fibra insolúvel (FI) e provas em branco, também em duplicata, para FT e FI. A fim de caracterizar a repetibilidade, outras cinco determinações de FT e FI foram realizadas para cada uma das amostras, totalizando 11 dados. Os coeficientes de variação de FT e FI obtidos nas 6 primeiras corridas foram baixos, indicando uma variação intralaboratorial total aceitável. Os CVs (<10%) encontrados para FT de milho e aveia indicaram alta repetibilidade do método para essa fração da fibra alimentar. Nas determinações de FI, observou-se alta frequência de valores negativos para correções de cinzas e provas em branco, que diminuíram a confiabilidade dos resultados finais. A magnitude do total das correções gravimétricas variou com a natureza da amostra e foi grandemente influenciada pela correção de proteína.

**Palavras-chave:** Fibra total, fibra insolúvel, repetibilidade.

**SUMMARY.** Evaluation of the AOAC 985.29 enzymic gravimetric method for determination of dietary fiber in oat and corn grains. The precision attributes and use of the enzymatic-gravimetric method of Prosky *et al.* (1992) (AOAC 985.29) were evaluated using corn (BR 5202 Pampa) and oat (UFRGS 15) samples. The effect of laboratory batches carried out in different days were evaluated in six laboratory batches, using for each material one duplicate for total fiber (FT) determination, one duplicate for insoluble fiber (FI) determination and blank ones for FT and for FI (both in duplicate). In order to characterize repetitive aspects, five other FT and FI determinations added to each sample were evaluated, summing up 11 data. The low coefficients of variation in the first six batches were considered acceptable as an expression of expected total intralaboratory variation. The repetitive of the method was considered good for FT determinations (CVs < 10%). However, in the FI determination a high frequency of negative values of ash and blanks was found, impairing the repetitive aspects evaluation. The magnitude of the total gravimetric corrections varies with the kind of the sample and is especially influenced by the protein content.

**Key words:** Total dietary fiber, insoluble dietary fiber, repetitive aspects.

### INTRODUÇÃO

O método proposto por Prosky e colaboradores para a determinação de fibra alimentar total (1) e recomendado pela AOAC, em primeira ação, no ano de 1985 (2) (método nº 985.29) e em ação final, a partir de 1986 (3), foi desenvolvido com base na proposição de Asp e colaboradores (4). Neste, a determinação da fibra total é feita utilizando-se digestão enzimática, seguida de precipitação etanólica da fibra solúvel e a correção do resíduo resultante desta operação para cinzas, provas em brancos e proteína (1). Mais tarde, em 1988, Prosky e colaboradores indicaram o uso deste método, com pequenas modificações, para as determinações adicionais das frações insolúvel e solúvel da fibra (5), sendo adotado em primeira ação pela AOAC em 1991 para a determinação de fibra insolúvel (6) e em 1993 para a determinação de fibra solúvel (7).

Embora este método tenha passado por várias modificações no período de 1984 a 1995, com muitos dos seus problemas solucionados (8), outros, referentes aos procedimentos analíticos empregados para a precipitação da fibra solúvel e para as correções gravimétricas preconizadas, foram detectados tanto em estudos colaborativos como em trabalhos investigativos (1,5,6,9-11).

AACC (8) e Mañas e colaboradores (9, 10) levantaram a possibilidade de incompleta precipitação etanólica da fibra solúvel, o que causaria subestimação da fibra total, ou co-precipitação de outros compostos que não compõe a fibra alimentar, superestimando os resultados. Quanto às correções gravimétricas, há relatos tanto de superestimação como de subestimação do teor de cinzas presente no resíduo da digestão enzimática. A superestimação seria provocada pela precipitação, em álcool, dos sais dos tampões usados na análise (Na e Ca);

e a subestimação seria decorrente de perdas de componentes voláteis das cinzas durante a incineração a 525°C (10,11).

A maioria dos estudos sobre o comportamento do método enzimico-gravimétrico proposto por Prosky e colaboradores (6) para a determinação de fibra alimentar e de suas respectivas frações, basearam-se unicamente em produtos destinados a alimentação humana. No entanto, a avaliação de sua aplicabilidade para produtos destinados à alimentação animal também é de extrema importância, considerando a possibilidade de se estabelecer relações entre os teores de fibra alimentar (total, insolúvel e solúvel) com diferenciados efeitos fisiológicos que, em última instância, se refletirão diretamente sobre o desempenho animal (11).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi de avaliar os atributos de precisão e a aplicabilidade do método proposto por Prosky e colaboradores (6) para a análise da fibra total e insolúvel em grãos de cereais destinados à nutrição animal.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostras

Grãos de milho BR 5202 Pampa e de aveia UFRGS 15 foram coletados em ensaios de produção conduzidos em 1996 no Centro de Pesquisa de Agricultura de Clima Temperado/EMBRAPA (Pelotas/RS) e na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, respectivamente. As espécies de cereais utilizadas foram escolhidas de modo que representassem dois pontos extremos quanto aos teores de fibra solúvel.

### Preparação das amostras

Os grãos de aveia foram descascados manualmente para posterior preparação. As amostras foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 1 mm e, seqüencialmente, submetidas a nova moagem em moinho de facas (Control Química MC 2, capacidade de 150 g) com velocidade de rotor de 20.000 rpm, por 45 segundos, a fim de se obter tamanho de partículas apropriado para as análises de fibra (6).

### Análises laboratoriais

As determinações de fibra total (FT) e fibra insolúvel (FI) foram realizadas de acordo com o método descrito por Prosky e colaboradores (6), utilizando as enzimas TERMAMYL 120L ( $\alpha$ -amilase), com atividade declarada de 120KNU/g; ALCALASE 0.6L (protease), com atividade declarada de 0.6AU/g; e AMG 200 (amiloglicosidase) com atividade declarada de 200AGU/ml, todas fabricadas pela Novozymes Ltda. e mantidas em refrigerador (temperatura média de 5°C)

após cada uso. A atividade das enzimas foi testada periodicamente, utilizando o kit Sigma TDF-C10®.

Nos cadinhos de fundo de vidro sinterizado (capacidade 50 ml/porosidade 40-60  $\mu$ m) foi adicionado, aproximadamente, 1g de lã de vidro como auxiliar de filtração. O conjunto (cadinho+lã de vidro) foi submetido a queima em mufla a 525°C por 5 horas, tratados com solução de HCl  $\pm$  2N por uma noite e lavados com água destilada para então, serem utilizados. Esse procedimento se repetiu a cada nova utilização do material.

Os resultados de FT e FI, expressos em percentagem na matéria seca, foram obtidos após subtração dos valores de cinzas e brancos (resíduo das provas em branco corrigidos para cinzas e proteína), determinados conforme Prosky e colaboradores (6); e subtração da proteína bruta (N x 6,25), sendo N determinado por destilação em micro-Kjeldahl (12). Adicionalmente, foi determinada a composição centesimal das amostras conforme as técnicas descritas no AOAC (13) para umidade, cinzas, proteína bruta (Nx6,25) e extrato etéreo.

### Condução do experimento

A fim de testar o efeito de corridas laboratoriais executadas em dias diferentes, para cada material, foram organizadas seis corridas. Cada corrida foi composta de uma duplicata para determinação de FT, uma duplicata para determinação de FI, uma prova em branco para FT e outra para FI, ambas em duplicata.

Para caracterizar a repetibilidade foram agregadas outras cinco determinações de FT e de FI por amostra, totalizando 11 dados experimentais.

O efeito de corridas laboratoriais e a repetibilidade foram avaliadas através dos coeficientes de variação obtidos para FT e FI em ambas as amostras conforme indicado por Wernimont (14).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de matéria seca (MS) determinados nas amostras de milho e aveia foram, respectivamente, de 95.50 e 86.77%, e os teores de cinzas (Cz), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), expressos em 100g de MS, foram 1.54; 9.32 e 5.92% na amostra de milho e, na mesma ordem, 1.36; 15.20 e 4.03% na amostra de aveia. Os dados de Cz, PB e EE referentes a amostra de milho foram, respectivamente, 23.4; 6.9 e 35.1% superiores aos valores citados na Tabela de Composição Química e Valores Energéticos para Suínos e Aves (15). Quando comparados os valores de composição química de grãos descascados de aveia UFRGS 15, observou-se que os teores de Cz, PB e EE foram, respectivamente, 40.3%; 13.6% e 44.1% menores que os citados por Floss e colaboradores (16) para essa mesma cultivar. Esta diferença

nos valores das medidas de composição química de grãos de milho e aveia entre os trabalhos, provavelmente possa ser atribuída às distintas condições de cultivo (ano e local de cultivo, condições ambientais, aspectos nutricionais da planta, etc.) e, no caso da aveia, devido à diferenças na técnica utilizada para retirada da casca dos grãos.

Os resultados das determinações de FT e FI nos dois materiais experimentais obtidos nas seis primeiras corridas, encontram-se nas seis primeiras linhas da Tabela 1. No caso do milho, as médias de FT e FI ( $13.27 \pm 0.90$  e  $12.29 \pm 0.94\%$ , respectivamente) foram ligeiramente superiores aos valores máximos verificados por Lesson e colaboradores (17), para 23 amostras diferenciadas de milho. Já para aveia, as médias obtidas ( $12.34 \pm 0.44$  para FT e  $10.08 \pm 0.42\%$  para FI) ficaram dentro da faixa de variação do conjunto de dados citados por Prosky e colaboradores (5), e ligeiramente mais elevados do que aqueles citados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP, para aveia em flocos (18). Os CVs obtidos para ambas as determinações foram baixos (6.77 e 7.61% para FT e FI de milho e 3.59 e 4.20% para aveia) indicando uma variação intralaboratorial total aceitável (5).

Com base nestes resultados, considerou-se que os dados experimentais referentes as determinações de FT e FI obtidos em diferentes corridas laboratoriais, poderiam ser agregados em um mesmo conjunto para análise estatística.

As médias dos teores de FT e FI obtidas com os 11 dados experimentais de cada amostra (Tabela 1) diferiram das encontradas nas 6 primeiras corridas em menos de 5%. Os CVs foram mais altos que os observados nas seis corridas iniciais, mas ainda próximos aos citados por Prosky e colaboradores para determinação de fibra total (5) e fibra insolúvel (6), nas faixas de concentração correspondente às encontradas no presente trabalho.

Em várias determinações das frações de fibra, especialmente da insolúvel, foram encontrados valores negativos para as correções gravimétricas. Nas determinações de FI, somente em duas corridas para a amostra de milho, e nas corridas 1, 2, 5 e 6 para a amostra de aveia, foram encontrados valores de cinzas positivos. No restante das determinações todos os valores referentes a esta correção gravimétrica foram negativos. Nas determinações de FT em milho, observou-se valores negativos para cinzas nos resíduos de digestão das corridas 5, 7, 10 e 11. Já, quando determinada esta mesma fração nos resíduos de digestão enzimática de aveia, todos os valores foram positivos.

Valores impróprios, tais como correções gravimétricas negativas, diminuem a confiabilidade nos resultados finais, apesar de não induzirem, necessariamente, a grandes erros (19). Considerando este fato, os dados de FI e FT obtidos por correções gravimétricas negativas não foram utilizados para a avaliação de repetibilidade. Assim, não foi possível determinar a repetibilidade para FI, uma vez que grande

maioria destes valores originaram-se de correções gravimétricas negativas.

Para FT, adotando o mesmo critério, foram considerados apenas 7 valores para milho e os 11 valores para aveia. Os CVs obtidos a partir destes dados ficaram em torno de 10%, indicando alta repetibilidade do método para determinação desta fração em ambos os cereais (Tabela 1).

TABELA 1

Teores de fibra alimentar total (FT) e insolúvel (FI) dos grãos de milho BR 5202 Pampa e de aveia UFRGS 15, expressos em percentagem da matéria seca

Corridas	Milho BR 5202 Pampa		Aveia UFRGS 15	
	FT	FI	FT	FI
1	13.31*	11.24	12,38*	9,57
2	12.73*	12.13	11,95*	9,98
3	14.15*	12.74	11,90*	9,62
4	12.20*	11.32	12,96*	10,43
5	14.51	13.71	12,07*	10,58
6	12.73*	12.58	12,76*	10,28
7	13.33	11.62	13,69*	9,60
8	13.18*	12.33	11,10*	8,21
9	14.29*	12.05	12,80*	8,54
10	14.29	10.73	15,48*	9,40
11	11.57	11.38	15,50*	9,78
Média †	13.30	11.98	12,96	9,64
Média ‡	13.23	—	12,96	—
CV † (%)	7.14	7.04	10,95	7,60
CV ‡ (%)	5.81	—	10,95	—

\* Valores usados para teste de repetibilidade;

† Média e coeficiente de variação (CV) dos 11 valores de cada fração analisada;

‡ Média e coeficiente de variação (CV) dos valores usados para determinação da repetibilidade.

Os teores calculados de FS para aveia e milho foram de 3.33 (CV=45.44%) e 1.31% (CV = 77,98%), respectivamente. Os CVs resultantes foram aproximadamente 60% superiores aos citados por Prosky e colaboradores para esta faixa de concentração de FS (5, 6). Nestes trabalhos a FS foi determinada independentemente, e a explicação para os CVs insatisfatórios foi atribuída a problemas de filtração da amostra. A possibilidade de retenção de componentes solúveis na FI e os problemas relatados com a precipitação etanólica, também podem ter causado recuperação incompleta dos componentes da fibra ou co-precipitação de outros compostos não pertencentes à fibra na fração correspondente a FS (5, 9, 10).

#### Componentes de variação das determinações de fibra total e insolúvel

Na primeira etapa do procedimento analítico, que compreendeu as digestões enzimáticas até a obtenção do

resíduo seco, foi constatada baixa variabilidade entre os dados experimentais (Tabela 2). Neste caso, os CVs encontrados para os resíduos de digestão enzimática, em torno de 10%,

indicaram que essa etapa teve pouca influência na variabilidade dos resultados finais de fibras total e insolúvel para ambas as amostras.

TABELA 2

Peso médio das amostras, dos resíduos de digestão enzimática e das correções gravimétricas nas determinações de fibra alimentar total (FT) e fibra insolúvel (FI) em grãos de milho BR 5202 Pampa e de aveia UFRGS 15

Espécie	Amostra mg	Resíduo		Cinzas		Proteína		Branco		Total % †
		mg	% *	mg	% †	mg	% †	mg	% †	
Milho										
FT	1001.4±0.5	168.2±15.2	16.8±1.5	3.3±5.3	1.9±3.0	23.1±10.0	13.5±5.0	8.7±0.7	5.2±0.6	20.6±5.3
FI	1001.5±0.7	137.1±6.0	13.7±0.6	-0.8±1.9	-0.5±1.4	16.1±4.1	11.8±3.0	1.7±2.3	1.3±1.7	12.5±3.9
Aveia										
FT	978.3±54.3	196.3±22.9	20.0±1.6	8.9±4.3	4.5±1.9	52.1±15.0	26.4±6.0	8.3±2.5	4.3±1.4	35.2±5.8
FI	978.5±54.0	129.6±13.1	13.2±0.8	-0.8±1.5	-0.7±1.2	33.8±7.6	26.0±4.5	2.2±2.5	1.7±2.0	27.0±5.1

\* Percentagem de resíduo em relação a amostra inicial (valores expressos com base na matéria seca);

† Percentagem da correção gravimétrica em relação ao resíduo de digestão (valores expressos com base na matéria seca).

A segunda etapa, que compreendeu a realização das análises para obtenção dos dados das correções gravimétricas preconizadas, foi a que exerceu maior influência para o aumento da variabilidade entre os resultados finais. O total de correções gravimétricas (cinzas + proteína + branco) variou de acordo com a natureza da amostra, onde os maiores valores foram observados nas determinações em aveia (Tabela 2).

A contribuição de cada uma das correções sobre o total também foi variável, porém, a proteína foi a que exerceu maior influência sobre as determinações das frações de fibra (Tabela 2). A correção para proteína representou aproximadamente 13 e 12% dos resíduos de FT e FI em milho e, na mesma ordem, 26 e 26% em aveia. As correções para cinzas foram menores, representando aproximadamente 2 e 4.5% do resíduo de FT de milho e aveia e, na mesma ordem, -0.5 e -0.7% do resíduo da FI.

A distribuição dos valores de proteína, cinzas e provas em branco obtidas nos resíduos de digestão enzimática das amostras utilizadas neste experimento foram analisados individualmente e encontram-se na Figura 1. Embora as medidas realizadas no presente trabalho não tenham sido direcionadas à avaliar a eficiência da proteólise ou ineficiência da remoção da proteína dos resíduos de digestão, a ampla dispersão detectada quanto os teores de proteína bruta entre repetições provenientes de mesma amostra (Figuras 1a e 1d), demonstrou a grande variabilidade existente entre corridas na etapa de digestão enzimática no que se refere à proteólise.

Os valores das correções gravimétricas de cinzas também foram amplamente dispersos e, em muitos casos, negativos (Figuras 1b e 1e). Porém, a ocorrência de valores negativos para cinzas e provas em branco não foi verificada somente

no presente trabalho, mas também no próprio estudo colaborativo referente ao método utilizado (6).

Os CVs obtidos para a medida de cinzas nos resíduos de FT e FI de milho e aveia foram de 157.9 e 42.2% e, 280.0 e 171.4%, respectivamente. A maior frequência de cinzas negativas em resíduos de FI (Figura 1e) quando comparados aos resíduos de FT (Figura 1b), sugere que na filtração de FI, feita para a remoção da FS, ocorram perdas de minerais. Mañas e colaboradores (9) comentam que na determinação de fibra alimentar, junto com a precipitação etanólica de compostos orgânicos e inorgânicos da amostra, pode também ocorrer precipitação de sais inorgânicos do tampão, superestimando o teor de cinzas no resíduo da FT.

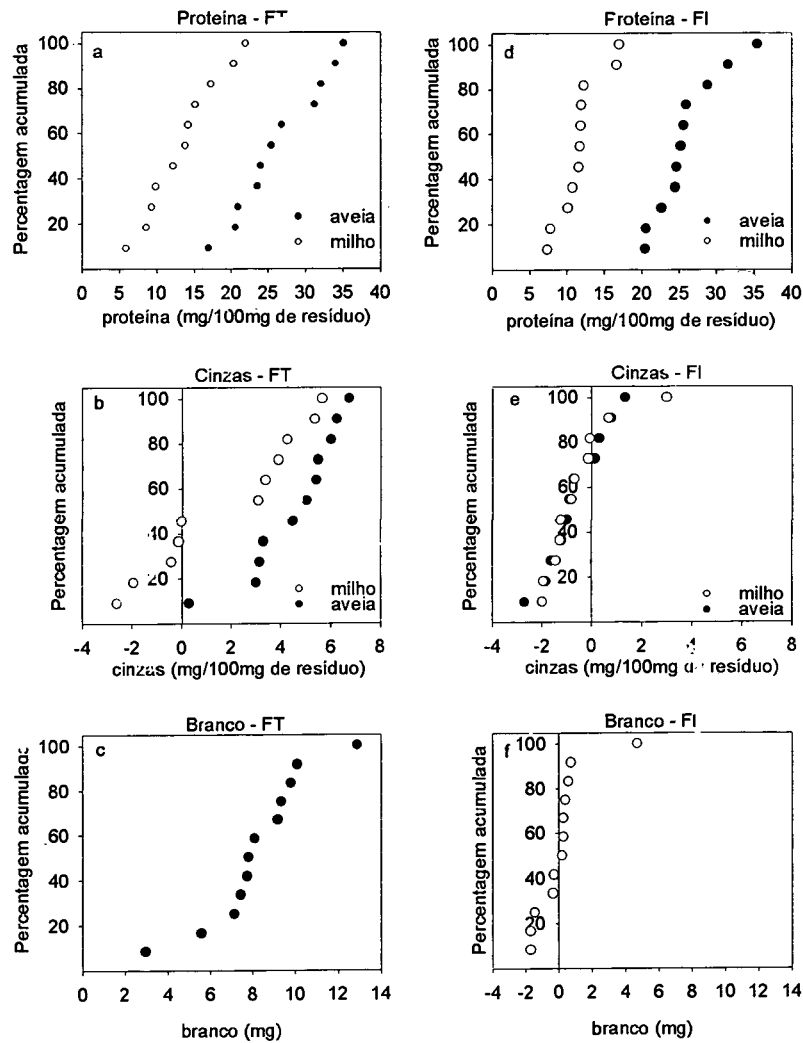
Considerando essa indicação, é razoável supor que pelo mesmo mecanismo possa ocorrer uma redução nos teores de cinzas da FI, uma vez que minerais poderiam ser retirados dessa fração juntamente com a FS. Por outro lado, pela pequena quantidade de minerais remanescente neste resíduo e considerando os erros acumulados desde o início da manipulação das amostras, torna-se mais provável a ocorrência de valores negativos de cinzas para os resíduos de FI do que para os de FT.

De qualquer forma, a distribuição dos valores de cinzas obtidos no presente trabalho (Figuras 1b e 1e) põe em dúvida a explicação dada por Prosky e colaboradores (6) de que a obtenção de dados negativos de cinzas no resíduo é resultante de perdas do auxiliar de filtração e problemas de qualidade, tanto do auxiliar como do cadinho filtrante; devendo-se buscar explicação para estes resultados na análise de outros possíveis fatores que afetam as determinações de cinzas no resíduo da digestão enzimática utilizada para a determinação da fibra alimentar.

FIGURA 1

Distribuição dos valores de proteína bruta, cinzas e provas em branco, obtidos nas determinações de fibra alimentar total (FT) (a, b, c) e fibra insolúvel (d, e, f) nos grãos de milho BR 5202 Pampa e de aveia UFRGS 15.

No eixo X estão representados os valores obtidos em cada determinação, organizados em ordem crescente. No eixo Y encontra-se a frequência relativa acumulada de observações, onde cada observação corresponde a 9.1 unidades de porcentagem para proteína e cinzas e 7.1 unidades de porcentagem para brancos (100% ÷ n<sup>o</sup> total de observações), o que permite avaliar a dispersão em relação a amplitude



Os elevados valores dos efeitos das interferências de proteína e minerais nos resíduos de digestão enzimática são as principais críticas quanto ao método proposto por Prosky e colaboradores (4,5, 9-11, 20, 21). Este fato abre precedentes para que outros métodos de determinação da fibra alimentar sejam indicados. Jeraci e colaboradores propõe o método UED (*urea enzymatic dialysis*) (22) para a determinação de fibra alimentar. Segundo estes pesquisadores, o método UED reduz a interferência das correções gravimétricas de cinzas e proteína, sendo mais preciso e apurado do que aquele proposto pela AOAC (2).

Embora menos representativos, os valores das provas em branco também interferem no resultado final das medidas de FT e FI. No presente trabalho, as provas em branco representaram aproximadamente 5% dos resíduos de digestão de FT e, menos de 2% nos resíduos de FI para ambas as amostras (Tabela 2). Os Cvs obtidos para as determinações de FT das corridas realizadas com amostra de milho, foram menores do que os encontrados para as corridas de aveia (11,5 versus 32,6%). Para FI, maioria dos valores das provas em branco foram negativos e os CVs obtidos foram muito altos (superiores a 115%) para ambas as amostras. A amplitude de variação observada para os valores das provas em branco de FT (3.0 a 12.9 mg) e de FI (-1.7 a 4.7 mg) provavelmente possa ser atribuída às diferenças entre corridas e às correções gravimétricas de proteína e cinzas nos resíduos da prova em branco, uma vez que, durante a execução destas análises, não houve trocas de reagentes e/ou enzimas que justificassem tal variação.

Embora os valores negativos de cinzas e provas em branco obtidos nas determinações de FI e FT em milho e aveia (Figuras 1b, 1e e 1f) tenham diminuído a confiabilidade nos resultados finais deste trabalho, é importante salientar que o maior desvio provocado por estes valores negativos não chegou a 5% sobre o resultado final. Este dado foi considerado não limitante para o uso do método enzimático-gravimétrico proposto por Prosky e colaboradores (6) na avaliação das frações de fibra nos grãos analisados.

### CONCLUSÕES

O método enzimático-gravimétrico proposto por Prosky e colaboradores (6) permitiu a determinação da fibra total em grãos de milho e aveia, com alta repetibilidade.

Nas determinações de fibra insolúvel, observou-se alta frequência de valores negativos para correções de cinzas e provas em branco que diminuíram a confiabilidade dos resultados finais.

A magnitude do total das correções gravimétricas variou com a natureza da amostra e foi grandemente influenciada pela correção de proteína.

### REFERÊNCIAS

1. Prosky L, Asp GN, Furda I, Devries JW, Schweizer TF, Harland BF. Determination of total dietary fiber in foods, food products, and total diets: Interlaboratory Study. *J Assoc Anal Chem.* 1984; 67 (6): 1044-1052.
2. AOAC - Association Of Official Agricultural Chemists. Total dietary fiber in foods – Enzymatic-gravimetric method – First action. *J Assoc Anal Chem.* 1985; 68 (2): 399.
3. Deutsch MJ. Vitamins and other nutrients – Recommendations. *J Assoc Anal Chem.* 1986; 69 (2): 259.
4. Asp GN, Johansson CG, Hallmer H, Siljeström M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J Agric Food Chem.* 1983; 31 (2): 476-482.
5. Prosky L, Asp GN, Schweizer TF, Devries JW, Furda I. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory Study. *J Assoc Anal Chem.* 1988; 71 (5): 1017-1023.
6. Prosky L, Asp GN, Schweizer TF, Devries JW, Furda I. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative Study. *J Assoc Anal Chem Int.* 1992; 75 (2): 360-367.
7. Prosky L. Dietary fiber – General Referee Reports. *J Assoc Anal Chem Int.* 1993; 76 (1): 132-133.
8. AACC - American Association Of Cereal Chemists. The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World.* 2001; 46 (3): 113-126.
9. Mañas E, Bravo L, Saura-Calixto F. Sources of error in dietary fibre analysis. *Food Chem.* 1994; 50 (1): 331-342.
10. Mañas E, Bravo L, Saura-Calixto F. Dietary fibre analysis: methodological error sources. *Euro. J Clin Nutr.* 1995; 49 (3): s158-s152.
11. Jeraci JL, Van Soest PJ. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. *Adv. Exp. Med. Biol.* 1990; 270 (1): p.245-263.
12. Tedesco, M.J.; Gianello, C.; Bissani, C.A. et al. *Análise de solo, plantas e outros materiais.* 2 ed. Porto Alegre: UFRGS; 1995.
13. AOAC - Association Of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis.* 12 ed. Washington: AOAC; 1975.
14. Wernimont GT. Use of statistics to develop and evaluate analytical methods. Arlington: AOAC; 1985.
15. EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. Concórdia: EMBRAPA-CNPQA; 1991.
16. Floss, E.L.; Schultz, J.; Trentin, E.A. Composição química de grãos de cultivares de aveia, em Passo Fundo, 1994. In: Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Aveia, 16, 1996. Resultados experimentais., 1996: 249-251.
17. Lesson S, Yersin A, Volker L. Nutritive value of the 1992 corn crop. *J. Appl. Poultry Res.* 1993; (2): 208-213.
18. USP – Universidade de São Paulo. Tabela brasileira de composição de alimentos. São Paulo: USP; 2001.
19. AOAC - Association Official Analytical Chemistry. Guidelines for collaborative study procedure to validate characteristics

- of a method of analysis. J. Assc. Off. Anal. Chem., Washington, 1989; 72 (4): 694-704.
20. Marlett J, Navis D. Comparison of gravimetric and chemical analyses of total dietary fiber in human foods. J Agric Food Chem, 1988; 36 (2): 311-315.
  21. Filisetti T.M.C.C. Estudo colaborativo para análise de fibra alimentar. Bol. SBCTA, 1997; 31 (2): 112-113.
  22. Jeraci J.L, Lewis BA, Van Soest PJ, Robertson JB. Urea enzymatic dialysis procedure for determination of total dietary fiber. J Assc Off Anal Chem, 1989; 72 (4): 677-681.

Recibido: 14-08-2002

Aceptado: 30-09-2003

# Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería

Mario Villarroel, Carol Acevedo, Enrique Yáñez, Edith Biolley

Universidad de La Frontera. Facultad de Ingeniería y Facultad de Medicina. Temuco, Chile

**RESUMEN.** Se estudiaron las propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum*. determinándose: Capacidad de absorción (CAA) y retención de agua (CRA), capacidad de absorción de moléculas orgánicas (CAMO), capacidad de hinchamiento (CH) y capacidad de intercambio catiónico (CIC). Fracciones de tamaño de partícula T1(1.4mm);T2(1.0mm); T3 (0.425mm); T4(0.180mm) fueron analizadas para medir su efecto sobre estas propiedades. Las mejores respuestas de CAA, CRA, CAMO y CH se obtuvieron con T3, con la excepción de la CIC cuyo mejor resultado se obtuvo con T1. Se desarrolló una formulación optimizada de pan enriquecido con fibra del musgo analizando simultáneamente el efecto de cuatro variables independientes: levadura, agente esponjante, fibra de musgo y manteca vegetal sobre la calidad sensorial del pan. La variable más significativa ( $p < 0.05$ ) resultó ser la levadura con una participación de 50% sobre la respuesta. Muestras de pan con fibra se almacenaron a 20°C y 6°C para determinar su vida útil. La mejor respuesta de calidad sensorial se obtuvo con las muestras refrigeradas, que permanecieron aptas para su consumo por un tiempo de dos semanas.

**Palabras clave:** Musgo, *Sphagnum magellanicum*, propiedades funcionales, calidad sensorial

**SUMMARY** Functional properties of *Sphagnum magellanicum* fiber and its direct use in formulation of bakery products. Characterization of functional properties of *Sphagnum magellanicum* fiber were investigated. Water absorption (WAC) and water retention (WRC) capacities, swelling capacity (SC); organic molecule absorption capacity (OMAC) and cationic interchange capacity (CIC) were evaluated, as well as its incorporation as fiber source to bakery products. Different particles sizes were selected to evaluate their effects on the functional properties of moss fiber: T1(1.4mm);T2(1.0mm); T3(0.42mm); T4(0.18mm). Best results of CAA, CRA; SC and OMRC were obtained with T3, whereas best values of CIC were attained with T1. An optimized formulation of fiber enriched bread was developed analyzing simultaneously the effect of four independent variables (yeast, moss fiber, fluffy agent and shortening) on the sensory quality of products. Shelf life studies were carried out by storing samples of fiber enriched breads at 20°C and 6°C. At the end of the study, refrigerated samples showed better sensory quality stability.

**Key words.** Moss, *Sphagnum magellanicum*, functional properties, sensory quality

## INTRODUCCION

El hombre, para mantenerse como especie necesita disponer de materias primas alimenticias que le aporten nutrientes. Al principio la idea de alimentación estaba basada únicamente en este concepto. Paulatinamente este significado ha ido modificándose con el avance del conocimiento y aproximadamente desde la segunda mitad del siglo XX, más precisamente en el transcurso de las dos últimas décadas, la humanidad comienza a preocuparse por una correcta alimentación, generando en la población una mayor preocupación por la selección de los componentes dietarios asociados a un menor riesgo de salud por lo que no es extraña la presencia en el mercado consumidor de los "alimentos funcionales" (1-7) que tienen un denominador común pues actúan positivamente sobre una o varias funciones específicas

del organismo por lo que representa para la industria alimentaria un permanente desafío para formular y desarrollar nuevas variedades de productos con características innovadoras en este campo. La función de estos componentes es prevenir enfermedades crónicas originadas en trastornos fisiológicos, como cáncer, osteoporosis, complicaciones cardiovasculares, trastornos de la función intestinal, diabetes, obesidad, etc. (8-12). En Japón, el número de productos alimenticios que contienen oligosacáridos como componente funcional alcanzó en 1991 a 450 entre galletas, cereales, confites y bebidas (13).

Un ejemplo típico de alimento funcional es la fibra dietética (FD) la que ha sido profusamente investigada tanto en el campo de la nutrición como en el de la ciencia y tecnología de alimentos (14,15). Su consumo habitual se realiza en base a la oferta de numerosos y variados alimentos

como barras de granola, galletas, sopas, bebidas extruídos, productos de pastelería, lácteos, comprimidos saciadores de hambre, snacks etc en los cuales se ha incrementado la cantidad de fibra para prevenir enfermedades crónicas. El gran interés por la fibra dietética (FD) se remonta a los años 70, cuando investigadores como Trowell (16), sobre la base de estudios epidemiológicos relacionaron la deficiencia de FD con enfermedades que se presentan principalmente en países occidentales como la constipación, diverticulosis, pólipos, cáncer al colon, y trastornos metabólicos como obesidad y enfermedades coronarias (17,18).

Los efectos fisiológicos de la fibra dietética son el resultado de complejos mecanismos de interacción entre los componentes del alimento no digeridos por las enzimas digestivas y las condiciones del medio ambiente gastrointestinal, como pH, fuerza iónica así como la presencia de otras sustancias inherentes al alimento (19). La naturaleza química y la estructura de la fibra dietética son las características principales que determinan su comportamiento en el lumen intestinal. Las propiedades funcionales de la FD son las principales responsables de los aspectos fisiológicos desarrollados por la fibra en el tracto gastrointestinal. Entre éstas podemos citar las siguientes: regulación de la función intestinal, disminución de la absorción de la glucosa, menor demanda de insulina, prevención del cáncer del colon, regulación del nivel de colesterol y reducción de ingesta calórica entre otras (17,18).

Actualmente, existe un gran interés en nuevas fuentes de fibra dietética en concentraciones comparables a las que se hallan en concentrados de subproductos de cereales y leguminosas (salvado de trigo, arroz, avena, lupino, etc.) (20-25).

Las investigaciones sobre fibra se han focalizado en tubérculos, cereales, legumbres, frutas, algas, todas caracterizadas por presentar un contenido de fibra dietaria elevado, baja digestibilidad y reducido valor calórico. Similares características presenta el musgo *Sphagnum magellanicum* (SM.) recurso natural abundante en la región sur de Chile, conocida por sus usos en rubros distintos a los nutricionales (26), el cual, al ser caracterizado químicamente dio como resultado un 77% de fibra dietaria (27) superior al contenido encontrado en fríjol (20%) y la avena (15%) (28). transformándose en una excelente fuente de fibra que puede utilizarse para ser incorporada en alimentos de consumo frecuente con evidentes ventajas para la población. este componente para su incorporación en alimentos. En esta ocasión uno de los objetivos será determinar las propiedades funcionales de la fibra del musgo (29,30). Tales como capacidad de absorción y retención de agua, absorción de moléculas orgánicas, capacidad de intercambio catiónico y capacidad de hinchamiento. El otro objetivo tendrá como finalidad estudiar la factibilidad de incorporarlo a productos de panadería.

## MATERIALES Y METODOS

### Materias primas

Muestras comerciales del musgo variedad *Sphagnum magellanicum*, fueron donadas por la empresa Los Volcanes, ubicada en Puerto Varas, X Región, Chile. Se sometieron a operaciones de selección, eliminación de impurezas y finalmente secado hasta alcanzar una humedad final de 6%, para luego envasarlas en bolsas de polietileno y almacenarlo a temperatura ambiente. Posteriormente muestras del material fueron trituradas en un molino de bolas y finalmente se realizó una clasificación granulométrica usando un sistema de tamices para separar fracciones de tamaño de partículas T1 (1.4 mm); T2 (1.0 mm); T3 (0.42 mm); y T4 (0.18 mm), con la finalidad de analizar el efecto del tamaño de partícula sobre las propiedades funcionales de la fibra del musgo, tales como: Capacidad de absorción de agua (CAA) utilizando el método aceptado por la AACC 88-04 (31); Capacidad de retención de agua (CRA); Capacidad de hinchamiento (CH); Capacidad de absorción de moléculas orgánicas (CAMO) y Capacidad de intercambio catiónico (CIC) Todas estas propiedades fueron determinadas siguiendo procedimientos propuestos por Mc Conell et al.(32).

### Incorporación del SM a productos de panadería

El principal objetivo, en la optimización de formulaciones, es encontrar los mejores niveles de cada una de las variables independientes que pueden afectar una respuesta. En esta oportunidad se aplicó el método Taguchi (33-35), pues permite realizar los ensayos en forma eficiente, al reducir el número de experimentos propuestos en el diseño experimental que se traduce en menor tiempo de desarrollo de las pruebas, con las consiguientes ventajas de ahorro de costos. El diseño factorial utilizado en esta ocasión fue  $L_9 3^4$ . Como respuesta se seleccionó la calidad sensorial (CS), un término integrado por las siguientes características: apariencia, sabor, aroma, color y textura. Por medio del trabajo con el panel en sesión abierta se determinaron los porcentajes de influencia relativa para cada una de las características mencionadas anteriormente, obteniéndose una ecuación de calidad sensorial expresada de la siguiente forma:

$$CS = 0,30 * \text{apariencia} + 0,155 * \text{color} + 0,15 * \text{aroma} + 0,25 * \text{sabor} + 0,145 * \text{textura}$$

Para determinar la calidad sensorial de las muestras de pan se utilizó un panel entrenado compuesto por 10 jueces y se aplicó el test de puntaje compuesto (36) junto con una escala analítico descriptiva de cinco puntos, donde 1 = Calidad sensorial deficiente y 5 = Calidad sensorial muy buena.

En base a las características anteriormente mencionadas,

para formular muestras de pan enriquecidas con fibra, se definieron los siguientes factores de control y sus respectivos niveles de trabajo (Tabla 1).

**TABLA 1**  
Identificación de los factores de control y niveles de trabajo

Niveles	Variables independientes (g / 100g)			
	Levadura	Musgo	Esponjante*	Manteca
1	2.6	2.0	0.05	9
2	3.4	3.0	0.06	12
3	4.2	4.0	0.07	15

\*Componentes: gluten, ac. ascórbico, stearyl lactilato de sodio, peróxido de calcio.

Las elaboraciones de pan se llevaron a cabo siguiendo procedimientos estándares de la AACC (31) los cuales incluyeron mezclado de los ingredientes, amasado, fermentación en tres etapas (reposo por 30 minutos, amasado y nuevamente reposo por 30 minutos). Finalizado este tiempo el pan fue sometido a cocción en horno a temperatura de 220°C por un tiempo aproximado de 40 minutos.

Los datos de calidad sensorial fueron sometidos a un análisis de diferencias de promedios por nivel de trabajo de las variables independientes, buscando la característica de calidad "mayor es mejor", utilizando para ello el paquete computacional Qualitek-4 (35). Posteriormente los datos fueron sometidos a un análisis de varianza con el objeto de identificar las variables que afectan significativamente la respuesta ( $p < 0.05$ ), finalizando con la determinación de la ecuación optimizada teórica, la que luego fue validada con la ejecución de un experimento confirmatorio.

La formulación optimizada de pan fue sometida posteriormente a una caracterización química de acuerdo a las técnicas estándares de la AOAC (37), cuantificándose contenido de humedad, proteínas, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda e hidratos de carbono. Todos los análisis descritos fueron realizados en duplicado. El análisis de las características panaderas se realizó de acuerdo a procedimientos descritos en la Norma Chilena 68, E. Of. 69.(38) determinándose: rendimiento de pan, peso, volumen y densidad.

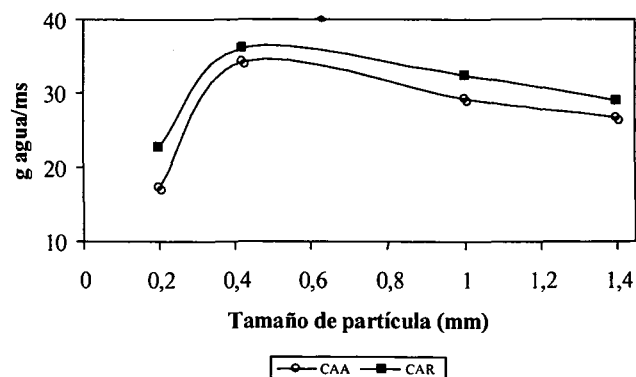
#### Ensayo de estabilidad al almacenamiento

Con el objeto de determinar la estabilidad al almacenamiento del pan enriquecido con fibra, se almacenaron muestras del producto en bolsas de polietileno de 1 mm de espesor a temperatura ambiental (20°C) y de refrigeración (6°C), determinándose la variación de la calidad sensorial a intervalos regulares de tiempo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se observa el comportamiento de la CAA y CRA del S.M. alcanzando valores máximos de 36 y 34 g agua/gramo de materia seca (ms) respectivamente para tamaños de partículas entre 0,4 y 0,5 mm. Conforme el material se hace mas fino, se observa que estas características disminuyen bruscamente alcanzando valores de 22 g/ms para la CAA y 17 g/ms para la CRA utilizando un tamaño de partículas de 0,2 mm, efecto probablemente atribuido al proceso de molienda al cual fue sometida la muestra, provocando la ruptura de la estructura del musgo compuesta por capilares llamados hidrocitos (39), cuya función es retener agua. Este mismo fenómeno se presentó para tamaños de partícula mayores a 0,6 mm, eso si en menor proporción llegando a valores finales de CAA y CRA de 29 y 27 g/ms respectivamente, causado posiblemente por una menor superficie activa de contacto entre el material y el agua, o a un efecto de saturación de los hidrocitos.

**FIGURA 1**  
Capacidad de absorción y retención de agua del musgo según tamaño de partícula

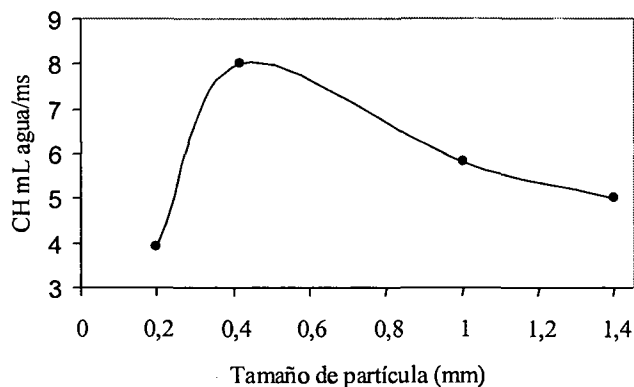


Paralelamente se llevó a cabo un estudio comparativo de la CAA y CRA del musgo con relación a otras fuentes de fibra vegetal. De este análisis, se demuestra que el musgo posee una capacidad de absorción y retención de agua significativamente superior fluctuando para ambas características en un rango entre 17 a 35 g agua/ms, valores que contrastan a los presentados por otros tipos de fibras tales como maíz, arveja, nopal, maíz, zanahoria, trigo, ninguna de las cuales supera los 10 g de agua/ms (14). Lo observado en este estudio pareciera contradecirse con estudios realizados por otros autores (40-43) que establecen que la CAA y la CRA son mayores en especies vegetales y marinas ricas en fibra soluble. Por ejemplo el contenido de fibra soluble para zanahoria, col, avena y nopal es de 1,7; 1,4 y 5,0 y 5,8% respectivamente (14-44), valores superiores ;

al porcentaje que presenta el SM. que no supera el 1,2% (27). En todo caso existen estudios que establecen otros factores que afectan estas características como reducción de tamaño, porosidad y tipo de estructura de las fibras que permiten incrementar los valores de CAA y CRA, debido al aumento del área superficial de las partículas lo que facilita la hidratación de las fibras (19).

Con relación a la CH, que indica la capacidad de la fibra de aumentar su volumen en presencia de un exceso de agua, esta propiedad es muy interesante pues su consumo estaría directamente relacionado con su capacidad de provocar una mayor sensación de saciedad. En la Figura 2 se puede observar que conforme varía el tamaño de partícula del musgo se modifica esta propiedad alcanzando valores de 3,9 mL/g ms cuando el tamaño de las partículas es de 0.2 mm, incrementándose fuertemente el volumen hasta alcanzar un valor máximo de 8.0 mL/g ms con un tamaño de partículas de 0.425 mm. Posteriormente la capacidad de hinchamiento disminuye al incrementarse el tamaño de las partículas llegando a un valor de 5.0 mL/g ms, cuando el tamaño de partículas alcanza un valor de 1.4 mm (19).

FIGURA 2  
Capacidad de hinchamiento del musgo según tamaño de partícula



La disminución lenta pero progresiva en la CH del S.M. para tamaños de partículas mayores a los 0,42 mm (Figura. 2) puede ser explicada por la menor superficie activa de contacto entre la muestra y el solvente que se obtiene al incrementar el tamaño de la partícula, mientras que la disminución de la CH para tamaños de partícula inferiores a los 0,42 mm, puede ser causada por la ruptura de estas estructuras.

Se hizo además una comparación entre la CH del MS. con un tamaño de partícula de 0,42 mm, con otras fuentes de fibra. Se pudo comprobar de este análisis que la fibra del musgo presentó un comportamiento similar (8.04 mL/ms) a la fibra de desechos de naranja con (7.8 mL/ms), pero inferior a la

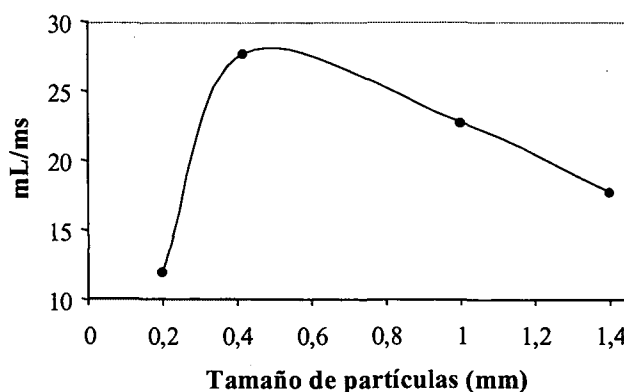
CH de las fibras de maracuyá y de torta de maíz, las cuales presentan valores de 9,15 mL/ms. y 10,16 mL/ms., respectivamente (14).

La CAMO mide de manera directa cuanto aceite puede absorber una fibra determinada y puede relacionarse con el comportamiento a nivel intestinal, en donde la absorción de los nutrientes grasos depende de la formación de micelas o pequeñas esferas consistentes de grasa y ácidos biliares. En base a esta propiedad la fibra dietaria puede ligarse en el intestino a sales biliares, colesterol, drogas, compuestos tóxicos y carcinogénicos (46), permitiendo su excreción por las heces (45). La lignina, pectina, goma guar, se han identificado como los componentes de la fibra con mayor capacidad para unirse a moléculas orgánicas (47).

Esta propiedad funcional está relacionada con la composición química, y el tamaño y área superficial de las partículas de fibra. Se ha determinado que las fibras insolubles presentan mayores valores de absorción de moléculas orgánicas que las solubles, tanto por su contenido en lignina como por su mayor tamaño de partícula. Sin embargo en ocasiones puede obtenerse un incremento de la CAMO al reducir el tamaño de partículas (19).

En la Figura 3 se presenta el comportamiento de la CAMO del S.M. para distintos tamaños de partícula, observándose un comportamiento similar a las propiedades reportadas anteriormente, es decir, la máxima capacidad de absorción la presentan las partículas de tamaño 0.42 mm, alcanzando un valor de 27.68 g aceite/g ms.

FIGURA 3  
Capacidad de absorción de moléculas orgánicas del musgo según tamaño de partículas



Con respecto a otras fuentes de fibra la propiedad de absorber moléculas orgánicas que caracteriza al SM que fluctúa de acuerdo al tamaño de las partículas entre 12 a 28 mL aceite/ms es muy superior a la col, maracuyá, avena y trigo con 3,8, 1,5 y 1,75 mL aceite/ms respectivamente (14). Esta conducta tendría su explicación en el alto contenido de

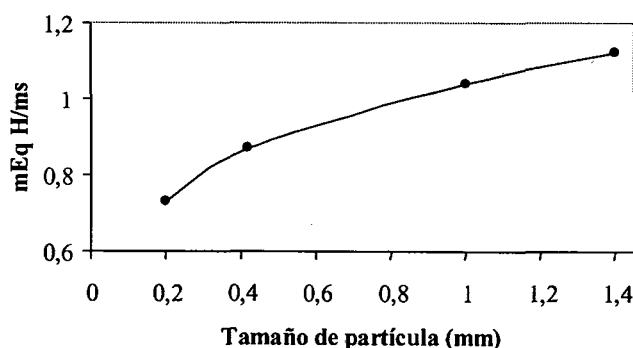
lignina y celulosa que presenta el S.M., además de su alto contenido de fibra dietética insoluble, 75,8% (27).

Esta capacidad de intercambio, es una función que se determina *in vitro* para cuantificar el número de grupos carboxilos libres de los ácidos urónicos (48,49). La cantidad de fibra necesaria para interferir en la absorción mineral es relativamente alta, aunque ello también depende del tipo de fibra, y de las condiciones del entorno gastrointestinal (50, 51) Existe poca evidencia de que el consumo de fibra en las cantidades recomendadas, más de 20 g/día, interfiera en la absorción y biodisponibilidad mineral (52).

Se presume que la capacidad de intercambio catiónico provoca una reducción de la biodisponibilidad de determinados minerales y electrolitos debido a su adsorción y eliminación por heces. Es un fenómeno complejo que depende de muchos factores (cantidad y calidad de fibra, tipos de minerales ingeridos). La biodisponibilidad de minerales y electrolitos constituyen una de las propiedades negativas atribuidas tradicionalmente a la fibra dietaria (22). Los grupos carboxilos presentes en los ácidos urónicos de los polisacáridos son los responsables principales de estos efectos (49,53,54). Otros son el ácido fítico a través de los grupos funcionales fosfato (43,55, 56). Entre los grupos que participan en la capacidad de intercambio iónico están las moléculas de pectinas, hemicelulosas y proteínas asociadas a las fibras, grupos hidroxílicos de los polisacáridos neutros, fenólicos asociados a lignina y el ácido fítico a través de grupos fosfóricos (19).

En la Figura 4, se observa que a medida que aumenta el tamaño de partícula, aumenta también la CIC. Este efecto se puede explicar por la presencia de lignina y celulosa en concentraciones de 27,42% y 30,14% respectivamente presente en este musgo (27). Valores inferiores de CIC se explican por el grado de destrucción mecánica sufrida por el musgo por efecto de la molienda.

FIGURA 4  
Capacidad de intercambio catiónico del musgo según tamaño de partícula \*



Se llevó a cabo un análisis comparativo entre la CIC del musgo con otras fuentes de fibra vegetal (14), tales como nopal, arroz, avena, maíz, trigo y soya. Todas ellas a excepción de la soya se caracterizan por presentar valores de CIC inferiores a 0.5 mEq/ms. Por su parte la soya tiene una CIC cercana a 0.9 mEq/ms y, en el caso particular del musgo varía entre 0.87 a 1.12 mEq/ms.

Este estudio consideró además la factibilidad de desarrollar una formulación de pan enriquecido con fibra dietaria, aplicando la metodología Taguchi con el objetivo de optimizar su calidad sensorial. Los resultados se señalan en la Tabla 2.

TABLA 2  
Influencia de factores de control sobre la calidad sensorial de pan enriquecido con fibra

Puntos de diseño	A	B	C	D	CS*
1	1	1	1	1	3.85°
2	1	2	2	2	3.87
3	1	3	3	3	3.85
4	2	1	2	3	4.02
5	2	2	3	1	4.54
6	2	3	1	2	3.86
7	3	1	3	2	3.79
8	3	2	1	3	3.49
9	3	3	2	1	3.67

A=levadura; B=musgo; C=esponjante; D=manteca

\*Calidad sensorial (valores promedios de dos replicaciones)

° rango escala sensorial=1= Mala, 5= Muy buena

En esta tabla se observa que el mejor resultado de calidad sensorial se obtuvo en el punto de diseño N°5, el cual corresponde a una respuesta promedio de calidad sensorial de 4.54. considerada como muy buena. Para los demás puntos de diseño el resultado de calidad sensorial fluctúa entre 3.49 y 4.02. Esta conducta es un reflejo de las diferentes combinaciones de los factores de control que afectan la calidad de las formulaciones de pan enriquecido con fibra al modificarse la proporción de los ingredientes, y su efecto sobre las características de apariencia, textura, volumen y sabor.

El análisis de promedio de respuestas de los factores de control según nivel de trabajo se muestran en la Tabla 3. Los mayores deltas de respuesta corresponden al grado de influencia de las variables independientes sobre la calidad sensorial y al mismo tiempo permiten identificar los niveles de trabajos donde se producen las mejores respuestas. La pendiente mayor corresponde a la variable levadura, seguida de las variables esponjante y manteca vegetal. Esto significa

que estos factores de control son los que afectan de manera significativa la calidad sensorial del pan con fibra.

**TABLA 3**  
Análisis promedio de factores de control y niveles de trabajo sobre la CS de pan enriquecido con fibra

Niveles	Factores de control			
	Levadura	Musgo	Esponjante	Manteca
1	3.85	3.88	3.73	4.03
2	4.14	3.96	3.86	3.84
3	3.66	3.80	4.06	3.78
Delta	0.48	0.16	0.20	0.19

Posteriormente estos datos fueron sometidos a un análisis de varianza, cuyos resultados se señalan en la Tabla 4. Del análisis de esta tabla se demostró que el factor que más influyó significativamente ( $p < 0.05$ ) sobre la calidad sensorial del pan con fibra fue la levadura explicando por sí sola un 50% la respuesta buscada; le siguen en grado de importancia el agente esponjante con un 23% de influencia y finalmente la presencia de manteca vegetal con un 14%, lo que significa que el 87% de la calidad del pan es explicada por la acción de tres variables de control.

**TABLA 4**  
Influencia de los factores de control sobre la calidad sensorial de pan enriquecido con fibra del musgo

F. variación	F exp.	% influencia
Levadura	30.78*	49.50
Musgo	3.62	5.78
Esponjante	14.38*	23.11
Manteca	8.87*	14.27

\* significativo ( $p < 0.05$ )

Tomando en cuenta el análisis de diferencias de promedios y el análisis de varianza se obtuvo la combinación óptima de variables independientes para obtener la formulación optimizada de pan enriquecido con fibra. Esta resultó ser levadura 3.4%; musgo 3%; esponjante 0.07% y manteca vegetal 9%. Con estos datos se obtuvo la ecuación teórica de optimización que resultó ser de 4.53. Finalmente, con el objetivo de validar este resultado, se realizó un ensayo confirmatorio obteniendo un valor de calidad sensorial de 4.66 (muy buena) ligeramente superior a la calidad sensorial teórica.

La formulación optimizada de pan enriquecido con fibra fue sometido a una caracterización químico proximal. Los datos se muestran en la Tabla 5, en la cual se hace una comparación con diferentes tipos de pan integral (57). La

cantidad de humedad (30.88) es superior a los panes integrales de hallulla integral y baja en calorías, pero inferior al pan de amapola y sésamo (38%). El contenido en proteínas es superior a las otras formulaciones (11%). El porcentaje de fibra obtenido es comparable al pan de amapola. El valor tan alto de humedad se explicaría por la elevada capacidad del musgo por absorber y retener agua. Esto significa que debe ser almacenado a temperaturas de refrigeración para evitar su deterioro por la acción de mohos y levaduras.

**TABLA 5**  
Composición proximal de pan con SM y panes comerciales integrales\*  
g/100g

Componentes	SM	Hallulla	Hallulla baja en calorías	Amapola	Sésamo
Humedad	30.28	20.20	26.10	38.10	38.20
Lípidos	2.96	6.90	0.40	2.00	2.60
Proteínas	11.22	9.80	7.90	9.40	9.40
Cenizas	1.55	2.20	2.80	1.80	1.70
Fibra cruda	2.31	1.40	4.40	2.00	1.90
Azúcares	52.60	60.40	58.40	46.70	46.20
Calorías	281.92	335.00	268.00	242.00	246.00

\* Fuente (57)

Con relación al estudio de vida útil, la calidad organoléptica se modifica de manera diferente si cambian las condiciones de temperatura, siendo el deterioro del pan más rápido a temperatura ambiente. Al comienzo de la experiencia el pan obtuvo una calificación promedio de 4.67 considerado como muy bueno por el panel sensorial. Conforme fue avanzando el tiempo, al quinto día la respuesta sensorial del pan almacenado a temperatura ambiente disminuyó a 3.96 considerado aún como bueno. Al octavo día características tales como sabor y textura fueron las más afectadas obteniendo las muestras una calificación de 3.6 considerada como regular y al décimo día se hizo nítido la presencia de filamentos de hongos en la superficie de las muestras almacenadas.

El comportamiento de las muestras refrigeradas fue diferente mostrando una mayor estabilidad, pues los datos de la calidad sensorial no sufren modificaciones importantes, manteniéndose relativamente parejas hasta el octavo día fluctuando en un rango entre 4,7 a 4,4. Al 13<sup>avo</sup> día las muestras presentaron variaciones en sus características pero fueron calificadas como buenas pues se mantuvieron próximas al valor 4. Al 15<sup>avo</sup> día las muestras presentaron evidentes signos de contaminación microbiana.

La evaluación de las características panaderas del pan experimental que consideraron los análisis de volumen, peso, densidad, rendimiento mostraron conductas diferentes. Así

el volumen del pan integral fue inferior en un 16% con relación a una formulación de pan blanco tomado como control. En cuanto al peso no se observaron diferencias importantes (495 g el pan control y 493 g el pan con musgo). La densidad del pan con musgo fue de 0.344 g/cc, mientras que el pan control fue 0.289 g/cc. La propiedad más importante desde el punto de vista de la industria panadera fue el rendimiento del pan el cual fue mayor en el pan con musgo con un valor de 1724 kg pan/kg harina, en tanto en el pan control fue de 1,600 kg pan/kg harina.

### CONCLUSIONES

Con respecto a las propiedades funcionales del *Sphagnum magellanicum* se demostró que los mejores resultados de capacidad de absorción y retención de agua, capacidad de hinchamiento, y de absorción de moléculas orgánicas se consiguieron con un tamaño de partícula de 0,42 mm. En cuanto a la capacidad de intercambio iónico el mejor resultado se obtuvo con partículas de tamaño 1.4 mm.

Se demostró además que las características funcionales que presenta el musgo son muy superiores a las presentadas en otras fuentes de fibra de origen vegetal.

Se desarrolló una formulación optimizada de pan enriquecido con fibra estudiándose el efecto simultáneo de levadura, musgo, agente esponjante y manteca sobre la calidad sensorial aplicando la metodología Taguchi. Se demostró que la mejor combinación de estas variables para optimizar una respuesta óptima fue levadura 3.4%, musgo 3%, esponjante 0.07% y manteca vegetal 9%, siendo el factor levadura el más significativo ( $p < 0.05$ ) con una participación del 50% sobre la respuesta.

De la caracterización química del pan se destaca su contenido en humedad (38%), y proteína (11%) superiores a los productos integrales equivalentes de hallulla, amapola y sésamo.

Los estudios de estabilidad del pan almacenado a temperaturas ambiente (20°C) mostraron que la vida útil del producto no debe exceder los 8 días, ya que transcurrido este tiempo comienzan a aparecer signos de crecimiento de hongos, mientras que para el pan refrigerado a 6°C, se estableció que éste presenta una buena respuesta de calidad sensorial hasta el 13° día, para luego comenzar a disminuir esta respuesta presentando un aroma y sabor más ácidos, lo que denota señales de actividad de microorganismos.

En cuanto a las características panaderas se observa que el volumen del pan enriquecido con *Sphagnum magellanicum* disminuye en un 16% en relación al pan blanco. Sin embargo se observa que el peso de este es muy similar, mientras que la densidad del pan enriquecido con musgo es mayor (0,344 g/cm<sup>3</sup>), como así también fue el rendimiento del pan, lo que representa una ventaja para los productores de pan.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero de la Dirección de Investigación de la Universidad de La Frontera a través del proyecto DIDUFRO N°2005, que hizo posible este estudio.

### REFERENCIAS

1. Antequera F. La fibra dietética. <http://www.zonadesalud.org> 2001.
2. Vasconcellos J. Alimentos Funcionales. Conceptos y Beneficios Para la Salud. Departamento de Ciencias de Alimentos y Nutrición, Universidad Chapman, Orange, California, U.S.A. 2001. <http://www.worldfoodscience.org/vol1-3/feature1-3.html>
3. Van den Broeck A. Functional foods. International Food Ingredients. 1993;(1/2):4-9
4. Kawazoe K. Market trends of functional foods and food ingredients in Japan. International Food Ingredients. 1994;(5):43-45
5. Rowan C. Functional phenomena. International Food Ingredients. 1999;(1):27-28
6. Atalah E. Nutrición y cáncer. Nutrición y Salud, Fac. de Medicina. Univ. de Chile. Dpto. Nutrición, Santiago, Chile
7. Fuller R. Probiotics in human medicine. Gut. 1996;(32):439-442
8. Gliismann WH. Functional foods in North America. Nut Rep. 1996;54 (11):33-37.
9. Quezada H. Alimentos funcionales. Rev. Industria de Alimentos. 1998.
10. Proop S. Una comparación entre los mercados de alimentos funcionales en la Unión Europea, Estados Unidos y Japón. Report of Institute for Prospective Technological Studies (IPTS Report). European Commission. 1998.
11. Pascal G. Functional foods. The future. How to regulate these foods. Nut Rep. 1996;54(11):199-201
12. Hasler M. Functional foods. The western perspectives. Nut Rep. 1996;54(11):6-10
13. Tomomatsu H. Health effects of oligosaccharides. Food Technology. 1994;10: 61-64.
14. Zambrano M, Melendez R y Gallardo Y. Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Cap. 14. Varela Editora e Librería Ltda. São Paulo. 2001.
15. Hesser J. Application and usage of dietary fibers in the USA. International International Food Ingredients 1994;3: 50-52.
16. Trowell. Hipertension, obesity, diabetes mellitus and coronary hearth diseases. En Trowell, H.C.; Burkitt, D.P. Eds. Western diseases. Their emergences and preventions. Longdon Edward Arnold. 1981;pp 3-32.
17. Hoogenkamp HW. Lifestyle and food: mega changes for mega markets. International Food Ingredients. 1994;(3):23-29.
18. Proop S. Una comparación entre el mercado de los alimentos funcionales en la Unión Europea, Estados Unidos y Japón. Report of Institute for Prospective Technological studies. (IPTS Report). European Commision. 1998.

19. López G, Ros G, Rincón F, Periago MJ, Martínez C y Ortuño, J. Propiedades funcionales de la fibra dietética. Mecanismo de acción en el tracto gastrointestinal. Arch Latinoamer Nutr. 1997;47(3): 203-207.
20. González P, Alvira P y González G. La cascarilla de arroz en la alimentación animal II. Composición químico-bromatológica. Rev. Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 1987;27(1):139-149
21. Larrauri JA, Rodríguez JL, Fernández M y Borroto B. Nota: Fibra dietética obtenida a partir de hollejos cítricos y cáscara de piña. Revista Esp. Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1994;34(1):102-107.
22. Periago MJ, Ros G, Englyst HN y Rincón F. Nota: Variación en el contenido de fibra dietética del guisante (*Pisum sativum*) en función de la variedad, tamaño y método analítico. Rev. Esp. Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1994;34(5):365-375.
23. Bressani R, Breuner M y Ortiz M. Contenido de fibra ácido y neutrodetergentes y de minerales menores en maíz y su tortilla. Arch Latinoamer Nutr. 1989;39(3):382-391.
24. Pak N, Ayala C, Vera, G, Pennacchiotti I y Araya H. Fibra dietética soluble e insoluble en cereales y leguminosas cultivadas en Chile. Arch Latinoamer Nutr. 1990;40(1):116-125.
25. Barber S, Benedito de Barber C y Llácer D. Contenido de fibra dietética, atributos sensoriales de calidad y composición química del pan integral de comercio. Rev Agroquímica de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1983;23(1):119-131
26. Ramírez G. El musgo *Sphagnum* en Chile y su comparación con una muestra neozelandesa. Informe, Valdivia. 1990.
27. Peralta R, Villarroel M. Caracterización química, nutricional y toxicológica del *Sphagnum magellanicum*. Tesis para optar al grado de Ingeniero en Alimentos. Universidad de La Frontera. Temuco. 2000.
28. Herrera I, González E, Romero J. Fibra dietética soluble, insoluble y total en leguminosas crudas y cocidas. Archv Latinoamer Nutr. 1998;48(2):179-182
29. Thender O y Aman P. Studies on dietary fiber, methods for analysis and chemical characterization of total dietary fiber. J Sci Food Agric. 1982;33(4), 340 -344
30. Chen J, Piva M y Labuza T. Evaluation of water binding capacity (wbc) of food fiber sources. J Food Sci. 1984;49(1), 59-63.
31. AACC. Approved methods of the American Association of Cereal Chemistry. St. Paul, Minn. 1984.
32. Mc Conell A, Eastwood M y Mitchel W. Characteristic of vegetable foodstuff that could influence bowel functions. J Sci Agric. 1974;25:7-12.
33. Marfil R. Método Taguchi, una herramienta para el mejoramiento de la calidad. Tecnología de alimentos. 1991;26(5), 14-33.
34. Montgomery D. Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamericano, México. 1991.
35. Roy R. A primer on the Taguchi method competitive. Manufacturing Series Van Nostrand Reinhold. New York. 1990.
36. Wittig E. Evaluación sensorial. Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Talleres gráficos USACH. Santiago. 1982.
37. AOAC. Official Methods Of Analysis of The Association of Official Agricultural Chemist. Washington, 15<sup>ava</sup> edición. 1990.
38. Norma Chilena 668, E. Of. "Calidad panadera de la harina de trigo. Instituto Nacional de Normalización, Santiago. Chile. 1969.
39. Subiabre A y Rojas C. Geografía física de la Región de Los Lagos. Ediciones Universidad Austral de Chile. Dirección de investigación y desarrollo. Valdivia. 1994.
40. Staufer KR. Comparison of The functional properties of tío gradas of gum tragaban. Food Technol. 1995;49(4):48-51
41. Filman SM. Propiedades funcionales de los hidrocoloides polisacáridos. Mecanismos de gelificación. Rev Esp Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1989;29: 415-429
42. Ma L, Barbosa- Cánovas GV. Review reological properties of food gums and food gum mixtures. Re Esp Ciencias y Tecnología de Alimentos. 1993;33:133-163
43. Nymann N, Nylander T, Asp. N.G. Degradation of water soluble fiber polisaccharides in carrot after different types of processing. Food Chem. 1993;47:169-176
44. Sozulsky F y Cadden A. Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. J. Food Sci. 1982;1472-1477.
45. Zhang J, Lundin E, Hallman G. Effects of rye brand excretion of bile acids, cholesterol, nitrogen and fat in human subjects with ileostomies. Am J Clin Nutr. 1994;59:389-394
46. Scheneeman BO. Soluble vs. insoluble fiber. Different physiological responses. Food Technol: 1987;81-82.
47. Story JA, White A, West LG. Adsorption of bile acids by components of alfalfa and wheat brand in vitro. J Food Sci. 1982;47:1276-1279
48. Guillón F, Renard C, Hosters J, Thibault JF. Characterization of residual fibres from fermentation of pea and apple fibres by human fecal bacteria. J Sci Food Agric. 1995;68: 521-529
49. Torre M, Rodríguez AR, Saura-Calixto F. Effects of dietary fibers and phytic acid on mineral availability. CRC Rev. Rev Food Sci Nutr. 1992;30:1-22
50. Lazlo JA. Mineral binding properties of soy hull. Modeling mineral interactions with an insoluble dietary fiber source. J Agric Chem. 1987;35: 732-740
51. Klopfenstein CF. (1990). Nutritional properties of coarse and fine sugar beet fiber and had red wheat bran. II Effects on calcium and iron utilization. Cereal Chem 1990;67:542-544.
52. Harland BF. Dietary fiber and mineral bioavailability. Nut Rev 1985;2:133-147
53. Platt SR and Clydesdale FM. Mineral binding characteristics of lignin, guar gum, cellulose, pectin and neutral detergent fiber under simulated duodenal pH conditions. J Food Sci. 1987;52:1414-1419
54. Kohn R. Binding of divalent cations to oligomeric fragments of pectin. Carbohydrate Res. 1987;160: 343-353
55. Champagne ET, Rao RM, Luizzo J. The interaction of mineral, proteins and phytic acid in rice bran. Cereal Chem 1985;62: 231-238
56. Frolich W And Nymann M. Mineral, phytate and dietaru fibre in different fractions of oat grain. J Cereal Sci. 1988;7: 73-82
57. Schmidt-Hebbel H y Pennacchiotti M. Tabla de composición de los alimentos chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago. 1990.

Recibido:14-10-2002

Aceptado:15-08-2003

## Contenido de yodo en leche de vacuno procedente de la Sierra y Costa del Perú

*Haydeé Cárdenas Quintana, Carlos Gómez Bravo y Eduardo A. Pretell*

Universidad Nacional Agraria La Molina y Unidad de Endocrinología y Metabolismo, Instituto de Investigaciones de la Altura, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Perú

**RESUMEN.** Con la finalidad de establecer la relación causa-efecto entre área geológica y contenido de yodo en leche de vacuno y estimar la contribución del consumo de leche a la ingesta de yodo, en la presente investigación se ha determinado el contenido de yodo en leche de vacuno procedente de la sierra y la costa del Perú. Se obtuvieron muestras de leche de tres principales zonas productoras, 62 en Cajamarca, 44 en Arequipa, ambos departamentos de la sierra, y 27 muestras en el Departamento de Lima en la costa. La determinación cuantitativa de yodo se realizó por el método de Zak modificado, basado en la reacción de Sandell-Kolthoff. Las medianas obtenidas fueron 24 µg/L en Cajamarca, 34 µg/L en Arequipa y 170 µg/L en Lima. El valor de la mediana correspondiente a la sierra, 26 µg/L, fue significativamente más baja que el correspondiente a la costa; además, mientras en la primera el 81% de los valores individuales estuvieron por debajo de 50 µg/L, en la segunda, contrariamente, el 77% estuvieron sobre los 80 µg/L. Estos resultados confirman que el contenido de yodo en leche de vacuno está influenciado por factores ecológicos. Así mismo, demuestran que el contenido de yodo en leche de la sierra es 6 veces menor que en la costa y que su consumo no contribuye significativamente a satisfacer las necesidades fisiológicas de yodo de los pobladores de dicha zona.

**Palabras clave:** Yodo, mineral, leche, vaca, bocio, nutrición.

**SUMMARY. Iodine content of cattle milk from two milksheds in Perú.** With the objective to establish the cause-effect relationship between a geological area and the iodine content in cattle milk, and to estimate the contribution of milk consumption to the dietary iodine intake, the iodine content in cattle milk from the sierra and the coastal regions of Perú was determined. Milk samples were collected of cows from the three main productive zones of Peru, 62 in Cajamarca, 42 in Arequipa, both in the sierra, and 27 in Lima at the coast. The measurement of iodine was made by the method of Zak, based on the Sandell- Kolthoff reaction. The median values obtained were 24 µg/L in Cajamarca, 34 µg/L in Arequipa, and 170 µg/L in Lima. The median value in the sierra, 26 µg/L, was significantly lower than the one found in the coast. Moreover, while in the former 81% of individual values were below 50 µg/L, in the latter, on the contrary, 77% were above 80 µg/L. These results confirm that the iodine content in cattle milk is related to ecological factors. At the same time, they demonstrate that the iodine content in milk from the sierra is six times lower than in milk from the coast, and also that its consumption does not contribute significantly to satisfy the human physiological requirements of iodine in that zone.

**Key words:** Iodine, mineral, milk, cow, goiter, nutrition.

### INTRODUCCION

La deficiencia de yodo constituye uno de los flagelos más grande que experimenta la humanidad; es reconocida como la principal causa de daño cerebral y retardo mental, que puede ser prevenida. Hacia el año 1990 la población mundial en riesgo de sufrir los desórdenes por deficiencia de yodo (DDI) fue estimada en 1572 millones, aproximadamente 38% de la población mundial, particularmente aquella que habita en zonas montañosas o sometidas a erosión, 655 millones con bocio, 43 millones con algún grado de daño cerebral (1,2).

En Perú, una encuesta realizada en 1986 reveló que en el 87% de pueblos de la Sierra y de la Selva, donde las comunidades campesinas andinas y selváticas consumen productos naturales pobres en yodo, los DDI eran severamente endémicos. La prevalencia promedio de bocio en escolares fue del orden del 36% (normal <5%) y la mediana del yodo urinario estuvo en 74 µg/L (normal >100 µg/L) (3). Es de notar que las regiones naturales de Sierra y Selva albergan al 47% de la población peruana. La deficiencia de yodo en Perú ha sido reconocida desde hace más de un siglo, pero es a partir de la década de los 80 que se han iniciado intervenciones específicas destinadas a su control (4,5).

La carencia de yodo en los suelos es un fenómeno geológico natural que compromete a extensas áreas de la corteza terrestre. Cuanto más antiguo y más afectado por la erosión se encuentre el suelo, mayor será la probabilidad de

---

Financiado parcialmente por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).

que su contenido en yodo sea bajo (6). El contenido de yodo en los alimentos está estrechamente ligado a la presencia de este mineral en los suelos y aguas donde éstos son producidos, consecuentemente el yodo se encuentra en cantidades muy variables en los alimentos y en el agua (7,8). Se ha afirmado que la principal fuente de yodo para el hombre está en los alimentos animales y vegetales y en menor proporción en el agua y que el aporte de yodo en carnes y leche en general es más alto que en los vegetales (9). De allí que resulte crucial para contribuir a la erradicación de los DDI en Perú, tener una adecuada comprensión de la relación entre el yodo ambiental, el contenido de yodo en los alimentos y la respuesta a la suplementación de la alimentación animal.

El objetivo de la presente investigación está dirigido a determinar el contenido de yodo en leche de vacuno producida en áreas de la sierra y de la costa del país, establecer la relación causa-efecto entre el área geológica y el contenido de yodo, y estimar la contribución de yodo que representa el consumo de leche por la población de estas áreas de Perú.

## MATERIALES Y METODOS

### Lugares de estudio

El estudio fue conducido deliberadamente en vacunos de lugares de la sierra, donde se conoce que existe deficiencia de yodo ambiental, y de lugares de la costa yodo-suficientes. Se seleccionaron las tres principales zonas productoras de leche en Perú, los Departamentos de Cajamarca y Arequipa en la sierra y el Departamento de Lima en la costa; en este último se seleccionaron el Distrito de la Molina (Establo de la Universidad Nacional Agraria La Molina) y del Distrito de Puente de Piedra.

La producción lechera de los 3 departamentos seleccionados corresponden al 65% del total de la producción lechera a nivel nacional (10). Las características geográficas de los lugares seleccionados se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1  
Característica geográfica de los lugares estudiados y distribución de las muestras de leche colectadas

Departamento	Altitud msnm	Muestras N
Cajamarca <sup>1</sup>	2,720	62
Arequipa <sup>2</sup>	2,335	44
Lima, Puente de Piedra <sup>3</sup>	154	21
Lima, La Molina <sup>4</sup>	154	6

1 Colectores de Empresa Lechera Nestlé S.A.

2 y 3 Colectores de Empresa Lechera Gloria S.A.

4 Establos de la Planta Lechera de la Universidad Nacional Agraria La Molina

### Colección de la leche

El proceso de selección de muestra fue a conveniencia. En los lugares seleccionados se colectaron muestras de 20 ml de leche fresca, en Cajamarca se colectaron 62 muestras de leche provenientes de 22 rutas de colección lechera, en Arequipa 44 muestras provenientes de 13 rutas y de 27 muestras, en Lima 21 muestras del Distrito de Puente de Piedra y 6 muestras del establo de la planta lechera de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La colección fue hecha con desconocimiento del número de productoras donantes, del estado de lactación y la edad de los animales, pero si tomando la precaución que estuviera en buen estado de salud. Las muestras fueron colectadas en frascos de vidrio libres de contaminación con yodo y fueron almacenadas a una temperatura de -5°C hasta su procesamiento.

### Análisis de yodo

La determinación cuantitativa del contenido de yodo se realizó en el laboratorio de la Unidad de Endocrinología y Metabolismo del Instituto de Investigaciones de la Altura de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, mediante el método de Zak modificado por Benotti and Benotti (11), basado en la reacción Sandell-Kolthoff con el uso de ácido clórico para la digestión.

### Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos se presentan agrupados por lugar de origen como mediana, media  $\pm$  desviación estándar y rango de los valores. El test estadístico utilizado fue la distribución Z para muestras relacionadas ( $p < 0,05$ ).

Los datos se analizaron utilizando el sistema SPSS versión 9.

## RESULTADOS

Los resultados del contenido de yodo en la leche procedente de las zonas de Cajamarca, Arequipa y Lima se muestran en la Tabla 2. Puede observarse, por un lado, que los resultados del Departamento de Cajamarca (mediana 24  $\mu\text{g/L}$ ) son ligeramente más bajos que los correspondientes al Departamento de Arequipa (mediana 34  $\mu\text{g/L}$ ), con 87.1% y 72.7% de valores por debajo de 50  $\mu\text{g/L}$ , respectivamente (Figura 1).

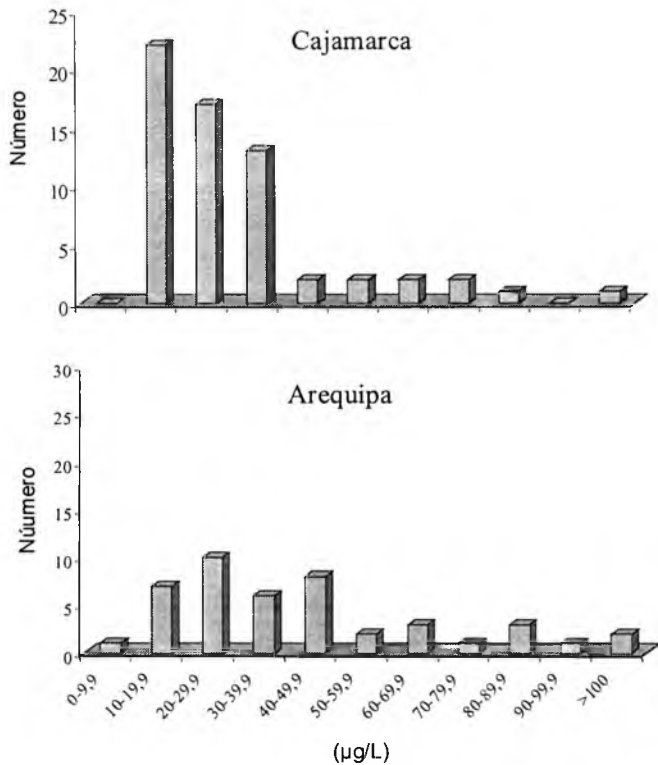
Por otro lado, se observa que los resultados de ambos Departamentos son casi significativamente más bajos que los obtenidos en Lima (mediana 170  $\mu\text{g/L}$ ). Más aún, el estudio comparativo entre la frecuencia de distribución de la concentración de yodo en 106 muestras de leche de la sierra (Cajamarca más Arequipa) y la frecuencia de distribución de 27 muestras de la costa (Figura 2) muestra claramente una tendencia opuesta entre ambas regiones, pues mientras en la sierra el 81.1% de los valores están debajo de 50  $\mu\text{g/L}$  y 28.3% debajo de 20  $\mu\text{g/L}$ , en la costa contrariamente el 77.8% están sobre los 80  $\mu\text{g/L}$  y 59.2% sobre los 100  $\mu\text{g/L}$ .

**TABLA 2**  
 Contenido de yodo en leche fresca de vaca proveniente de los Departamentos de Arequipa, Cajamarca y Lima

Departamento	Muestras n	Mediana (µg/L)	Media ± DE (µg/L)	p
<b>Region Sierra</b>				
Cajamarca	62	24	29 ± 20	*
Arequipa	44	34	42 ± 27	*
<b>Region Costa</b>				
Lima	27	170	216 ± 199	*

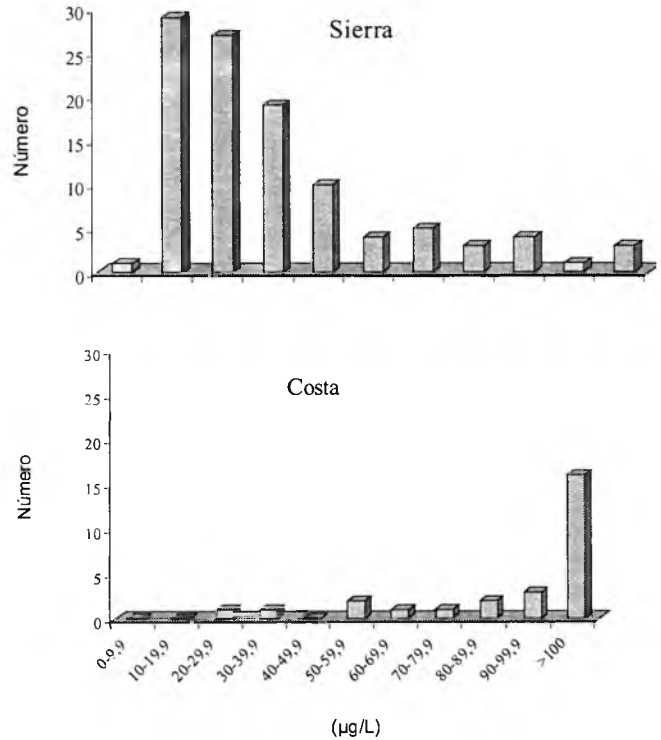
Significancia según Z (p<0,05).

**FIGURA 1**  
 Frecuencia de distribución de la concentración de yodo en leche



**FIGURA 2**

Comparación de la frecuencia de distribución de la concentración de yodo en leche entre Costa y Sierra



**DISCUSION**

Los resultados del presente estudio demuestran por primera vez en nuestro país que existe diferencia en el contenido de yodo en leche de vacunos según su procedencia. Así, en leches de la sierra el contenido de yodo en este estudio fue aproximadamente 6 veces menor que en leches de la costa.

La explicación a este hallazgo, con toda probabilidad, está dada por factores geológicos que determinan una diferente concentración de yodo a través de la corteza terrestre, con áreas muy pobres en su contenido de este mineral. En tal sentido se han realizado varias investigaciones concernientes a los aspectos ecológicos de la deficiencia de yodo: una de éstas ha demostrado que un buen indicador del contenido de yodo en el suelo es la determinación del mismo en la leche (12). Así mismo, investigaciones de Hemken et al. (13) y Miller et al. (14) han mostrado que existe una alta correlación entre el consumo de yodo en el alimento del ganado y su contenido en la leche. Si bien existen otros indicadores sobre el contenido ambiental de yodo y su

consumo (tales como la determinación del contenido del mineral en los alimentos, la excreción de yodo urinario y los niveles sanguíneos de hormonas tiroideas), se destaca la importancia de la determinación de yodo en leche por su relativa precisión y fácil determinación (12).

Tomando en consideración tales estudios, los valores del contenido de yodo encontrados en leche de las zonas de Cajamarca y de Arequipa, indicarían que el contenido de yodo en la dieta animal en ambas zonas es subóptimo en relación a sus requerimientos normales (15), como ha sido demostrado también en estudios hechos por Underwood (12). Pero además, dada la marcada separación geográfica que existe entre ambas zonas, una situada en la sierra norte y la otra en la sierra sur, nuestro estudio confirmaría la existencia en nuestro país de extensas regiones con suelos pobres en yodo, lo que repercutiría en un escaso contenido en los alimentos vegetales y animales nativos de dichas regiones, que son naturalmente la fuente dietaria más importante de yodo para humanos.

Contrariamente a los hallazgos de la sierra, en las muestras de leche provenientes del Departamento de Lima, zona costera cercana al mar y donde se ha demostrado que no existe deficiencia de yodo (16,17), los resultados encontrados, fueron marcadamente más altos que en las zonas alejadas del litoral. Investigaciones realizadas por Hillman & Curtis. (18) y Pennington (19) han mostrado que el contenido de yodo en la leche de vacunos podría ser incrementado de manera variable por contaminación con yodo durante y después de la extracción de la leche mediante el uso externo con fines sanitarios de yodoforos y ethilenediamine dihydroiodide (EDDI), además el contenido total de yodo en la leche depende de varios factores, entre ellos el tipo y concentración de tales productos, sin embargo, la mayor concentración de yodo observada en la costa se debería realmente al tipo de alimentación rica en yodo que consume el ganado, como ha sido demostrado también en leche materna humana (3,20).

Estos resultados, por lo tanto, estarían confirmando que el producto lechero proveniente de zonas costeras es más rico en yodo, que el proveniente de zonas montañosas más alejadas del mar.

Si se toma en consideración, por un lado, que los requerimientos fisiológicos diarios de yodo en los seres humanos (90 µg en preescolares, 120 µg en niños de 6 a 12 años, 150 µg en sujetos mayores de 12 años y 200 µg en gestantes y en mujeres que están dando de lactar) (21) deben ser satisfechos para asegurar una producción normal de hormonas tiroideas y, por otro lado, que el yodo proveniente de los alimentos de origen animal, entre ellos la leche, representa un aporte sustancial al requerimiento diario, los resultados del presente estudio nos permiten afirmar que el consumo humano de leche de vacuno de zonas de la sierra no sería suficiente para cubrir las necesidades fisiológicas

de yodo de los pobladores de dichas zonas. Más aún, es interesante hacer notar que los valores de yodo ligeramente más bajos en la leche de Cajamarca, en comparación con los encontrados en Arequipa, tienen su correlación clínica, según ha sido publicado por Pretell (3), quien ha señalado que antes del control de la deficiencia de yodo en el país, la prevalencia de bocio era más elevada y la yoduria más baja en Cajamarca que en Arequipa.

Afortunadamente en la actualidad la deficiencia de yodo como problema de salud pública ha sido controlada en el país y los desórdenes por deficiencia de yodo (DDI) han sido erradicados mediante la yodización universal de la sal y el consumo poblacional generalizado de la misma (22,23). La sostenibilidad de este logro, sin embargo, es responsabilidad primaria del Programa Nacional de Erradicación de los DDI, de la industria de la sal y de otros sectores involucrados.

Los resultados del presente estudio también contribuyen a demostrar en nuestro medio que los animales, al igual que el hombre, se encuentran también expuestos a las consecuencias dañinas de la deficiencias de yodo en su alimentación. Se ha señalado, entre otras, una menor producción lechera y de carne y una baja tasa reproductiva de los animales (24); ya que, como es conocido, el yodo interviene en la regulación del metabolismo energético/proteico del animal (12, 25).

En conclusión, la presente investigación confirma que el contenido de yodo en leche, como en otros alimentos, está influenciado por los factores ecológicos que determinan una concentración no uniforme de este mineral en el medio ambiente, con extensas áreas con pobre contenido del mismo. La sierra, y también la selva en nuestro país, contrariamente a la costa, son zonas pobres en yodo, lo cual determina, como se demuestra en el presente estudio, que el contenido de yodo en la leche sea aproximadamente 6 veces menor en la primera. Esta circunstancia, a su vez, contribuye a la elevada prevalencia de desórdenes por deficiencia de yodo observada en la población humana de la sierra y la selva.

Los resultados del estudio también permiten señalar que el bajo contenido de yodo en la leche de la sierra podría ser un indicador de deficiencia de yodo en el ganado, cuyas consecuencias veterinarias han sido señaladas.

Dado que la deficiencia de yodo es un fenómeno natural permanente, la medida correctiva implica obligadamente la fortificación de la dieta animal con yodo de manera sostenida. Si bien existen diferentes métodos de fortificación, está aceptado que la yodación universal y el consumo de sal yodada es el método más fácil y eficiente y el menos costoso. Se requiere, por tanto, una intervención enérgica que revierta y prevenga las graves consecuencias de la deficiencia de yodo no solo para el desarrollo del ser humano, sino también para la sanidad animal y por ende para la cadena alimentaria en su conjunto.

## REFERENCIAS

1. Bailey KV, Clugston GA. Iodine deficiency disorders. En: Murray CJL, López AD, eds. The global burden of disease and risk factors in 1990. WHO/World Bank. Geneva, World Health Organization.
2. WHO-UNICEF-ICCIDD. Indicators for assessing Iodine Deficiency Disorders and their control through salt iodization. Geneva: Micronutrient series. WHO/NUT/94.6, 1994: 8-11.
3. Pretell E A: Desórdenes por deficiencia de yodo (DDI). Generalidades. Situación en el Perú. En: Situación Nutricional en el Perú (T Blanco de Alvarado y L Gonzales Mugaburu, eds), Ministerio de Salud-OPS, PROPACEB, Lima, 1989, p.395
4. Pretell E A: The National Iodine Deficiency Disorders Control Program in Perú. Implementación of a model. En: The Prevention and Control of Iodine Deficiency Disorders (B S Hetzel, J T Dunn & J B Stanbury, Eds), Elsevier, Amsterdam, 1987, p.209.
5. Pretell E A: Experiencia en la corrección de la deficiencia de yodo en el Perú. En: Tercer Taller Regional sobre Deficiencias de la Vitamina A y otros Micronutrientes en América Latina y el Caribe. VITAL Informe N° IN-14, Arlington, Virginia; Nov 1993. p. 126.
6. Hetzel BS. The story of iodine deficiency: an international challenge to nutrition. Oxford University Press, Oxford, Bombay. 1989.
7. Chilean Iodine Educational Bureau: Iodine content of foods. Londres; 1952.
8. Vought R L, London W T: Iodine intake and excretion in healthy nonhospitalized subjects. Am J Clin Nutr 1964; 15:124.
9. Koutras DA, Papapetrou P D, Yataganas X, Malamos B: Dietary sources of iodine in areas with and without iodine-deficiency goiter. Am J Clin Nutr 1970; 23:870.
10. Ministerio de Agricultura. Oficina de Información agraria. Censo Nacional Unidades Especializadas de Producción Pecuaria Intensiva (UEPPI), Perú; 2000.
11. Benotti J and Benotti N. Protein bound iodine, total iodine and butanol extractable iodine by partial automation. Clin Chem. 1963; 9: 408-416.
12. Underwood E.J. Los minerales en la nutrición del ganado. 2da Edición. Ed. Acribia España; 1983.
13. Hemken RW, Vandersall MA. Oskarsson, and LR Fryman. Iodine intake related to milk iodine and performance of dairy cattle. J Dairy Sci. 1972; 55:931.
14. Miller JK, EW Swanson and GE Spalding. Iodine absorption, excretion, recycling and tissue distribution in the dairy cow. J Dairy Sci. 1975; 58: 1578.
15. Alderman G and MH Straks. The iodine content of bulk herd milk in summer in relation to estimated dietary iodine intake of cows. J Sci food Agric. 1967; 18: 151-153.
16. Moncloa F, Guerra García R, Subauste C, Sobrevilla L A & Donayre J. J Clin Endocr. 1966; 26:1237.
17. Pretell EA, Palacios P, Tello L, Wan M, Utiger R D & Stanbury J B: Iodine deficiency and the maternal-fetal relationship. En: Endemic Goiter and Cretinism. Continuing Threats to World Health. PAHO Sc Pub 292 (J T Dunn and G A Mederios-Neto, Eds), Washington D C; 1974. p.143.
18. Hillman D and AR. Curtis. Chronic iodine toxicity in dairy cattle: blood chemistry, leucocytes and milk iodine. J Dairy Sci. 1980;63:55.
19. Pennington JAT. Iodine Concentration in US milk: Variation due to time, season, and region. J Dairy Sci. 1990;73:3421-3427.
20. Semba RD and F. Delange. Iodine in human milk: perspectives for infant health. Nut Rev. 2001; 59: 269-278.
21. WHO-UNICEF-ICCIDD. Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. A guide for programme managers., WHO/NHD/01.1, Geneva; 2001.
22. Pretell E A & Higa A M: Avances en el control de bocio y el cretinismo en el Perú. Anales IV Congr Nac Med, Lima; 1989. p.449.
23. Ministerio de Salud. Control de la deficiencia de yodo en el Perú, un modelo sostenible. Informe técnico. Lima, Perú; 1998.
24. Iodine Deficiency Disorders in Livestock. Pandav CS and Rao AR, eds. Oxford University Press, Mumbai; 1997.
25. Maynard LA, JK Loosli, HF Hintz, RG Warner. Nutrición Animal. 7ª Edición. Mc Graw-Hill, México; 1981.

Recibido: 22-04-2002

Aceptado: 27-08-2003

## Fibra dietética en frutas cultivadas en Chile

Nelly Pak D.

Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina - Universidad de Chile. Santiago de Chile

**RESUMEN.** El objetivo de este trabajo es aportar conocimientos sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble de las frutas cultivadas en Chile, tal como se consumen. Se analizó un total de 38 frutas, obtenidas del comercio y del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Se determinó en la parte comestible de cada muestra, humedad y fibra dietética total, soluble e insoluble. La humedad fluctuó entre 73,1 a 92,4g/100g. Los datos de fibra se presentan como promedio  $\pm$  desviación estándar. Los valores de fibra dietética total, soluble e insoluble expresados en g/100g en base fresca fueron de  $2,41 \pm 1,26$ ,  $0,73 \pm 0,50$  y  $1,18 \pm 0,87$  con un rango de 0,3 a 5,62, 0,07 a 2,26 y 0,15 a 3,36 respectivamente. Calculado en g/100g peso seco, el valor de fibra dietética fue de  $16,5 \pm 8,8$  con un porcentaje de fibra insoluble y soluble de  $69,2 \pm 11,2$  y  $30,8 \pm 11,2$ . El aporte de fibra dietética total por ración comestible tamaño mediano varió entre 0,6 y 8,4g. Al calcular la relación fibra insoluble/fibra cruda y fibra dietética total/fibra cruda, no se encontró una relación constante en ambos casos, fluctuando los valores entre 1,1 a 4,9 (promedio  $2,5 \pm 1,1$ ) y 1,6 a 8,0 (promedio  $3,6 \pm 1,7$ ) respectivamente. El análisis de los resultados permite concluir que en las frutas estudiadas existe una gran variación en los aportes de fibra dietética soluble e insoluble, lo que ayuda en la selección de frutas para su utilización en la prevención o tratamiento dietético de determinadas patologías.

**Palabras clave:** Fibra dietética total, soluble, insoluble, fibra insoluble/fibra cruda, fibra total/fibra cruda, frutas.

**SUMMARY. Dietary fiber in fruits cultivated in Chile.** The objective of this study was to determine the total, soluble and insoluble dietary fiber contents in fruits produced in Chile. The analyses were conducted in the fruits as eaten. Thirty eight fruits obtained from local markets and the Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) were studied. Water and total, soluble and insoluble dietary fiber were determined in the edible part of each sample. Moisture ranged between 73.1 and 92.4g/100g. Average ( $\pm$  sd) total, soluble and insoluble contents, expressed as g/100g on wet basis were:  $2.41 \pm 1.26$ , range 0.30 - 5.62;  $0.73 \pm 0.50$  range 0.07 - 2.26 and  $1.68 \pm 0.89$ , range 0.15 - 3.36 respectively. On dry weight basis total fiber concentration was  $16.5 \pm 8.8$ , with a proportion of  $69.2 \pm 11.2\%$  and  $30.8 \pm 11.2\%$  of the insoluble and soluble form, respectively. Dietary fiber supply ranged between 0.6 to 8.4g in the medium serving sizes. The ratios insoluble fiber/crude fiber and total fiber/crude fiber did not present constant results. Values ranged between 1.1 and 4.9 (mean  $2.5 \pm 1.1$ ) in the former, and from 1.6 to 8.0 (mean  $3.6 \pm 1.7$ ) in the latter. It is concluded that both soluble and insoluble fiber vary widely among vegetables fruits produced in Chile. This study provides information on the fiber composition of fruits. Such information may help to choose them according to these variables in order to be used in the prevention or treatment of selected pathologies.

**Key words:** Dietary fiber, total, soluble, insoluble, insoluble fiber/crude fiber, total dietary fiber/crude fiber, fruits.

### INTRODUCCION

No hay dudas del rol importante que se le adjudica a la fibra dietética tanto en la prevención como en el tratamiento de patologías como diabetes, obesidad, constipación, aterosclerosis, etc. (1). De allí, el interés en conocer el aporte de fibra dietética de los alimentos y más aún su desglose en fibra soluble e insoluble dado que se le adjudican roles fisiológicos diferentes (2).

Complementando trabajos previos en que se ha dado a conocer el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble de cereales, leguminosas (3), algas comestibles (4) y verduras (5), se presenta información sobre el aporte de las frutas cultivadas en Chile incluyendo el plátano que es importado. Se estimó el valor de fibra dietética en la ración comestible de cada fruta, para establecer su aporte real a la dieta. Se estudió su relación con fibra cruda, dado que la

mayoría de las tablas incluye sólo este último valor que sabemos, subvalora en forma importante el contenido de fibra insoluble y no mide la fibra soluble (6).

### MATERIAL Y METODOS

Se obtuvieron 38 diferentes muestras de frutas del comercio y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Todas son de producción nacional con excepción del plátano que es importado y su inclusión en el estudio, obedece al gran consumo que tiene este alimento en Chile. Se recolectaron 10 unidades o 1/2 kg de cada alimento y se separó la parte comestible de cada una de ellas. La mayor parte de la fruta se consume al estado fresco, por ello se analizó sólo en esta forma, con excepción de la papaya, cuya variedad chilena sólo se ingiere cocida (cocción a ebullición) o en conserva.

En la Tabla 1 se indica la especie, variedad, procedencia y una descripción de la parte comestible analizada.

**TABLA 1**  
Frutas: Especie, variedad y descripción de la parte comestible analizada

Frutas*	Descripción parte comestible analizada
Caqui ( <i>Diospyros kaki</i> L)	Sin cáscara
Chirimoya ( <i>Annona cherimolia</i> )	Sin cáscara y semillas
Ciruela ( <i>Prunus doméstica</i> ):	
var <i>El Dorado</i>	Con cáscara y sin hueso
var <i>Laroda</i>	Con cáscara y sin hueso
var <i>Sta. Rosa</i>	Con cáscara y sin hueso
Damasco ( <i>Prunus armenica</i> )	Con cáscara y sin hueso
Durazno ( <i>Prunus persica</i> ):	
nectarino var <i>Independence</i>	Con cáscara y sin hueso
nectarino var <i>Sungrand</i>	Con cáscara y sin hueso
var <i>Fortuna</i>	Con cáscara y sin hueso
var <i>Red Haven</i>	Con cáscara y sin hueso
var <i>Summertime</i>	Con cáscara y sin hueso
Frutilla ( <i>Fragaria chilensis</i> )	Con cáscara y semillas
Guinda ( <i>Prunus avium</i> )	Con cáscara y sin hueso
Higo ( <i>Ficus carica</i> )	Con cáscara y semillas
Limón ( <i>Citrus mélica</i> )	jugo
Manzana verde ( <i>Pyrus malus</i> )	Con cáscara, sin corazón
Manzana roja ( <i>Pyrus malus</i> var <i>Richard</i> )	Con cáscara, sin corazón
Melón calameño ( <i>Cucumis melo</i> )	Sin cáscara y semillas
Melón tuna ( <i>Cucumis melo</i> var <i>saccharinus</i> )	Sin cáscara y semillas
Naranja ( <i>Citrus sinensis</i> var <i>Valencia</i> )	Sin cáscara y semillas
Naranja ( <i>Citrus sinensis</i> var <i>Washington</i> )	Sin cáscara y semillas
Níspero ( <i>Eriobotrya japónica</i> Lindl)	Sin cáscara y semillas
Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	Cocida, con cáscara, sin semillas
Pepino dulce ( <i>Solanum muricatum</i> )	Sin cáscara y semillas
Pera ( <i>Pyrus communis</i> var <i>Winter Neli</i> )	Con cáscara, sin corazón
Plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> )	Sin cáscara
Pomelo ( <i>Citrus paradisi</i> )	Sin cáscara y semillas
Kiwi ( <i>Actinia chinensis</i> )	Sin cáscara, con semillas
Sandía ( <i>Citrullus vulgaris</i> )	Sin cáscara y semillas
Uva ( <i>Vitis vinifera</i> ):	
var <i>red seedless</i>	Con cáscara
var <i>rosada ruby seedless</i>	Con cáscara
var <i>rosada flame seedless</i>	Con cáscara
var <i>perlette seedless</i>	Con cáscara
var <i>blanca Thomson seedless</i>	
var <i>negra Ribier</i>	Con cáscara
Con cáscara y semillas	
var <i>negra rosada Emperor</i>	Con cáscara y semillas
var <i>rosada Tokay</i>	Con cáscara y semillas

\*Procedencia del comercio, excepto ciruelas, damascos y uvas obtenidas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA

Las muestras se homogeneizaron frescas en un omnimixer (Sorvall). Se determinó en cada muestra su contenido de humedad en duplicado, por calentamiento a estufa de vacío a 70°C hasta peso constante, y la fibra dietética en triplicado, según la técnica de Asp NG et al. (7) con algunas modificaciones, principalmente en relación al medio filtrante

(discos de microfibrilla de vidrio Whatman GF/A, tamaño de poro 1,5 µm, con lana de vidrio como medio filtrante (6,8). Se determinó fibra insoluble, soluble y la suma de las dos representa la fibra dietética total.

Los valores de fibra dietética total, soluble e insoluble se expresaron en g/100g peso húmedo, peso seco y por ración comestible (tamaño mediano). La estimación del tamaño de la ración de las diferentes frutas analizadas se obtuvo de la información del Departamento de Nutrición que da tres valores, chico, mediano y grande (9); se seleccionó el tamaño intermedio. Se calculó además el porcentaje de fibra soluble e insoluble de la fibra dietética de cada alimento.

Se calculó también la relación fibra total/fibra cruda y fibra insoluble/fibra cruda, para ello se utilizó el valor de fibra cruda de la Tabla Chilena de Alimentos (10).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de humedad y de fibra dietética insoluble, soluble y total en las frutas expresados en g/100g en base peso húmedo. La humedad fluctúa entre 73,06 para el plátano a 92,37 para el jugo de limón. En la fibra dietética total los valores oscilaron entre 0,3 para la sandía a 5,62 para el higo. Destacó en forma importante, por su mayor contenido de fibra insoluble, el higo con 3,36 y entre 2,27 y 2,80g el caqui, chirimoya, frutilla, papaya, pera, plátano, kiwi y una variedad de uva; en fibra soluble nuevamente el higo presenta el mayor valor 2,26g, siguiéndole la chirimoya con 1,46g. Es necesario recalcar la diferencia de fibra dietética que existe entre las variedades de uva con o sin semilla, duplicando el valor de la fibra en las primeras, tanto en la fibra insoluble como soluble.

El valor promedio  $\pm$  desviación estándar de las frutas analizadas (se estimó un solo valor promedio para las diferentes variedades de una misma fruta) para la fibra total, insoluble y soluble fue de  $2,41 \pm 1,26$ ,  $1,68 \pm 0,87$  y  $0,73 \pm 0,50$  respectivamente.

En la Tabla 3 se indica los valores de fibra dietética expresados en g/100g peso seco y el porcentaje de fibra insoluble y soluble en relación a la fibra dietética total. Los valores de fibra dietética fluctuaron entre 2,3 para la sandía a 38,8 para la papaya, con un promedio de  $16,5 \pm 8,8$ . El único producto en que predominó la fibra soluble fue en el jugo de limón con un 59,5%, en el resto es más elevada la fibra insoluble con un máximo de 90,4% en el caqui y dentro de las variedades de uva, la variedad perlette seedless con un 96,0%. El promedio del porcentaje de la fracción insoluble y soluble de las frutas analizadas alcanzó un valor de  $69,2 \pm 11,2$  y  $30,8 \pm 11,0$  respectivamente, muy semejante al encontrado en las verduras analizadas previamente (5).

TABLE 2  
 Contenido de humedad y fibra dietética de frutas  
 g/100g

Frutas	Humedad	Fibra dietética*		
		Insoluble	Soluble	Total
Caqui	80,08	2,53 ± 0,14	0,27 ± 0,08	2,80 ± 0,07
Chirimoya	73,17	2,36 ± 0,25	1,46 ± 0,23	3,82 ± 0,39
Ciruela El Dorado	87,52	1,10 ± 0,28	0,68 ± 0,22	1,78 ± 0,07
Laroda	86,60	1,35 ± 0,06	1,01 ± 0,19	2,36 ± 0,16
Sta. Rosa	87,81	0,58 ± 0,09	0,18 ± 0,07	0,76 ± 0,06
Damasco	85,20	1,21 ± 0,19	0,67 ± 0,03	1,88 ± 0,20
Durazno:				
- nectarino var Independence	87,31	1,39 ± 0,08	1,06 ± 0,02	2,45 ± 0,10
- nectarino var Sungrand	85,11	1,41 ± 0,13	0,96 ± 0,00	2,37 ± 0,10
- var Fortuna	86,34	1,57 ± 0,05	1,03 ± 0,02	2,60 ± 0,03
- var Red Haven	86,75	1,60 ± 0,20	0,92 ± 0,06	2,52 ± 0,04
- var Summertime	84,14	1,45 ± 0,19	0,86 ± 0,04	2,31 ± 0,03
- var Suncrest	86,75	1,46 ± 0,05	0,71 ± 0,05	2,17 ± 0,06
Frutilla	88,83	2,50 ± 0,18	0,66 ± 0,09	3,16 ± 0,09
Guinda	80,76	1,77 ± 0,10	0,59 ± 0,09	2,36 ± 0,13
Higo	81,90	3,36 ± 0,10	2,26 ± 0,06	5,62 ± 0,16
Limón (jugo)	92,37	0,15 ± 0,08	0,22 ± 0,04	0,37 ± 0,04
Manzana verde	86,47	1,85 ± 0,13	0,71 ± 0,09	2,56 ± 0,19
Manzana roja	84,56	1,75 ± 0,09	0,51 ± 0,07	2,26 ± 0,01
Melón calameño	91,42	0,91 ± 0,08	0,20 ± 0,07	1,11 ± 0,13
Melón tuna	86,94	0,74 ± 0,02	0,44 ± 0,05	1,18 ± 0,03
Naranja var Valencia	88,47	1,11 ± 0,02	0,98 ± 0,02	2,09 ± 0,04
Naranja var Washington	87,64	1,13 ± 0,07	0,94 ± 0,04	2,07 ± 0,04
Níspero	87,67	1,29 ± 0,17	0,86 ± 0,01	2,15 ± 0,18
Papaya ♦	91,04	2,30 ± 0,15	1,18 ± 0,01	3,48 ± 0,16
Pepino	91,06	0,56 ± 0,06	0,26 ± 0,11	0,82 ± 0,10
Pera	81,39	2,80 ± 0,11	1,04 ± 0,20	3,84 ± 0,33
Plátano	73,06	2,45 ± 0,31	0,53 ± 0,15	2,98 ± 0,14
Pomelo	90,28	1,94 ± 0,10	0,60 ± 0,04	2,54 ± 0,07
Kiwi	83,26	2,27 ± 0,12	1,01 ± 0,05	3,28 ± 0,08
Sandía	86,68	0,23 ± 0,02	0,07 ± 0,04	0,30 ± 0,03
Uva:				
-red seedless	81,77	1,16 ± 0,25	0,29 ± 0,09	1,45 ± 0,25
-rosada ruby seedless	79,84	0,85 ± 0,13	0,12 ± 0,04	0,97 ± 0,16
-rosada flame seedless	77,27	0,94 ± 0,09	0,22 ± 0,05	1,16 ± 0,08
-perlette seedless	83,22	0,96 ± 0,11	0,04 ± 0,03	1,00 ± 0,08
-blanca Thomson seedless	81,94	0,62 ± 0,05	0,27 ± 0,03	0,89 ± 0,04
-negra Ribier	82,03	1,51 ± 0,12	0,34 ± 0,03	1,85 ± 0,13
-negra rosada Emperor				
-rosada Tokay	81,44	1,91 ± 0,11	0,29 ± 0,07	2,20 ± 0,12

\*Promedio ± desviación estándar

♦ Cocida a ebullición

**TABLA 3**  
Fibra dietética en frutas (g/100g peso seco) y porcentaje de fibra insoluble y soluble

Frutas	Fibra dietética g/100g peso seco	Fibra insoluble %	Fibra soluble %
Caqui	14,1	90,4	9,6
Chirimoya	14,2	61,8	38,2
Ciruela var El Dorado	14,3	61,8	38,2
Ciruela var Laroda	17,6	57,2	42,8
Ciruela var Sta. Rosa	6,2	76,3	23,7
Damasco	12,7	64,4	35,6
Durazno:			
-nectarino var Independence	19,3	56,7	43,3
-nectarino var Sungrand	15,9	59,5	40,5
-var Fortuna	19,0	60,4	39,6
-var Red Haven	19,0	63,5	36,5
-var Summertime	14,6	62,8	37,2
-var Suncreest	16,4	67,3	32,7
Frutilla	28,3	79,1	20,9
Guinda	12,3	75,0	25,0
Higo	31,0	59,8	40,2
Limón jugo	4,8	40,5	59,5
Manzana verde	18,9	72,3	27,7
Manzana roja	14,6	77,4	22,6
Melón calameño	12,9	82,0	18,0
Melón tuna	9,0	62,7	37,3
Naranja var Valenciana	18,1	53,1	46,9
Naranja var Washington	16,7	54,6	45,4
Níspero	17,4	60,0	40,0
Papaya	38,8	66,1	33,9
Pepino	9,2	68,3	31,7
Pera var Winter Neli	20,6	72,9	27,1
Plátano	11,1	82,2	17,8
Pomelo	26,1	76,4	23,6
Kiwi	19,6	69,2	30,8
Sandía	2,3	76,7	23,3
Uva:	8,0	80,0	20,0
- red seedless:			
- rosada ruby seedless	4,8	87,6	12,4
- rosada flame seedless	5,1	81,0	19,0
- perlette seedless	6,0	96,0	4,0
- blanca Thomson seedless	4,9	69,7	30,3
- egra Ribier	10,3	81,6	18,4
- negra rosada Emperor	17,7	80,8	19,2
- rosada Tokay	11,9	86,8	13,2

Una adecuada comparación de nuestros valores con los obtenidos por otros investigadores utilizando las mismas técnicas enzimático-gravimétricas, se ve dificultada si no se especifica la variedad botánica, la fracción analizada y el contenido de humedad. El grado de madurez de la fruta puede influir también, así como su procesamiento tecnológico. En general nuestros datos concuerdan con lo comunicado en la

literatura (11-19). Las mayores diferencias encontradas pueden obedecer más que nada a la variedad botánica de la fruta.

En la Tabla 4 se informa el contenido de fibra dietética total, insoluble y soluble en frutas según la ración comestible habitual considerando un tamaño mediano (9). Se omite en este cálculo el limón, que se consume más como aliño. En el caso de la uva, se consideró aparte las uvas con y sin semillas para destacar su diferente aporte de fibra. Sobresale en forma importante la ración de higos (8,4g), chirimoya (7,6g), pera (5,8g) y pomelo (5,6g). Entre 3 y 4,9 g se sitúan el caqui, durazno, frutilla, manzana, papaya, kiwi y uvas con semilla, el resto aporta entre 0,6g (sandía) a 2,9g (melón y naranja). En fibra insoluble sobresale el higo con 5,0g y en fibra soluble el higo nuevamente con 3,4g siguiéndole la chirimoya con 2,9g. El promedio de fibra total, insoluble y soluble fue de  $3,64 \pm 2,02$ ,  $2,57 \pm 1,34$  y  $1,07 \pm 0,81$  respectivamente.

**TABLA 4**  
Contenido de fibra dietética en frutas según ración comestible

Frutas	Ración Comestible*		Fibra Dietética	
	g	Insoluble	Soluble	Total
Caqui	120	3,0	0,3	3,3
Chirimoya	200	4,7	2,9	7,6
Ciruela (promedio 3 var)	100	1,0	0,6	1,6
Damasco	100	1,2	0,7	1,9
Durazno (promedio 6 var)	130	2,0	1,2	3,2
Frutilla	150	3,8	1,0	4,8
Guinda	100	1,8	0,6	2,4
Higo	150	5,0	3,4	8,4
Manzana (promedio 2 var)	160	2,9	1,0	3,9
Melón (promedio 2 var)	250	2,1	0,8	2,9
Naranja (promedio 2 var)	140	1,6	1,3	2,9
Níspero	100	1,3	0,9	2,2
Papaya	120	2,8	1,4	4,2
Pepino dulce	160	0,9	0,4	1,3
Pera	150	4,2	1,6	5,8
Plátano	90	2,2	0,5	2,7
Pomelo	220	4,3	1,3	5,6
Kiwi	150	3,4	1,5	4,9
Sandía	200	0,5	0,1	0,6
Uva sin semillas (promedio 5 var)	180	1,6	0,3	1,9
Uva con semillas (promedio 3 var)	180	3,6	0,7	4,3

\* Tamaño mediano (9).

Al estimar la relación fibra insoluble/fibra cruda y fibra dietética total/fibra cruda en 16 frutas en que se tenían valores de fibra cruda, no se encontró una relación constante en ambos casos, fluctuando los valores entre 1,1 a 4,9 promedio  $2,5 \pm 1,1$  y 1,6 a 8,0 promedio  $3,6 \pm 1,7$  respectivamente. Estos valores son muy semejantes a los encontrados en

verduras (5) y corroboran una vez más la imposibilidad de extrapolar los valores de fibra dietética o de fibra insoluble a partir de los datos de fibra cruda (3,5,20).

Los resultados analizados permiten concluir que existe una gran variación en los aportes de fibra soluble e insoluble en las frutas a igual que en las verduras, lo que demanda el conocimiento de la composición de cada fruta y en lo posible de la variedad botánica y en la forma en que usualmente es consumida. La información del presente trabajo contribuye a seleccionar las frutas para la prevención o tratamiento dietético de determinadas patologías.

### REFERENCIAS

- Pilch SM. Physiological effects and health consequences of dietary fiber. Bethesda, Md: Life Sciences Research Office. Federation of American Societies for Experimental Biology, 1987.
- Council on Scientific Affairs. Dietary fiber and health. JAMA 1989; 262: 542-546.
- Pak N, Ayala C, Vera G, Pennacchiotti I, Araya H. Fibra dietética soluble e insoluble en cereales y leguminosas cultivadas en Chile. Arch Latinoamer Nutr 1990; 40: 116-125.
- Pak N, Araya H. Valor nutritivo y aportes de fibra dietética (soluble e insoluble) de macroalgas marinas comestibles de Chile, crudas y cocidas. Alimentos 1996; 21: 63-69.
- Pak N. Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile. Arch Latinoamer Nutr 2000; 50: 97-101.
- Pak N. Análisis de Fibra Dietética. En Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Moron C, Zacarías I, De Pablo S. (eds). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Dirección de Alimentación y Nutrición Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Santiago, Chile, 1977: 177-188.
- Asp NG, Johansson CG, Hallmer H, Siljeström, M. A rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. J Agri Food Chem 1983; 31: 476-482.
- Pak N, Ayala C, Vera G, Pennacchiotti I, Araya H. A rapid and simultaneous determination of soluble and insoluble dietary fiber. Nutr Rep Int 1989; 40: 551-565.
- Tabla de medidas caseras y su equivalencia al sistema métrico. Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Pdoc. 3 y 4 de 1993.
- Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile. Santiago, Chile 1990.
- Wenzel de Menezes E, Lajolo FM (editores). Contenido en fibra dietética y almidón resistente en alimentos y productos iberoamericanos. Proyecto CITED XI.6. Obtención y caracterización de fibra dietética para su aplicación en alimentos para regímenes especiales. Coordinador: Franco María Lajolo. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) Subprograma XI "Tratamiento y Conservación de Alimentos. Conselho Nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPq) Sao Paulo, 2000.
- Schakel SF, Sievert IA, Buzzard IM. Dietary fiber values for common foods In: Spiller GA., ed. CRC Handbook of dietary fiber in human nutrition 2<sup>nd</sup> Edition. CRC Press Inc. Boca Raton. Florida 1993: 567-93.
- Mc Cance and Widdowson's. The composition of foods. Fifth Edition. Royal Society of Chemistry. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. UK 1992.
- Hands ES. Food Finder. Food sources of vitamins & minerals. Second edition ESHA Research. PO Box 13028, Salem, Oregon 93309. USA, 1990.
- °Provisional table on the dietary fiber content of selected foods. United States Department of Agriculture, Human Nutrition Information Service, HNIS/PT-106. Nutrient Data Research Branch, Nutrition Monitoring Division, September 1988 In: Mahan KL, Arlin MT editors. Krause's Food Nutrition & Diet Therapy 8<sup>th</sup> Editions. WB Saunders Company 1992: 775-77.
- Tablas de uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México Comisión Nacional de Alimentación Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán Segunda Edición Revisado 1992. México DF. Noviembre de 1992.
- Acevedo E, Bressani R. Contenido de fibra dietética y digestibilidad del nitrógeno en alimentos Centroamericanos. Arch. Latinoamer Nutr 1990; 40: 439-451.
- Herrera I, Tovar J. Fibra dietética y sus beneficios. Contenido de fibra en raciones de alimentos. Instituto Nacional de Nutrición. Caracas, Septiembre 2000.
- Mark L Dreher. Dietary Fiber Overview In Handbook of Dietary fiber, edited by Susan Sungsoo Cho and Mark LD Dreher Marcel Dekker, Inc New York-Basel 2001: 1-16.
- Spiller GA. Comparison of analysis of dietary fiber and crude fiber In: Spiller GA, ed. CRC Handbook of dietary fiber in human nutrition 2<sup>nd</sup> Edition. CRC Press Inc, Boca Raton, Florida 1993: 615-616.

Recibido: 30-04-2002

Aceptado: 15-08-2003

## Composición química y digestibilidad del mote

Andrea Paula Cravero, María Joaquina Morón Jiménez y Adriana Noemí Ramón

Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Salta. Argentina

**RESUMEN.** Se analizaron granos de maíz (*Zea mays amylacea, capia*) blanco y amarillo descascarados por un tratamiento térmico con cal y cenizas (maíz para mote); y se estudiaron la composición química y digestibilidad *in vitro* de dichos granos cocidos en agua en ebullición (mote), obtenidos bajo condiciones estandarizadas en laboratorio, para compararlos con los adquiridos en el comercio. La composición de nutrientes fue similar en los granos descascarados, destacándose los blancos procesados con cenizas de laboratorio con un contenido de proteínas y de sodio de 9,95 g/100 g y 80,33 mg/100g y en los tratados con cal 979,70 mg de calcio/100 g respectivamente. Los motes comerciales analizados resultaron semejantes químicamente con los de laboratorio. En los blancos con cenizas de éste último grupo, los valores de sodio, hierro y potasio (28,02; 7,95 y 75,64 mg/100 g) fueron mayores que los que recibieron el tratamiento con cal (blanco y amarillo), los que presentaron un alto contenido de calcio de 464,97 y 430,79 mg/100 g respectivamente. La digestibilidad fue superior en las muestras con cal, 79% en las comerciales y 80% en las estandarizadas.

**Palabras clave:** Maíz para mote, mote, tratamiento térmico, cal, cenizas, composición química, digestibilidad.

**SUMMARY.** Chemical composition and digestibility of mote.

White and yellow maize grains (*Zea mays amylacea, capia*), polished by means of heat treatment with lime and ashes were analyzed (maize for mote); the chemical composition and digestibility *in vitro* of these grains cooked in boiling water were studied (mote), they were obtained under standardized conditions (laboratory) to compare them with the ones purchased at stores. The composition of nutrients was similar in polished grains, standing out the white ones from laboratory with a protein and sodium content of 9.95 g/100 g and 80.33 mg/100 g in the ones processed with ashes respectively and calcium (979.70 mg/100 g) in the ones treated with lime. Motes purchased at stores were analyzed and turned out to be chemically similar to the ones from laboratory. In the white motes with ashes of this last group, values of sodium, iron and potassium (28.02; 7.95 and 75.64 mg/100 g respectively) were higher than those that received treatment with lime (white and yellow), which presented a high calcium content (464.97 and 430.79 mg/100 g respectively). The digestibility was superior in the samples with lime, 79% in the purchased ones and 80% in the standardized ones.

**Key words:** Maize for mote, mote, heat treatment, lime, ashes, chemical composition, digestibility.

### INTRODUCCION

En el Noroeste Argentino (NOA), se consume un producto de maíz conocido como "mote", cuya técnica de elaboración milenaria, se transmite de generación en generación en el ámbito familiar y regional. Éste método consiste en descascar los granos mediante su cocción y remojo en una solución alcalina (cal, lejía o cenizas). Luego, se secan al sol para conservarlos por largos períodos de tiempo. Posteriormente, se utilizan como ingredientes de sopas, locro, guisos, relleno para humitas, tamales o hervidos en agua, escurridos y condimentados, acompañan las principales comidas como guarnición o entremés. La importancia de su consumo, radica en su fácil obtención, bajo costo, y disponibilidad en cualquier época del año (1- 3).

Actualmente, esta práctica se aplica en algunas comunidades rurales como una tecnología tradicional para obtener mote, el que forma parte de la dieta de sus pobladores como así también de inmigrantes bolivianos y peruanos, con una frecuencia promedio de consumo de 8% en los Valles

Calchaquies y 12% en la Puna, ambos pertenecientes a la región del NOA.

A nivel artesanal, la cal o cenizas se miden o pesan con instrumentos poco precisos, pues se trata de una metodología empírica, cuyo origen fue un descubrimiento casual en épocas prehispánicas. Cronistas de dicha época, como Garcilaso (1609) se refieren a este producto como "muti" o "maíz *capia* tierno, cocido en agua y consumido en lugar de pan" (2). Los campesinos lo llevaban en un "avío" o atado de alimentos para soportar largas jornadas de labor, por su alto valor energético y propiedad de mantener la "firmeza de los huesos" (2).

Los granos de maíz utilizados son de gran tamaño (16 a 20 mm de largo), turgentes, cuneiformes y de endospermo blando o harinoso. Se cultivan en huertas familiares y se emplean en estado tierno (choclo) o para la elaboración de mote, descascarando y secando previamente el grano como se describió anteriormente. Las cenizas se obtienen, generalmente, de estufas de tabaco, y la cal (óxido de calcio), comercialmente o de caleras de la zona.

En Centroamérica, se aplica un procedimiento en el que se utiliza cal (al 1%) para obtener la harina de maíz nixtamalizada con la que se elaboran principalmente tortillas. Estudios realizados por Bressani y otros autores demostraron, que este tratamiento, enriquece de calcio al cereal (4) resultado importante para aquellas poblaciones como por ejemplo, la Provincia de Salta, cuyas dietas son deficitarias en este nutriente esencial para la nutrición humana. Así mismo dichas investigaciones revelaron que tal procesamiento induce cambios en otros minerales como el hierro aumentando su biodisponibilidad, gelatinización parcial del almidón, modificación de la solubilidad de prolaminas y reducción de fibra dietética (4-7).

El propósito de este trabajo fue determinar la composición química de granos de maíz tratados térmicamente con cal y cenizas (maíz para mote) y motes respectivos (dichos granos cocidos en agua en ebullición), como así también valorar la digestibilidad de éstos últimos, tanto comerciales como obtenidos en laboratorio (estandarizados).

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron: 1) Granos de maíz (*Zea mays*) blanco y amarillo sin tratar de tipo amiláceo, variedad *capia*, procedentes del Municipio de La Merced, Departamento de Cerrillos, Provincia de Salta (Argentina); 2) Cal obtenida de una calera y cenizas de Algarrobo, Chañar, Tala, Arca, Molle y Eucaliptus de estufas de tabaco de la mencionada localidad; 3) "Maíz para mote" o granos (blanco-amarillo) ya tratados con cal y cenizas y 4) Mote. Éstos últimos adquiridos en el Mercado Municipal de la Ciudad de Salta, en las mismas condiciones de expendio que al público en general.

Las semillas, se seleccionaron de acuerdo a características de conservación, eliminando aquellas rotas o deterioradas. Con las mismas, se formaron dos grupos denominados "A" (Amarillas) y "B" (Blancas) y con ellas, cuatro subgrupos: A1, A2 y B1, B2 respectivamente, los que se sometieron a los siguientes procedimientos:

### Procedimiento I (Figura 1):

- Los granos A1, B1 se trataron por calor húmedo (ebullición) en una proporción de agua/ cal/granos de 3: 0,01 : 1, durante 55 minutos, a una temperatura de  $96 \pm 2^\circ\text{C}$ .
- Se dejaron en remojo durante  $13 \pm 1$  horas en el agua de cocción y se lavaron tres veces con agua fría, para eliminar sólidos solubles, cubiertas seminales y cal sobrante.
- Se secaron en estufa con aire forzado a  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  durante  $14 \pm 2$  horas.

### Procedimiento II (Figura 2):

- Los maíces A2, B2 se trataron idénticamente al Punto 1 del procedimiento anterior en una proporción agua /ceniza /grano de 3: 1:1, formando una pasta.
- Se dejaron en remojo en el agua de cocción durante  $13 \pm 1$  horas y se lavaron con agua fría, ejerciendo presión manual para facilitar el desprendimiento de cubiertas seminales y eliminar sólidos solubles y cenizas.
- Se secaron idénticamente que en el Punto 3 del procedimiento 1.

Los granos tratados A1, B1, A2, B2 (laboratorio) y los adquiridos (ya descascarados en el comercio), se dividieron nuevamente en dos subgrupos "H" (Hervido) y "M" (Molienda). Los primeros (H) se cocieron por calor húmedo en agua sin sal (en ebullición) durante 2 horas 30 minutos para obtener mote propiamente dicho cuyo aspecto es el de maíz inflado, abierto como una roseta, húmedo y de consistencia tierna. Estos y los motes adquiridos se homogeneizaron individualmente en Minipicadora Moulinex Multitrío AV4. Los segundos (M), se molieron por separado, en molinillo a hélice de acero inoxidable Control Química SA 200/02 Serie 2078, y tamizaron en tamiz malla 40 mesh (Figuras 1 y 2).

Figura 1  
Obtención de granos de maíz tratados térmicamente con cal

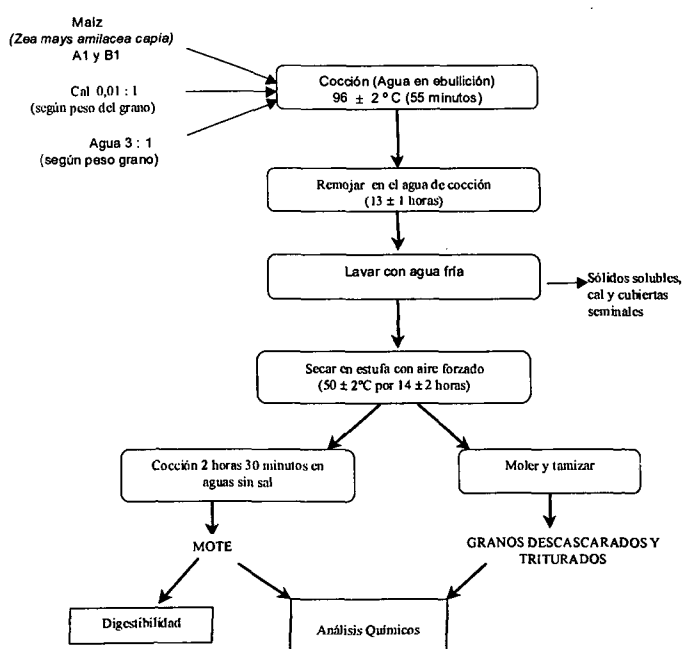
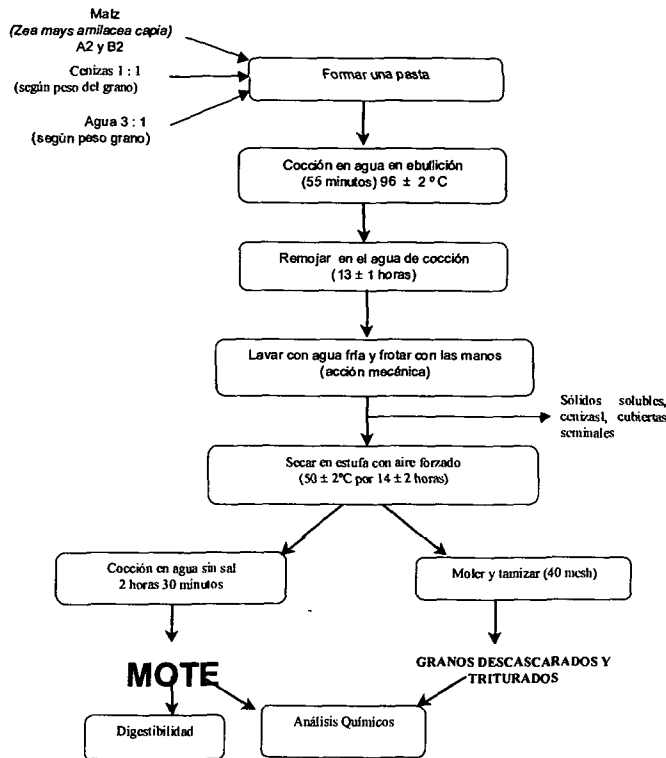


Figura 2  
Obtención de granos de maíz tratados térmicamente con cenizas



Se llevaron a cabo por triplicado, las siguientes determinaciones analíticas:

- **Humedad:** se pesaron,  $2 \pm 0,05$  gramos de muestra en pesafiltro (secado previamente en estufa a  $98-105^{\circ}\text{C}$  durante 2 horas) y se llevó a estufa de aire a  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante ( $\pm 5$  mg) por  $4 \pm 1$  horas, según método AOAC (5) N° 935.29 o mét. 27.3.06 -16th Ed.
- **Proteínas:** se determinaron por el método de micro Kjeldahl en equipo Kjeltect System 1002, con Sulfato de Sodio, Sulfato de Cobre Pentahidratado y Acido Sulfúrico en relación 7,5: 1: 0,1 por AOAC (8) N° 960.52 o mét. 12.1.07 -16 th Ed. Se pesaron  $1 \pm 0,05$  gramos de muestra homogeneizada y se adicionaron los reactivos en tubos micro Kjeldahl. Se mineralizó en 4 por 15 minutos y en 8 por 90 minutos bajo campana, hasta desaparición de humos blancos y formación de color verde brillante sin residuos negros. Una vez digerido, se dejó a temperatura ambiente hasta formación de pastilla sólida, la que se disolvió con 10 ml de agua destilada. Se destiló y neutralizó con Na(OH) al 40%. El destilado se tituló con Acido Sulfúrico 0,1 N con rojo de metilo como indicador.

Los resultados se expresaron como g% de proteínas = g% Nitrógeno x 5,83 (factor de corrección para maíz) (9).

- **Extracto etéreo:** se determinó por Hidrólisis Acida según AOAC (8) N° 922.06 o mét. 32.1.14 -16 th Ed. Se pesaron  $2 \pm 0,05$  gramos de muestra homogeneizada en vaso de precipitación con etanol a los que se adicionaron 10 ml Acido Clorhídrico. Se llevó a baño María a  $70-80^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos con agitación. Se agregaron 10 ml de etanol y se transfirió la mezcla a ampolla de decantación para realizar tres enjuagues con 25 ml de Eter Etilico agitando vigorosamente cada vez. Se agregó Eter de Petróleo y trasvasó gota a gota a un vaso de precipitado previamente desengrasado y tarado. Se llevó a estufa por 24 horas a  $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- **Cenizas:** las muestras homogeneizadas, se colocaron en crisoles y llevaron a mufla a  $550^{\circ}\text{C}$  hasta obtener cenizas blancas, libres de carbono, según el método directo de AOAC (8) N° 9233.03 o mét. 32.1.05 -16 th. La solución de cenizas se realizó con HCL 1:1, se transfirieron a matraces volumétricos de 100 ml llevados a volumen con agua bidestilada.
- **Minerales:** se usó espectrofotómetro de Absorción Atómica Shimadzu AA-65017 (Atomic Absortion Flame Emission Spectrophotometer) con salida digital, según el método de AOAC (8) N° 965.09 o mét. 2.6.01(D) -16th Ed. ; para Hierro (=  $248,3 \text{ \AA}$ ; sensibilidad = 0,062 ppm); Sodio (=  $589,0 \text{ \AA}$ ; sensibilidad = 0,003 ppm); Potasio (=  $766,5 \text{ \AA}$ ; sensibilidad = 0,5 - 2 ppm) y Calcio (=  $422,7 \text{ \AA}$ ; sensibilidad = 0,069 ppm).
- **Fósforo:** se realizó según método colorimétrico (10), usando un Espectrofotómetro de Absorción Molecular Spectronic 20 Bausch & Lomb 83. Se empleó Fosfato monobásico de potasio con Acido sulfúrico 10 N como solución estándar, buffer de acetato como hidrolizante y mezcla de ácido ascórbico y molibdato de amonio como reactivo de color.
- **Hidratos de carbono:** se determinó almidón por el método Felhing Causse Bonans Modificado (FCBM) según AOAC (8) N° 923.09 o mét. 44.1.15 - 16th Ed. Se pesaron 3 gramos de muestra homogeneizada en erlenmeyer de boca esmerilada de 500 ml y se agregaron 200 ml de agua destilada y 20 ml de Acido Clorhídrico y se llevaron a condensador a reflujo por 2 horas. Se filtró en caliente con papel de filtro a un matraz volumétrico de 500 ml y neutralizó con Na(OH) al 10% y se llevó a volumen con agua destilada. Se valoró la glucosa liberada con reactivo de FCBM y multiplicó dicho valor por 0,90 = % de almidón bruto presente en la muestra.
- **Digestibilidad (motes):** se utilizó Método *in vitro* de Akeson y Stahmann (11). Se pesó 1 gramo de muestra homogeneizada en vaso de precipitado. Se adicionaron

0,0015 gramos de Pepsina disuelta en Acido Clorhídrico 0,1N y 0,0040 gramos de Pancreatina disueta en 7,5 ml de Buffer Fosfato de Sorensen (pH = 8). Se neutralizó con Hidróxido de Sodio 0,2 N (pH = 7 ± 0,5). Se incubó por 24 horas a baño María a 40 ± 2°C. Se centrifugó a 1000 rpm por 45 minutos. Se tomaron alícuotas de 4 ml y se procedió a valorar las proteínas por el método micro Kjeldahl. Se calculó la digestibilidad mediante fórmula = % gramos proteína x alícuota total x 100 /alícuota tomada x gramos de proteína en la muestra.

- **Estadística:** Los valores obtenidos se analizaron estadísticamente mediante Análisis Factorial (2x2x4) y Prueba de Duncan (12) por separado para los granos tratados y motes correspondientes.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Maíz para mote tratado con cal o cenizas comercial y de laboratorio (Tabla 1):**

El contenido de humedad de los maíces descascarados comerciales fue de 10,25 a 10,8 g /100 g (blanco y amarillo con cenizas). Estos valores resultaron semejantes a los de la Tabla de Composición Química para uso en América Latina (INCAP-ICNND) de 10,30 g / 100 g (13); a los blancos con cal y cenizas obtenidos en laboratorio (9,77 a 9,95g /100 g respectivamente) y mayores al amarillo con cenizas (9,0 g/ 100 g) de este grupo. Estas diferencias pueden deberse a mayor evaporación de agua, variedad de semillas, tiempo y método de secado.

**TABLA 1**  
Composición química de los maíces para mote blanco y amarillo tratados con cal y cenizas comerciales y de laboratorio (g/100 g\* y mg/100 g\*\*)

Maíz	Comercial				Laboratorio			
	Cenizas		Cal		Ccenizas		Cal	
Nutriente	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo
Humedad*	10,25 ± 0,02bc	10,83 ± 0,02*	10,69 ± 0,02ab	10,61 ± 0,09ab	9,95 ± 0,07c	9,06 ± 0,06d	9,77 ± 0,03c	9,95 ± 0,03c
Proteínas*	9,14 ± 0,05f	9,80 ± 0,08e	8,22 ± 0,05g	8,41 ± 0,09g	9,95 ± 0,06e	9,19 ± 0,07f	9,36 ± 0,07f	9,85 ± 0,04e
Hidratos*								
de carbono	71,10 ± 0,42I	71,10 ± 0,42I	71,70 ± 0,42ij	73,50 ± 0,42k	71,40 ± 0,42ij	72,60 ± 0,42jk	70,50 ± 0,42i	70,20 ± 0,42i
Ex.etero*	3,14 ± 0,03ml	3,50 ± 0,01n	3,75 ± 0,04on	3,82 ± 0,03on	3,13 ± 0,16lm	3,16 ± 0,06l	3,97 ± 0,02o	3,24 ± 0,03lp
Cenizas*	2,51 ± 0,06b	2,59 ± 0,002b	2,01 ± 0,06d	1,82 ± 0,05e	2,66 ± 0,03ab	2,01 ± 0,04d	2,78 ± 0,002a	2,89 ± 0,002c
Sodio**	66,91 ± 0,35f	63,60 ± 0,06g	48,38 ± 1,97h	50,82 ± 0,44h	80,33 ± 1,02i	71,31 ± 0,61j	39,50 ± 0,64k	40,70 ± 0,36k
Potasio**	238,25 ± 0,15l	280,30 ± 0,85m	222,62 ± 1,57n	249,53 ± 0,50o	375,34 ± 1,32p	401,15 ± 0,21q	150,39 ± 1,97r	165,09 ± 0,06s
Hierro**	10,64 ± 0,12t	12,29 ± 0,15u	9,73 ± 0,14vw	8,35 ± 0,14x	10,38 ± 0,05tv	11,95 ± 0,34u	9,91 ± 0,25vw	9,26 ± 0,07w
Fósforo**	591,21 ± 5,36A	565,54 ± 5,35B	424,90 ± 4,73E	468,35 ± 5,88D	535,50 ± 0,00C	475,43 ± 6,38D	428,98 ± 4,73E	413,10 ± 4,80E
Calcio**	536,22 ± 0,56H	588,18 ± 1,42I	922,65 ± 0,48J	938,89 ± 0,27K	637,40 ± 0,75L	678,52 ± 0,55M	979,70 ± 0,30N	961,17 ± 1,61O

X ± D. S. P ≤ 0,01. Las cifras con letras distintas son significativamente diferentes entre sí.

Las proteínas oscilaron entre 9,19 a 9,95g /100 g amarillo y blanco con cenizas de laboratorio, mayores a las blanca y amarilla con cal adquiridas comercialmente (8,22 a 8,41g/ 100 g cenizas). Éstas últimas similares a los datos proporcionados por el INCAP (8,2 y 8,3 g/100 g blanco-amarillo) (13). La adición de óxido de calcio en cantidades superiores al 1%, afectaría la cantidad de proteínas por desnaturalización de las de las mismas y cambios en la solubilidad principalmente de las prolaminas (4-7) entre otros factores como variedad de las semillas utilizadas y estandarización de condiciones de trabajo. En este sentido, se desconoce la cantidad exacta de sustancias alcalinizantes usadas para el procesamiento de los granos comerciales.

Los hidratos de carbono fueron para todas las muestras inferiores a los valores mostrados por las Tablas del INCAP (73,9 g/100 g) (13) y semejantes entre sí, lo que puede estar relacionado con la variedad, tiempos o temperaturas de

cocción, cantidad de almidón sensible a enzimas y gelatinización parcial del mismo (4-7).

El contenido graso varió entre 3,13 a 3,97 g/100 g, inferiores a los dados por el INCAP (10) de 5,8 g/100 g debido a que con el tratamiento alcalino se eliminarían la pilorria (fracción que une el germen del grano con el carozo o marlo) y lípidos disueltos o parcialmente emulsionados (4-7).

Las cenizas totales de los tratados con cal de laboratorio fueron mayores a los comerciales. Esta diferencia puede deberse a las cantidades de cal o cenizas adicionadas para el descascarado, pérdidas durante el lavado, contenido mineral original y variedad de semillas utilizadas.

El mayor valor de sodio correspondió al maíz blanco con cenizas de laboratorio (80,33 mg/100 g) mientras que el de potasio fue para el amarillo con cenizas del mismo grupo (401,15 mg/100 g) debido al tipo, cantidad de cenizas, variedad de semillas y tiempo de tratamiento térmico empleados.

El hierro varió desde 8,35 (amarillo-cal comercial) a 12,29 mg /100 g (amarillo-cenizas comercial) superando los valores de las Tablas del INCAP (2,6 mg/100 g) (13) los que pueden ser tan variables como el grado de contaminación de la cal utilizada (14).

El fósforo osciló entre 424,90 a 591,21 mg/100g (comerciales), superiores a los datos del INCAP (382 mg/100 g para la harina de maíz blanca y amarilla tratada con cal) (13) y a las muestras de laboratorio (413,10 a 535, 50 mg /100g).

Todos los granos analizadas presentaron un contenido de calcio superior a los valores hallados por el INCAP (89 mg/100 g) para las harinas nixtamalizadas (13), desde 536,22 a 979,70 mg/100 g blancos cenizas comercial y cal laboratorio respectivamente. Esto podría estar relacionado con la cantidad y calidad de sustancias alcalinas empleadas, lavado, tiempos, temperaturas de cocción y remojo, o a una posible fijación del calcio al albúmen del grano que podría superar el 400% del valor original de este nutriente en la semilla (15-18) la que absorbería el mismo después que el agua y a un ritmo menor, por lo que el remojo es de fundamental importancia en el contenido final de este mineral en los maíces así tratados (5-7).

#### Motes blanco y amarillo comercial y de laboratorio (Tabla 2):

La humedad fue de 56,10 a 57,79 g/100 g en las muestras comerciales mayores a las de laboratorio (54,60 a 55,16g/100g), diferencias debidas al procedimiento utilizado para su obtención, temperatura, tiempos de remojo y cocción de los granos.

Las proteínas, oscilaron entre 7,21 (blanco-cal comercial) a 7,63 /100 g (amarillo cal laboratorio).

En las muestras comerciales, los carbohidratos variaron entre 29 a 32,80 g/100 g, éste último similar a los de laboratorio (31,85 a 32,06 g/100 g), las diferencias halladas entre las muestras pueden deberse a la solubilización y gelatinización del almidón en el medio de cocción por ruptura de cubiertas seminales.

El extracto etéreo fue de 1,98 a 2,27 g/100 g en los motes comerciales, semejantes a las muestras amarilla-cenizas y blanca-cal de laboratorio e inferiores a la blanca-cenizas del mismo grupo.

El contenido mineral total fue de 0,90 a 1,05 mg/100 g (comerciales) inferiores a los de laboratorio de 1,30 a 1,42 mg/100 g por mayor pasaje de componentes hidrosolubles al medio de cocción.

Los valores de sodio, hierro y potasio fueron mayores en todas las muestras procedentes de granos tratados con cenizas que de los procesados con cal (de 23,11 a 28,31; de 50,53 a 75,87 y de 7,15 a 7,95 mg/100 g respectivamente). El fósforo osciló entre 214, 81 mg/100 g (blanco y amarillo-cenizas comercial) a 289,62 mg/100 g (amarillo-cenizas laboratorio) mientras que el calcio, fue desde 164,26 a 389,51 mg% (comerciales), inferiores a los de laboratorio (318,04 blanco-ceniza a 464,97 mg% blanco-cal), posiblemente por la calidad y cantidad de cal utilizada. La relación Ca / P, fue  $\geq$  a 1, en todas las muestras, excepto en el mote amarillo-cenizas adquirido en el comercio, lo que favorece la absorción del primero y el aprovechamiento biológico de ambos nutrientes, mejorando su disponibilidad (4).

TABLA 2  
Composición química de los motes blanco y amarillo tratados con cal y cenizas comerciales y de laboratorio (g/100 g\* y mg/100 g\*\*)

Maíz	Comercial				Laboratorio			
	Cenizas		Cal		Ccenizas		Cal	
	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo
Humedad*	57,79 ± 0,03b	57,11 ± 0,04c	56,53 ± 0,03a	56,10 ± 0,09 <sup>a</sup>	56,60 ± 0,27d	54,85 ± 0,06d	55,16 ± 0,05d	54,76 ± 0,13d
Proteínas*	7,34 ± 0,09fe	7,61 ± 0,12f	7,21 ± 0,05e	7,45 ± 0,06e	7,23 ± 0,08e	7,60 ± 0,12f	7,34 ± 0,04fe	7,63 ± 0,08e
Hidratos de carbono*	30,49 ± 0,15h	29,00 ± 0,14g	32,80 ± 0,14i	30,20 ± 0,14hg	32,06 ± 0,20i	31,85 ± 0,18i	32,17 ± 0,09i	31,90 ± 0,14i
Ex. etereo*	1,99 ± 0,02jl	2,01 ± 0,02j	2,27 ± 0,06jk	1,98 ± 0,03j	2,86 ± 0,11l	2,14 ± 0,19jk	2,26 ± 0,03jk	2,31 ± 0,03k
Cenizas*	0,90 ± 0,04b	1,05 ± 0,08b	0,91 ± 0,05b	0,96 ± 0,008 <sup>a</sup>	1,30 ± 0,02c	1,42 ± 0,03c	1,39 ± 0,04c	1,37 ± 0,02c
Sodio**	23,11 ± 2,81d	28,31 ± 0,52e	15,17 ± 0,81fg	12,92 ± 0,23g	28,02 ± 0,11e	25,90 ± 0,08h	17,39 ± 0,06f	18,45 ± 0,18f
Potasio**	50,53 ± 0,13iz	52,40 ± 0,32z	39,87 ± 0,39k	49,73 ± 0,25x	75,64 ± 0,007m	75,87 ± 0,21m	40,36 ± 0,17k	40,45 ± 0,03k
Hierro**	7,25 ± 0,09on	7,15 ± 0,15on	6,59 ± 0,03op	6,03 ± 0,16o	7,95 ± 0,07qr	7,62 ± 0,17m	6,56 ± 0,01op	6,35 ± 0,06op
Fósforo**	214,81 ± 5,96s	214,81 ± 5,96s	221,00 ± 0,00s	286,12 ± 0,00t	279,12 ± 4,95t	289,62 ± 4,95t	279,12 ± 4,95t	279,12 ± 4,95t
Calcio**	218,92 ± 0,97u	164,26 ± 0,40v	379,23 ± 1,09w	389,51 ± 1,09w	318,04 ± 0,67y	322,41 ± 0,08T	464,97 ± 0,67ñ	430,79 ± 0,61G

X ± D. S. P ≤ 0,01. Las cifras con letras distintas son significativamente diferentes entre sí.

### Digestibilidad

La digestibilidad de los motes estudiados fue del 73 al 80% (Tabla 3) inferior a la de la proteína de referencia (caseína) del 92%. Hernández y cols. emplearon la misma técnica para los maíces crudo y cocido sin tratamiento alcalino previo y obtuvieron valores de 91,5% y 82,7% respectivamente (8). La digestibilidad aparente *in vivo* en el estudio mencionado anteriormente fue de  $79,3 \pm 2,6\%$  y  $80,7 \pm 4\%$ . Cabe recordar que el método *in vitro* de Akeson y Stahmann es el que mejor se correlaciona con la técnica *in vivo* ( $r = 0,874$ ;  $P \leq 0,01$ ) (8). La adición de cal y calor producirían desnaturalización, degradación y cambios en la solubilidad proteica, ruptura de enlaces peptídicos y mayor liberación de aminoácidos durante la digestión enzimática, aumentando la disponibilidad de aminoácidos esenciales (4- 8, 19).

TABLA 3

Digestibilidad de los motes comerciales y de laboratorio tratados con cal y cenizas (%)

	Comercial		Laboratorio	
	Cenizas (%)	Cal (%)	Cenizas (%)	Cal (%)
Blanco	76 ± 0,15	80 ± 0,00	73 ± 0,00	80 ± 0,00
Amarillo	80 ± 0,00	79 ± 0,12	73 ± 0,00	80 ± 0,00
*Caseína	92%			
*Maíz crudo <i>in vitro</i>	91,5% (11)			
<i>in vivo</i>	87,2% ( )			

- Proteína de referencia

### CONCLUSIONES

La composición química de nutrientes encontrada tanto en los maíces para mote comerciales como de laboratorio fue similar. Idéntica situación se halló con los motes correspondientes (blancos y amarillos con ceniza y cal).

Así también, resultaron más interesantes que otros productos de maíz consumidos en la región (NOA), según bibliografía existente, debido fundamentalmente a su alto contenido de calcio y mejor relación calcio/ fósforo, lo que sería beneficioso desde el punto de vista nutricional.

Al tratarse de una preparación tradicional, podría profundizarse los estudios de composición de vitaminas o de formulación de alimentos para aumentar las posibilidades de consumo en sectores en los que éste ha disminuído por el reemplazo de otros productos industriales que suponen menos esfuerzo y tiempo de elaboración.

Por último este trabajo contribuyó a ampliar la información disponible acerca de composición química de productos regionales.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta por la colaboración recibida y financiamiento. A la profesora de inglés Laura Moreno por la traducción y revisión del resumen de este manuscrito.

### REFERENCIAS

1. Estrella E. El Pan de América. Mundo Científico, 1986;77(8): 162-172.
2. Torres G, Bianchetti M, Santoni M. La dieta de los campesinos del Valle Calchaquí y de la Puna y sus determinaciones culturales. Kallawayá 1985;1:1-46.
3. Tapia M. Origen y Domesticación de las Especies Alimenticias en la Región Andina: Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte para la Agricultura y la Alimentación 1990:19-28.
4. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El maíz en la nutrición humana 1993; 47/1:99-126.
5. Urizar Hernández AL, Bressani R. Efecto de la nixtamalización del maíz sobre el contenido de ácido fítico, calcio y hierro total y disponible.
6. Bressani R. Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas. Food Revs. Intl 6: 225-264 (A review). 1990.
7. Serna-Saldívar SO, Gómez MH y Rooney LW. The chemistry, technology and nutritional value of alkaline caged corn products. Adv. Cereal Chem y Technol 1990;10:243-307.
8. AOAC Official Methods of Analysis ,16th Ed. 1996; Washington D. C. C-D ROM: AOAC.@. Aoac.org.
9. Cheftel JC, Cuq JL. Química de los alimentos, Ed. Acribia, Zaragoza, España, 1993.
10. Osborne DR, Voogh R. Análisis de los nutrientes de los alimentos, Ed. Acribia, Zaragoza, España, 1986.
11. Akeson WR, Stahmann MA. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. J. Nutr. 1994 (83):257-261(Original no consultado compendiado en Hernández M. A de la Vega y Sotelo Angela Determinación de la digestibilidad proteínica *in vitro* e *in vivo* en cereales y leguminosas crudos y cocidos. Arch Latinoamer Nutr. 1984;34(3):513-522.
12. Duncan DB. Multiple range and multiple F. Test. Biometrics 1955; 11: 1-442.
13. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) y Comité Interdepartamental de Nutrición Para la Defensa Nacional (ICNND), Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina 2<sup>da</sup> ed., México D. F. 1975.
14. Robles RR, Murray ED, Paredes López O. Physico-chemical changes of maize starch during the lime heat treatment for tortilla making. J Food Sci Technol. 1988; 23: 91-98 (Original no consultado compendiado en Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO) El maíz en la nutrición humana, 1993;25(5):69.
15. Bressani R, Breuner M, Ortíz MA. Contenido de fibra ácido y neutro detergente y de minerales menores en maíz y su tortilla. Arch Latinoamer Nutr. 1989;39(3):382-391.

16. Gómez MH, McDonough CM, Rooney LW, Waniska RD. Changes in corn and sorghum during nixtamalization and tortilla baking. *J Food Sci.* 1989, 54: 330-336 (Original no consultado compendiado en Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO), *El maíz en la nutrición humana* 1993;25(5):63.
17. Norad MN, Iskander FY, Rooney LW, Erp CF. Phycochemical properties of alkali cooked corn using traditional and presoaking procedures. *Cereal Chem.* 1986;63:255-259 (Original no consultado compendiado en Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO), *El maíz en la nutrición humana*, 1993;25(4):53.
18. Trejo-González A, Feria-Morales A, Wild-Altamirano C. The role of lime in the alkaline treatment of corn tortilla preparation. *Adv. Chem. Ser.* 1984, 198:245-263 (Original no consultado compendiado en Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO) *El maíz en la nutrición humana*, 1993;25(4):53.
19. Paulis J, Bietz J, Wall J. Corn protein subunits: Molecular weights determined by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Agr. Food Chem.* 1975, 23:197-201 (Original no consultado compendiado en Ortíz de Bertorelli, Ligia y Marisa Guerra, "Características de las proteínas de maíces Venezuela 1 Arichuna, Obregón y Venezuela 1 Opaco 2". *Arch Latinoamer Nutr.* 1983;33(3): 539-556.

Recibido:23-06-2003

Aceptado: 22-10-2003

## NOTAS

**Premio Fred L. Soper 2004. A la excelencia en la bibliografía de la Salud.** La Fundación Panamericana de la Salud y Educación, entidad sin fines de lucro con sede en Washington, D.C., y colaboradora de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) está aceptando nominaciones de artículos publicados en las revistas científicas que figuran en el *Index Medicus* durante el año 2003.

El artículo propuesto deberá haber sido publicado en alguna publicación científica afiliada al *Index Medicus* (MEDLINE). Los autores deben estar afiliados con una institución académica, de investigación o servicio ubicada en los países de la Región de las Américas. Se dará preferencia a los estudios que abarquen más de una disciplina y a trabajos relacionados con enfermedades infecciosas. Los trabajos pueden consistir en un informe, un análisis de nuevos datos (experimentales o de observación), o un nuevo enfoque para analizar los datos disponibles.

El premio, que consta de un diploma al mérito y dinero en efectivo EUA\$ 2.500

Las propuestas deberán ser recibidas a más tardar el 30 de junio de 2004 y habrán de dirigirse a:

Comité Premio Fred L. Soper  
Fundación Panamericana de la Salud y Educación  
525 23<sup>rd</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20037  
Estados Unidos de América  
Teléfonos: 202-974-3416  
Fax: 202-974-3636  
Correo electrónico: [foundation@paho.org](mailto:foundation@paho.org)  
Internet: [www.paho.org/Spanish/PAHEF/soper.htm](http://www.paho.org/Spanish/PAHEF/soper.htm)

## NUEVOS LIBROS

**“Conocimientos actuales sobre nutrición” Octava Edición. Barbara Bowman y Robert M. Russell. Editores. 2003. Traducción al español. Organización Panamericana de la Salud, OPS e Instituto Internacional de Ciencias de la Vida, ILSI. Publicación Científica y Técnica No 592. ISBN 92 75 31592 2 ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 525, 23rd. STREET N.W., Washington, D.C. 20037, Estados Unidos. – 873 paginas. Precio: U.S. \$ 60,00 y \$ 45,00 en América Latina y el Caribe. - <http://www.paho.org> Correo electrónico: [paho@pmds.com](mailto:paho@pmds.com) – Fax: (301) 206 9789.**

En el Número 1 del Volumen 52, Marzo 2002, dimos a conocer nuestros comentarios sobre la Octava Edición de la obra “Present knowledge in nutrition” publicada por el International Life Sciences Institute, ILSI e indicábamos que se esperaba con expectativa la versión en español. En esta oportunidad-hecha realidad esa expectativa- nos complace hacer la recensión de “Conocimientos actuales sobre nutrición” en español, publicada por la Organización Mundial de la Salud, OPS, con la autorización y el apoyo del Instituto Internacional de Ciencias de la Vida, ILSI. Estas líneas cobran especial relevancia toda vez que en 2003 se cumplen 50 años de la primera edición de esta obra publicada en 1953, unos pocos años después de la identificación de la vitamina B12, tal como se reseña en el texto. Desde entonces y en todas sus ediciones, de las cuales la OPS ha publicado en español la sexta y la séptima, se han divulgado extensa y actualizadamente, los conocimientos y procesos mas notables de los distintos aspectos de las ciencias de la alimentación y nutrición.

Esta Octava Edición en español, elegante, de impecable presentación y totalmente renovada, incluye en sus 873 páginas, temas de actualidad y de manifiesta controversia entre la comunidad internacional, tales como el papel de la nutrición en la prevención de las enfermedades crónicas y las consecuencias de la sobrealimentación, alimentos funcionales, inocuidad de los alimentos biotecnológicos y el genoma humano y la nutrición. De los 107 autores de 13 países que aportan sus experiencias y conocimientos en los 65 Capítulos que integran esta nueva edición, solamente 16 habrían contribuido en ediciones anteriores.

El contenido de esta edición en español se encuentra distribuido en 11 Secciones las cuales recogen los 65 Capítulos de la obra. Las Secciones son las siguientes: Fisiología de los mecanismos energéticos. – Macronutrientes.- Vitaminas liposolubles. – Vitaminas hidrosolubles. – Minerales y oligoelementos. - Nutrición y ciclo vital. – Fisiología y fisiopatología. – Nutrición y enfermedades crónicas. – Alimentos, nutrición y fisiopatología. – Nutrición internacional. – Temas nuevos en desarrollo. Al final de cada Capítulo se entregan referencias seleccionadas sobre el tema desarrollado. El texto finaliza con un Índice Alfabético de 22 páginas.

Una herramienta de trabajo en extremo útil, esta Octava Edición en español de “Conocimientos actuales sobre nutrición”. En resumen, se trata de un texto de excelencia, con información actual e indispensable para todo profesional, técnico y estudiante vinculado de una u otra forma con las ciencias de la alimentación y de la nutrición.

José Félix Chávez Pérez

## FE DE ERRATAS

En el Número 1, pags. 39-46, del Volumen 53 correspondiente a Marzo de 2003, se publicó el trabajo: LEAN ADOLESCENTS WITH INCREASED RISK FOR METABOLIC SYNDROME de los autores Emperatriz Molero-Conejo, Luz Marina Morales, Virginia Fernández, Xiomara Raleigh, María Esther Gómez, Maritza Semprún-Ferreira, Gilberto Campos y Elena Ryder.

En la primera página debía haber aparecido lo siguiente:

“This study was supported by grants from Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES) and Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT), Venezuela.”

En el mismo Número y Volumen, pags. 59-64, se publicó el trabajo: METALES PESADOS EN AGUA DE BEBEDEROS DE PRESION de los autores Susana I. Segura-Muñoz, Tania M. Beltramini Trevilato, Angela M. M. Takayanagui, Sylvia E. Hering y Palmira Cupo.

Como instituciones participantes deben también incluirse las siguientes:

Laboratorio de Salud Ambiental, Departamento de Enfermería Materno-Infantil y Salud Pública de la Escuela de Enfermería de Ribeirao Preto, Universidad de San Paulo, Brasil.

# INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1965 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de revisión, editoriales, conferencias y simposia y trabajos científicos originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, ciencia y tecnología de alimentos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición y microbiología de alimentos.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados para ser publicados y se reserva el derecho de no publicar los originales que no se ajusten a los lineamientos de la revista. No se devolverán originales ni se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados. ALAN se reserva los derechos de reproducción de los artículos seleccionados.

ALAN se acoge a las normas de los requisitos uniformes del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM), también conocido como el Grupo de Vancouver, en su quinta edición (1997) de los requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas (1). A continuación se reproduce esta publicación y se añaden algunas recomendaciones específicas, para ALAN.

## Requisitos para la presentación de manuscritos a una revista

### Resumen de los requisitos técnicos

- Todas las partes del manuscrito estarán a doble espacio.
- Cada sección o componente comenzará en página nueva.
- Revise la secuencia: página del título, resumen y palabras clave, texto agradecimientos, referencias, cuadros (cada uno en página aparte), pies e epígrafes de las ilustraciones.
- Las ilustraciones se presentaran en forma de impresiones fotográficas sin tomar, y no deberán exceder de 203 x 254 mm.
- Incluya la autorización para reproducir material publicado con anterioridad o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a los sujetos humanos.
- Adjunte la transferencia de los derechos de autor y otros formularios.
- Presente el número exigido de copias impresas del artículo (ALAN exige original y 3 copias).
- Guarde copias de todo lo que envíe.

### Preparación del manuscrito

El texto de los artículos de observación y experimentales se divide generalmente, aunque no por fuerza, en secciones que llevan estos encabezamientos: introducción, métodos, resultados y discusión. En los artículos largos puede ser necesario agregar subtítulos dentro de estas secciones, sobre todo en las de resultados y discusión, a fin de hacer más claro el contenido. Es probable que otro tipo de artículos -como los informes de casos, las revisiones y los editoriales- exijan otra estructura. Para mayor orientación, los autores deberán consultar la revista en la que pretenden publicar.

Mecanografíese el manuscrito en papel bond blanco de 216 x 280 mm o de la medida estándar ISO A4 (212 x 297 mm), con márgenes de por lo menos 25mm (ALAN prefiere la medida de 216 x 280 mm). Escríbase o imprímase solamente sobre una cara del papel. Utilícese doble espacio a lo largo de todo el manuscrito, incluido la página del título, el resumen, el texto los agradecimientos, las referencias, cada uno de los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones. Numérense las páginas en forma consecutiva, empezando por las del título. Sobre el ángulo superior o inferior derecho de cada página anótese el número que le corresponde.

### Página del título

La primera página contendrá: 1) el título del artículo, que será conciso pero informativo; 2) nombre de pila preferido y apellidos de cada autor, acompañados de sus grados académicos más importantes y su afiliación institucional; 3) nombre del departamento o departamentos y la institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo; 4) declaraciones de descargo de responsabilidad, si las hay; 5) nombre y dirección del autor que se ocupará de la correspondencia relativa al manuscrito; 6) nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de separatas, o nota informativa de que los autores no las proporcionarán; 7) procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo, medicamentos o todo ello; y 8) título abreviado (titulillo) que no pase de 40 pulsaciones (contando caracteres y espacios), el cual se colocará, debidamente identificado como tal, en la última línea de la página inicial.

### Autoría

Todas las personas designadas como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para tener derecho a la autoría. Cada autor

---

(1) Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas. Rev Panam Salud Pública. Pan-Am J Pub Health. 1998;3(3):188-1998.

debe haber participado en el trabajo en grado suficiente para asumir responsabilidad pública por su contenido. Para concederle a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial por lo que se refiere a los siguientes aspectos: 1) la concepción y el diseño o bien el análisis y la interpretación de los datos; 2) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y 3) la aprobación final de la versión que será publicada. Las tres condiciones tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica el crédito de autor. Tampoco basta con ejercer la supervisión general del grupo de investigación. Toda parte del artículo que sea decisiva con respecto a las conclusiones principales deberá ser responsabilidad de por lo menos uno de los autores. Los directores de revistas podrán solicitar a los autores que describan la contribución de cada uno; esa información puede ser publicada.

Cada vez es más común que los ensayos multicéntricos se atribuyan a un autor corporativo. Todos los miembros del grupo que sean designados como autores, ya sea en la línea destinada al nombre de los autores a continuación del título o en una nota a pie de página, deberán cumplir plenamente con los requisitos de requisitos de autoría recién señalados. Los miembros del grupo que no cumplan con dichos criterios serán mencionados, con su autorización, en la sección de agradecimientos o en un apéndice (véase "Agradecimientos").

El orden en que figuran los autores debe reflejar una decisión conjunta de estos. Como los autores se suelen enumerar de distintas maneras, el significado del orden en que aparecen no puede deducirse con exactitud a menos que ellos mismos lo enuncien explícitamente. Para tal efecto, tal vez deseen agregar, en una nota a pie de página, la explicación sobre el orden de enumeración. Al decidir acerca de dicho orden, los autores tendrán presente que muchas revistas imponen un límite al número de autores que figuran en el índice de materias y que, cuando hay más de 25 autores, la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos incluye en MEDLINE tan solo los nombres de los 24 primeros más el del último.

### Resumen y palabras clave

La segunda página incluirá un resumen que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. En él indicaran los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (selección de los sujetos o los animales de laboratorio incluidos en el estudio; métodos de observación y análisis); los hallazgos más importantes (proporcionense datos específicos y, de ser posibles, su significación estadística), y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio o las observaciones.

A continuación del resumen agréguese, debidamente rotuladas, de 3 a 10 palabras o frases cortas clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo, las cuales se publicarán junto con el resumen. Utilícense para este propósito los términos de la lista "Medical Subject Headings" (MeSH) [Encabezamientos de temas médicos] del Index Medicus; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en dicha lista, podrán usarse las expresiones corrientes. ALAN exige que todo trabajo deberá acompañarse de un Resumen en inglés con sus palabras clave, "key words", si el trabajo original fuese en español, portugués o francés. Si el trabajo original es en inglés, el Resumen debe presentarse en español,

igualmente con sus palabras clave.

### Introducción

Expresa el propósito del artículo y resume el fundamento lógico del estudio u observación. Menciones las referencias estrictamente pertinentes y no incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

### Métodos

Describa claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique la edad, el sexo y otras características importantes de los sujetos. La definición y la pertinencia de la raza o el grupo étnico son ambiguos. Los autores deberán ser particularmente cuidadosos con respecto a usar estas categorías.

Identifique los métodos, los aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y los procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véase más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o que han sido sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos los medicamentos y productos químicos utilizados, sin olvidar nombres genéricos, dosis y vías de administración.

Los informes de ensayos clínicos aleatorizados deberán presentar información sobre todos los elementos importantes del estudio, como son el protocolo (población de estudio, intervenciones o exposiciones, resultados y el fundamento lógico del análisis estadístico), asignación de intervenciones (métodos de aleatorización, ocultamiento de la asignación a los grupos de tratamiento) y método de enmascaramiento (método ciego).

Los autores que presenten manuscritos de revisión incluirán una sección en la que se describan los métodos utilizados para localizar, seleccionar, extraer y sintetizar los datos. Estos métodos se mencionarán también en forma sinóptica en el resumen.

**Ética.** Cuando informe sobre experimentos en seres humanos, señale si los procedimientos seguidos estuvieron de acuerdo con las normas éticas del comité (institucional o regional) que supervisa la experimentación en seres humanos o con la Declaración de Helsinki de 1975, modificada en 1983. No utilice el nombre de los pacientes, sus iniciales ni los códigos hospitalarios, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas de la institución, las de un consejo nacional de investigación o cualquier ley nacional acerca del cuidado y el uso de animales de laboratorio.

**Estadística.** Describa los métodos estadísticos con detalles suficientes para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos originales pueda verificar los resultados presentados. Siempre que sea posible, cuantifique los resultados y preséntelos con indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición

(por ej., intervalos de confianza). No dependa exclusivamente de las pruebas de comprobación de hipótesis estadísticas, tales como el uso de los valores P, que no transmiten información cuantitativa importante. Analice la elegibilidad de los sujetos de experimentación. Proporcione los detalles del proceso de aleatorización. Describa los medios utilizados para enmascarar las observaciones (método ciego), indicando los resultados que dieron. Informe sobre las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones. Mencione las pérdidas de sujetos de observación (por ej., las personas que abandonan un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y los métodos estadísticos utilizados serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), y no de los artículos originales donde se describieron por vez primera. Especifique cualquier programa de computación de uso general que se haya empleado. Las descripciones generales de los métodos utilizados deben aparecer en la sección de métodos. Cuando resuma los datos en la sección de resultados, especifique los métodos estadísticos que se emplearon para analizarlos. Limite el número de cuadros y figuras al mínimo necesario para explicar el tema central del artículo y para evaluar los datos en que se apoya. Use gráficas en vez de cuadros subdivididos en muchas partes; no duplique los datos en las gráficas y los cuadros. Evite el uso no técnico de términos de la estadística, tales como «al azar» (que entraña el empleo de un método de aleatorización), «normal», «significativo», «correlaciones» y «muestra». Defina los términos, las abreviaturas y la mayor parte de los símbolos estadísticos.

### Resultados

En el texto, los cuadros y las ilustraciones, presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto todos los datos de los cuadros ni de las ilustraciones; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes.

### Discusión

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita con pormenores los datos u otra información ya presentados en las secciones de introducción y de resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los hallazgos y sus limitaciones, incluidas sus implicaciones para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes.

Establezca el nexo entre las conclusiones y los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. En particular, los autores evitarán hacer afirmaciones sobre los beneficios y los costos económicos, a menos que su manuscrito incluya datos y análisis económicos. No reclame ningún tipo de precedencia ni mencione trabajos que no estén terminados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales. Cuando sea apropiado, puede incluir recomendaciones.

### Agradecimientos

En un lugar adecuado del artículo (como nota al pie de la primera

página o como apéndice del texto; véanse los requisitos de la revista) uno o varios enunciados especificarán lo siguiente: 1) las colaboraciones que deben ser reconocidas pero que no justifican la autoría, tales como el apoyo general del jefe del departamento; 2) el reconocimiento por la ayuda técnica recibida; 3) el agradecimiento por el apoyo financiero y material, especificando la índole del mismo; y 4) las relaciones que puedan suscitar un conflicto de intereses (véase «Conflicto de intereses»).

Las personas que colaboraron intelectualmente en el artículo pero cuya participación no justifica la autoría pueden ser citadas por su nombre, añadiendo su función o tipo de colaboración; por ejemplo, «asesoramiento científico», «examen crítico de la propuesta para el estudio», «recolección de los datos» o «participación en el ensayo clínico». Estas personas tendrán que conceder su permiso para ser nombradas. Los autores se responsabilizarán de obtener la autorización por escrito de las personas mencionadas por su nombre en los agradecimientos, pues los lectores pueden inferir que estas respaldan los datos y las conclusiones.

El reconocimiento por la ayuda técnica recibida figurará en un párrafo separado de los testimonios de gratitud por otras contribuciones.

### Referencias

Numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez en el texto. En este, en los cuadros y en los pies o epígrafes de las ilustraciones, las referencias se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias citadas solamente en cuadros o ilustraciones se numerarán siguiendo una secuencia que se establecerá por la primera mención que se haga en el texto de ese cuadro o esa figura en particular.

Emplee el estilo de los ejemplos que aparecen más adelante, los cuales están basados en el formato que la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos usa en el *Index Medicus*. Abrevie los títulos de las revistas de conformidad con el estilo utilizado en dicha publicación. Consulte la *List of Journals Indexed in Index Medicus* [Lista de revistas indizadas en *Index Medicus*], que se publica anualmente como parte del número de enero y como separata. La lista se puede obtener asimismo en el sitio que la biblioteca mantiene en la World Wide Web (<http://www.nlm.nih.gov>).

Absténgase de utilizar los resúmenes como referencias. Las referencias a artículos que han sido aceptados pero que todavía no se publican se designarán como «en prensa» o «de próxima aparición»; los autores obtendrán por escrito el permiso para citar dichos artículos y también la verificación de que han sido aceptados para publicación. La información proveniente de manuscritos presentados para publicación pero aún no aceptados se citará en el texto como «observaciones inéditas», con el permiso correspondiente de la fuente.

No cite una «comunicación personal» a menos que aporte información esencial que no pueda obtenerse de una fuente pública; en ese caso, el nombre de la persona y la fecha de la comunicación aparecerán entre paréntesis en el texto. En el caso de artículos científicos, los autores deberán obtener el permiso de la fuente y su confirmación de la exactitud de la comunicación personal, ambos

por escrito. Los autores verificarán las referencias cotejándolas contra los documentos originales.

El estilo de los requisitos uniformes (estilo de Vancouver) se basa en gran medida en una norma de estilo ANSI adaptada por la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) para sus bases de datos. En los ejemplos que siguen se han agregado notas cuando el estilo de Vancouver difiere del estilo que actualmente utiliza la NLM.

**Artículos de revista**

*1. Artículo de revista ordinario*

Enumere los primeros seis autores y añada la expresión «et al.» (Nota: La NLM incluye ahora hasta 25 autores; si hay más de 25, enumera los primeros 24, continuación el último autor y luego agrega «et al.»)

Vega KJ, Pina I, Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreatobiliary disease. *Ann Intern Med* 1996 Jun 1;124(11):980-3.

Optativamente, si se utiliza la paginación continua a lo largo de un volumen (como hacen muchas revistas médicas), se pueden omitir el mes y el número.

(Nota: Para respetar la uniformidad, en todos los ejemplos que se presentan en los requisitos uniformes se aplica esta opción. La NLM, sin embargo, no usa dicha opción.)

Vega KJ, Pina I, Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreatobiliary disease. *Ann Intern Med* 1996;124:980-3.

*Más de seis autores:*

Parkin DM, Clayton D, Black Rj, Masuyer E, Friedl HP, Ivanov E, et al. Childhood leukaemia in Europe after Chernobyl: 5 year follow-up. *Br J Cancer* 1996;73:1006-12.

*2. Organización como autor*

The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. *Med J Aust* 1996;164:282-4.

*3. No se indica el nombre del autor*

Cancer in South Africa [editorial]. *S Afr Med J* 1994;84:15.

*4. Artículo en idioma extranjero (2)*

(Nota: La NLM traduce el título al inglés, lo encierra entre corchetes y le agrega la abreviatura correspondiente al idioma original.)

Ryder TE, Haukeland EA, Solhaug JH. Bilateral infrapatellar seneruptur hos tidligere frisk kvinne. *Tidsskr Nor Laegeforen* 1996; 116:41-2.

*5. Suplemento de un volumen*

Shen HM, Zhang QF. Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. *Environ Health Perspect* 1994;102 Suppl 1:275-82.

*6. Suplemento de un número*

Payne DK, Sullivan MD, Massie Mj. Women's psychological reactions to breast cancer. *Semin Oncol* 1996;23(1 Suppl 2): 89-97.

*7. Parte de un volumen*

Ozben T, Nacitarhan S, Tuncer N. Plasma and urine sialic acid in non-insulin dependent diabetes mellitus. *Ann Clin Biochem* 1995;32(Pt 3):303-6.

*8. Parte de un número*

Poole GH, Mills SM. One hundred consecutive cases of flap lacerations of the leg in ageing patients. *N Z Med J* 1994;107(986 Pt 1):377-8.

*9. Número sin volumen*

Turan I, Wredmark T, Fellander-Tsai L. Arthroscopic ankle arthrodesis in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1995;(320): 110-4.

*10. Sin número ni volumen*

Browell DA, Lennard TW. Immunologic status of the cancer patient and the effects of blood transfusion on antitumor responsos. *Curr Opin Gen Surg* 1993:325-33.

*11. Paginación en números romanos*

Fisher GA, Sikic BI. Drug resistance in clinical oncology and hematology. Introduction. *Hematol Oncol Clin North Am* 1995 Apr;9(2):xi-xii.

*12. Indicación del tipo de artículo, según corresponda*

Enzensber er W, Fischer PA. Metronome in Parkinson,s disease [carta]. *Lancet* 1996;347:1337.  
 Clement J, De Bock R. Hematological complications of hantavirus nephropathy (HVN) [resumen]. *Kidney Int* 1992;42:1285.

*13. Artículo que contiene una retractación*

Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. Ceruloplasmin

---

(2) Evidentemente "extranjero" se entiende aquí en relación con el idioma inglés, pues los ejemplos de referencia bibliográfica se han trasladado directamente del original, sin adaptarlos (N. Del t.).

gene defect associated with epilepsy in EL mice [retractación de Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. En: Nat Genet 1994;6:426-31]. Nat Genet 1995;11: 104.

#### 14. Artículo retirado por retractación

Liou GI, Wang M, Matragoon S. Precocious IRBP gene expression during mouse development [retirado por retractación en Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:3127]. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:1083-8.

#### 15. Artículo sobre el que se ha publicado una fe de erratas

Hamlin JA, Kahn AM. Herniography in symptomatic patients following inguinal hernia repair [se publica una fe de erratas en West J Med 1995;162:278]. West j Med 1995; 162:28-31.

#### Libros y otras monografías

(Nota: Con anterioridad, el estilo de Vancouver indicaba, incorrectamente, que entre la editorial y la fecha debía ir una coma en vez de punto y coma, como debe ser.)

#### 16. Individuos como autores

Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership. skills for nurses. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996.

#### 17. Directores ("editores"), compiladores como autores

Norinan JJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996.

#### 18. Organización como autor y editorial

Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medicaid program. Washington: The Institute; 1992.

#### 19. Capítulo de libro

(Nota: Con anterioridad, el estilo de Vancouver prescribía el uso de dos puntos en vez de la letra p antes de las páginas.)

Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. En: Laragh JH, Brenner BM, editors. Hypertension: pathophysiology, diagnosis, and management. 2nd ed. New York: Raven Press; 1995. p. 465-78.

#### 20. Actas de conferencias

Kimura j, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology, Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

#### 21. Artículo presentado en una conferencia

Bengtsson S, Tolheim BG. Enforcement of data protection, privacy

and security in medical informatics. En: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Rienhoff O, editors. MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics; 1992 Sep 6-10; Geneva, Switzerland. Amsterdam: North-Holland; 1992. p. 1561-5.

#### 22. Informe científico o técnico

Publicado por la institución financiadora o patrocinadora:  
Smith P, Golladay K. Payment for durable medical equipment billed during skilled nursing facility stays. Final report. Dallas (TX): Dept. of Health and Human Services (US), Office of Evaluation and Inspections; 1994 Oct. Report No.: HHSIGOE169200860.

Publicado por la institución ejecutora:

Field MjJ Tranquada RE, Feasley JC, editors. Health services research: work force and educational issues. Washington: National Academy Press; 1995. Contract No.: AHCPR282942008. Sponsored by the Agency for Health Care Policy and Research.

#### 23. Tesis doctoral

Kaplan SJ. Post-hospital home health care: the elderly's access and utilization [tesis doctoral]. St. Louis (MO): Washington Univ.; 1995.

#### 24. Patente

Larsen CE, Trip R, Johnson CR, inventors; Novoste Corporation, titular. Methods for procedures related to the electrophysiology of the heart. US patent 5,529,067. 1995 jun 25.

#### Otros trabajos publicados

#### 25. Artículo de periódico

Lee C. Hospitalizations tied to ozone pollution: study estimates 50,000 admissions annually. The Washington Post 1996 Jun 21; Sect. A:3 (col. 5).

#### 26. Material audiovisual

HIV+/AIDS: the facts and the future [videocassette]. St. Louis (MO): Mosby-Year Book; 1995.

#### 27. Documentos legales

Ley pública:  
Preventive Health Amendments of 1993, Pub. L. No. 103-183, 107 Stat. 2226 (Dec. 14, 1993).

Proyecto de ley sin sancionar:  
Medical Records Confidentiality Act of 1995, S. 1360, 104th Cong., 1st Sess. (1995).

Código de normas federales:  
Informed Consent, 42 C.F.R. Sect. 441.257 (1995).

**Audiencia:**

Increased Drug Abuse: the Impact on the Nation's Emergency Rooms: Hearings Before the Subcomm. on Human Resources and Intergovernmental Relations of the House Comm. on Government Operations, 103rd Cong., 1st Sess. (May 26,1993).

**28. Mapa**

North Carolina. Tuberculosis rates per 100,000 population, 1990 [mapa demográfico]. Raleigh: North Carolina Dept. of Environment, Health, and Natural Resources, Div. of Epidemiology; 1991.

**29. Libro de la Biblia**

The Holy Bible. King James version. Grand Rapids (MI): Zondervan Publishing House; 1995. Ruth 3:1-18.

**30. Diccionarios y obras de consulta semejantes**

Stedman's medical dictionary. 26th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. Apraxia; p.119-20.

**31. Obras clásicas**

The Winter's Tale: act 5, scene 1, lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. London: Rex; 1973.

**Trabajos inéditos****32. En prensa**

(Nota: La NLM prefiere referirse a estos trabajos como «en preparación» [forthcoming] porque no todos se publicarán impresos.)

Leshner AI. Molecular mechanisms of cocaine addiction. N Engl J Med. En prensa 1996.

**Material en soporte electrónico****33. Artículo de revista en formato electrónico**

Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis [publicación periódica en línea] 1995 jan-mar [citada 1996 jun 51;1(1):24 pantallas]. Se consigue en: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>

**34. Monografía en formato electrónico**

CDI, clinical dermatology illustrated [monografía en CD-ROM]. Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2nd ed. Version 2.0. San Diego: CMEA; 1995.

**35. Fichero de computadora**

Hemodynamics 111: the ups and downs of hemodynamics [programa de computadora]. Version 2.2. Orlando (FL): Computerized

Educational Systems; 1993.

**Cuadros**

Mecanografía o imprima cada cuadro a doble espacio y en hoja aparte. No presente los cuadros en forma de impresiones fotográficas. Numérelos consecutivamente siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto, y asigne un título breve a cada uno. Cada columna llevará un encabezamiento corto o abreviado. Las explicaciones irán como notas al pie y no en el encabezamiento. En las notas al pie se explicarán todas las abreviaturas no usuales empleadas en cada cuadro. Como llamadas para las notas al pie, utilícese los símbolos siguientes en la secuencia que se indica: \*, †, ‡, ††, †††.

Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como la desviación estándar y el error estándar de la media.

No trace líneas horizontales ni verticales en el interior de los cuadros. Cerciórese de que cada cuadro aparezca citado en el texto.

Si incluye datos publicados o inéditos provenientes de otra fuente, obtenga la autorización necesaria para reproducirlos y conceda el reconocimiento cabal que corresponde. Incluir un número excesivo de cuadros en relación con la extensión del texto puede ocasionar dificultades al confeccionar las páginas. Examine varios números recientes de la revista a la que planea presentar el artículo y calcule cuántos cuadros pueden incluirse por cada millar de palabras de texto. Al aceptar un artículo, el director podrá recomendar que los cuadros suplementarios que contienen datos de respaldo importantes, pero que son muy extensos para publicarlos, queden depositados en un servicio de archivo, como el Servicio Nacional de Publicaciones Auxiliares en los Estados Unidos, o que sean proporcionados por los autores a quien lo solicite. En tal caso, se agregará en el texto la nota informativa necesaria. Dichos cuadros se presentarán junto con el artículo para su consideración.

**Ilustraciones (figuras)**

Envíe los juegos completos de figuras en el número requerido por la revista. Las figuras estarán dibujadas y fotografiadas en forma profesional; no se aceptarán los letreros trazados a mano o con máquina de escribir. En lugar de los dibujos, radiografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones fotográficas en blanco y negro, bien contrastadas, en papel satinado y que midan 127 x 173 mm, sin exceder de 203 x 254 mm. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las ilustraciones; tendrán, además, un tamaño suficiente para que sigan siendo legibles incluso después de la reducción necesaria para publicarlos. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en los pies o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones.

Al reverso de cada figura pegue una etiqueta de papel que lleve anotados el número de la figura, el nombre del autor y cuál es la parte superior de la misma. No escriba directamente sobre el dorso de las figuras ni las sujete con broches para papel, pues quedan marcadas. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre cartón.

Las fotomicrografías incluirán en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usados en estas deberán contrastar claramente con el fondo.

Si se usan fotografías de personas, estas no deberán ser identificables; de lo contrario, habrá que anexar un permiso por

escrito para poder utilizarlas.

Las figuras se numerarán en forma consecutiva de acuerdo con su primera mención en el texto. Si la figura ya fue publicada, se reconocerá la fuente original y se presentará la autorización por escrito que el titular de los derechos de autor concede para reproducirla. Este permiso es necesario, independientemente de quién sea el autor o la editorial; la única salvedad son los documentos considerados como de dominio público.

#### **Pies o epígrafes de las ilustraciones**

Los pies o epígrafes de las ilustraciones se mecanografiarán o imprimirán a doble espacio, comenzando en hoja aparte e identificándolos con los números arábigos correspondientes. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para referirse a ciertas partes de las ilustraciones, será preciso identificar y aclarar el significado de cada uno en el pie o epígrafe. En las fotomicrografías habrá que explicar la escala y especificar el método de tinción.

#### **Unidades de medida**

Las medidas de longitud, talla, *peso* y volumen se expresarán en unidades del sistema métrico decimal (metro, kilogramo, litro, etc.) o sus múltiplos y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores

de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

#### **Abreviaturas y símbolos**

Utilice únicamente abreviaturas corrientes. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura en el texto, irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

#### **Envío del manuscrito a la revista**

Envíe por correo el número requerido de copias del manuscrito en un sobre de papel resistente; si es necesario, proteja las copias y las figuras metiéndolas entre dos hojas de cartón para evitar que las fotografías se doblen. Meta las fotografías y transparencias en su propio sobre de papel resistente.

Los manuscritos irán acompañados de una carta de envío firmada por todos los coautores.

## INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 53-2003

<b>EDITORIAL</b> .....	225
 <b>ARTICULOS GENERALES</b>	
<b>El subsidio a la tortilla en México: ¿un programa nutricional e económico?</b> Teresa Shamah Levy, Abelardo Avila Curiel, Lucía Cuevas Nasu, Adolfo Chávez Villasana, Marco Antonio Avila Arcos, Carlota Fernández Mendoza.....	5
<b>Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos</b> Eliana B Giuntini, Franco M. Lajolo, Elizabete W. de Menezes.....	14
<b>El efecto quimioprotector del té y sus compuestos</b> Elvira Gonzáles de Mejía.....	111
<b>Metabolismo del hierro: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial</b> Jose Boccio, Jimena Salgueiro, Alexis Lysionek, Marcela Zubillaga, Cinthia Goldman, Ricardo Weill y Ricardo Caro.....	119
<b>Seguridad alimentaria y nutricional en un espacio de riesgo para la malaria</b> Valentina Guzmán, Adriana María Correa, Jaime Carmona-Fonseca y Silvia Blair.....	227
<b>Revisión: Alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche</b> Eryck R. Silva Hernández y Iñigo Verdalet Guzmán.....	333
<b>Leguminosas germinadas y fermentadas: Alimentos o ingredientes de alimentos funcionales</b> Marbelly A. Dávila, Elba Sangronis y Marisela Granito.....	348
<b>Deficiência da vitamina A e associações clínicas: Revisão</b> Patricia El Beitune, Geraldo Duarte, Edson Nunes de Moraes, Silvana Maria Quintana, Hélio Vannucchi.....	355
 <b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Nutrición Humana</b>	
<b>Deficiencias de hierro y de vitamina A y prevalencia de anemia en niños de 6 a 24 meses de edad en Chaco, Argentina</b> María del Carmen Morasso, Julia Molero, Pablo Vinocur, Luis Acosta, Nilda Paccussi, Susana Raselli, Graciela Falivene, Fernando E. Viteri.....	21
<b>Anemias nutricionales en mujeres lactantes de Costa Rica</b> Blanco A., Rodríguez S., Cunningham L.....	28
<b>Prevalence of nutritional deficiencies in Mexican adolescent women with early and late prenatal care</b> Esther Casanueva, Julieta Jiménez, Carlos Meza-Camacho, Mónica Mares, Luis Simon.....	35
<b>Evaluación dietética de adolescentes embarazadas durante el primer, segundo y tercer trimestre</b> Evelyn Peña, Armando Sánchez, Zulay Portillo y Liseti Solano.....	133
<b>Perfil de riesgo nutricional en la adolescente embarazada</b> Evelyn Peña, Armando Sánchez y Liseti Solano.....	141
<b>Estado de la nutrición de folato, vitamina B12 y hierro en adolescentes embarazadas</b> María Adela Barón, Liseti Solano, Evelyn Peña, Alba Morón.....	150
<b>Perfil de aminoácidos plasmáticos en adolescentes saludables embarazadas de Maracaibo, Venezuela</b> Pablo Ortega, Haydée V. Castejón, María G., Argotte, Gisela Gómez, Lissette Bohórquez, Jesús R. Urrieta,..	157
<b>Interactions among indicators of B8, B2 B6, and vitamin C status in university students</b> Avila AV, Liuzzi JP, Cioccia AM and Hevia P.....	238

<b>Determinantes dietéticos da ingestão alimentar e efeito na regulação do peso corporal</b>	
Luciana Neri Nobre, Josefina Bressan Resende Monteiro.....	243
<b>Selección del predictor mas adecuado para estimar la contextura en un grupo de adultos mayores institucionalizados y de vida libre en Venezuela. (Estudio Preliminar)</b>	
Rosa Hernández y Yolanda H. De Valera.....	251
<b>Estado de vitamina A en adolescentes embarazadas venezolanas de bajo estrato socioeconómico</b>	
María Adela Barón, Daisy Llovera, Liseti Solano y Evelyn Peña.....	364
<b>Relación entre la antropometría materna y la ganancia de peso gestacional con el peso de nacimiento, riesgos de bajo peso, bajo peso para la edad gestacional y prematurez en una población de Buenos Aires</b>	
Carlos A. Grandi.....	369
<b>Exceso de peso y su relación con presión arterial alta en escolares y adolescentes de Medellín, Colombia</b>	
Rosa Magdalena Uscátegui Peñuela, Jaime Alberto Pérez Giraldo, Juan Carlos Aristizábal Rivera, Jesús Antonio Camacho Pérez.....	376
<b>Nutrición Experimental</b>	
<b>Compararison of serum concentration and dietary intake of <i>a</i>-tocopherol in a sample of urban and rural Costa Rican adolescents</b>	
Rafael Monge-Rojas, Thelma Alfaro Calvo, Hilda Núñez Rivas.....	165
<b>Comparación de los resultados de dos métodos de encuestas alimentarias</b>	
Carmen Urtega Ribbeck, Anna Christina Pinheiro Fernandes, Eduardo Atalah Samur.....	172
<b>Nutrición Infantil</b>	
<b>Recuperación nutricional de niños con desnutrición leve y moderada según dos modalidades de atención: seminternado y ambulatoria</b>	
Mariana Mariño E., José Martínez L., Arelis Azuaje.....	258
<b>Deficiencia de vitamina A en niños preescolares: ¿un problema reemergente en Costa Rica?</b>	
Damaris Carvajal Fernández, Telma Alfaro Calvo, Rafael Monge Rojas.....	267
<b>Bioquímica Nutricional</b>	
<b>Lean adolescents with increased risk for metabolic syndrome</b>	
Emperatriz Molero-Conejo, Luz Marina Morales, Virginia Fernández, Xiomara Raleigh, María Esther Gómez, Maritza Semprún-Fereira, Gilberto Campos, Elena Ryder.....	39
<b>Efeito de um novo produto fermentado de soja sobre os lípides séricos de homens adultos normocolesterolêmicos</b>	
Elizeu Antonio Rossi, Regina Célia Vendramini, Iracilda Zeppone Carlos, Mauricio Gonçalves de Oliveira, Graciela Font de Valdez.....	45
<b>Efecto del nivel de calcio de la dieta consumida durante gestación y lactancia sobre el zinc en sangre y hueso, en ratas</b>	
Adriana Weisstaub, Susana Zeni, Patricia de Ferrer, y María Luz de Portela.....	178
<b>Efecto de la suplementación con cobre sobre los valores de presión arterial en pacientes con hipertensión moderada estable</b>	
Alarcón OM, Guerrero Y, Ramírez de Fernández M., D'Jesús I., Burguera M., Burguera JL y Di Bernardo ML. ....	271
<b>Nutrición y Salud Pública</b>	
<b>Diversidad alimentaria y factores asociados en beneficiarios de 77 multihogares de cuidado diario: región central de Venezuela</b>	
Jennifer Bernal Rivas y Paulina Lorenzana Albert.....	52

**Metales pesados en agua de bebederos de presión**

- Susana I. Segura-Muñoz, Tânia M Beltramini Trevilato, Angela M. M. Takayanagui, Sylvia E. Hering,  
Palmira Cupo..... 59

**Microbiología de Alimentos****Efecto del horno de microondas sobre el crecimiento y sobrevivencia de *Escherichia coli* 0157:H7 inoculada en tortas de carne de res**

- Oscar Quesada, María Laura Arias y Carolina Chaves..... 65

**Quantificação de *Listeria monocytogenes* em salames fatiados embalados a vácuo**

- Ricardo Ichiro Sakate, Lina Casale Aragon, Fernanda Raghianti, Mariza Landgraf, Bernadette D.G.M.,  
Franco, María Teresa Destro..... 184

**Microbiological contamination of enteral feeding solutions used in Costa Rican Hospitals**

- María Laura Arias, Rafael Monge y Carolina Chávez..... 277 277

**Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth)**

- Mario José Moreno Alvarez, Nathaly Girán, Karla Serrano, David García y Douglas R. Belén Camacho..... 282

**Calidad microbiológica y efecto del lavado y desinfección en vegetales pretrozados expendidos en Chile**

- Luis López V., José Romero R. Y Francisco Duarte F..... 383

**Presencia de *Escherichia coli* 0157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella spp.* en alimentos de origen animal en Costa Rica**

- Alejandra Reuben, Hellen Treminio, María Laura Arias, Y Carolina Chávez..... 389

**Ciencia de Alimentos****Evaluación nutricional y almacenamiento acelerado a 37°C de mezclas de frejol y maíz fritos**

- Ana María Estévez, Berta Escobar, Isabel Zacarias María de la Luz Hurtado..... 70

**Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano**

- Emma Wittig de Penna, Paula Avendaño, Delia Soto, Andrea Bunger..... 74

**Ebony (*Phitecellobium flexicaule* Beth) and proteins fractionation, solubilization, characterization and production of an isolate**

- Mario R. González-Quijada, María Guadalupe Alanis-Guzmán and Sergio O. Serna-Saldiviar..... 84

**Efecto de tratamientos térmicos sobre las características químicas de carne de jaiba mora (*Homolaspis plana*)**

- Vilma Quitral Robles, Lilian Abugoch J., Julia Vinagre L., Abel Guarda M., M<sup>a</sup> Angélica Larraín B.,  
Gabriela Santana R..... 90

**Cambios físico-químicos del almidón durante la nixtamalización del maíz en variedades con diferente dureza de grano**

- Salinas Moreno Y., Herrera Corredor J.A., Castillo Merino J. y Pérez Herrera, P..... 188

**Producción y caracterización parcial de  $\beta$ -galactosidasa de *Kluyveromyces lactis* propaga en suero de leche desproteínizado**

- Alejandra O. Ramírez Matheus y Nilo Rivas R..... 194

**Eficacia y estabilidad del proceso de amonificación como tecnología de descontaminación de aflatoxina B1 en arroz (*Oriza sativa*)**

- Félix Rafael Millán Trujillo y Amaury José Martínez Yépez..... 287

**Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad *in vitro* de proteínas y almidón en harinas de *Canavalia ensiformis***

- Nelson C. Zamora..... 293

**Avaliação de método enzimico-gravimétrico para a determinação da fibra alimentar em grãos de cereais**

- Leila Picolli da Silva, Maria de Lourdes Santorio Ciocca y Eliana Badiale Furlong..... 393

**Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería**

Mario Villarroel, Carol Acevedo, Enrique Yáñez y Edith Biolley..... 400

**Tecnología de Alimentos**

**Elaboración de un queso tipo “cotija” con base de una mezcla de leche y garbanzo (*Cicer arietinum L*)**

Josefina C. Morales de León, Ma. Lorena Cassis Nosthas, Luis Gabriel García Beltrán..... 202

**Desarrollo de una formulación optimizada de mermelada de damasco de bajo contenido calórico utilizando la metodología Taguchi**

Mario Villarroel, Ruth Castro, Julio Junod..... 209

**Estudio de maduración de queso Chanco bajo en grasa elaborado con leche homogeneizada**

Carmen Brito C., Ximena Manríquez A., Luz Haydée Molina C. y Manuel Pinto C..... 299

**LatinFoods. Composición de Alimentos**

**Composición mineral del músculo longissimus crudo derivado de canales bovinas producidas y clasificadas en Venezuela**

Nelson Huerta-Leidenz, Lilia Arenas de Moreno, Oneida Morón-Fuenmayor, Soján Uzcátegui-Bracho ..... 96

**Contenido en algunos nutrientes del alga marina comestible *Monostroma undulatum*, Witrock de la costa patagónica argentina**

Susana Risso, Carlos Escudero, Silvia Esteveo Belchior, María Luz de Portela y María Angélica Fajardo..... 306

**New data on the total lipid, cholesterol and fatty acid composition of raw and grilled beef *longissimus dorsi***

Neura Bragagnolo, Délia B. Rodríguez-Amaya..... 312

**Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina**

Sara Josefina Closa, María C. de Landaeta, Daniel Andérica, Andrés Pinghín, Juan A. Cufre..... 320

**Contenido de yodo en leche de vacuno procedente de la sierra y costa del Perú**

Haydée Cárdenas Quintana, Carlos Gómez Bravo y Eduardo A. Pretell..... 408

**Fibra dietética en frutas cultivadas en Chile**

Nelly Pak D..... 413

**Valor nutritivo y digestibilidad del mote**

Andrea Paula Cravero, María Joaquina Morón Jiménez, Adriana Noemí Ramón..... 418

**NOTAS..... 102,216,425**

**NUEVOS LIBROS..... 217, 426**

**FE DE ERRATAS..... 427**

**NOTAS NECROLOGICAS..... 103**

**INFORMACION PARA LOS AUTORES ..... 104,218,325,428**

**INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 53, 2003 ..... 435**

**INDICE DE AUTORES ..... 439**

**INDICE DE MATERIA ..... 446**

## INDICE POR AUTORES DEL VOLUMEN 53-2003

### A

Abugoch J., Lilian véase Quitral Robles, Vilma .....	90
Acosta, Luis véase Morasso, María del Carmen .....	21
Acevedo, Carol véase Villarroel, Mario .....	400
Alanís-Guzman, María Guadalupe véase González-Quijada, Mario R. ....	84
Alarcón OM.- <b>Efecto de la suplementación con cobre sobre los valores de presión arterial en pacientes con hipertensión moderada estable</b> .....	271
Alfaro Calvo, Thelma véase Carvajal Fernández, Damaris .....	267
Alfaro Calvo, Thelma véase Monge-Rojas, Rafael .....	165
Andérica, Daniel véase Closa, Sara Josefina .....	320
Arenas de Moreno.Lilia véase Huerta-Leidenz, Nelson .....	96
Argotte, María G. véase Ortega, Pablo .....	157
Arias, María Laura.- <b>Microbiological contamination of enteral feeding solutions used in Costa Rican Hospitals</b> .....	277
Arias, María Laura véase Quesada, Oscar .....	65
Arias, María Laura véase Reuben, Alejandra .....	389
Aristizábal Rivera, Juan Carlos véase Uscátegui Peñuela, Rosa Magdalena .....	376
Atalah Samur, Eduardo véase Urtega Ribbeck, Cármen .....	172
Avendaño, Paula véase Wittig de Penna, Emma .....	74
Avila AV. - <b>Interactions among indicators of B1, B2 B6, and vitamin C status in university students</b> .....	238
Avila Arcos, Marco Antonio véase Shamah Levy, Teresa .....	5
Avila Curiel, Abelardo véase Shamah Levy, Teresa .....	5
Azuaje, Arelis véase Mariño E., Mariana .....	258

### B

Badiale Furlong, Eliana véase Picolli da Silva, Leila .....	393
Barón, María Adela.- <b>Estado de la nutrición de folato, vitamina B12 y hierro en adolescentes embarazadas</b> .....	150
Barón, María Adela.- <b>Estado de vitamina A en adolescentes embarazadas venezolanas de bajo estrato socioeconómico</b> .....	364
Belén Camacho, Douglas R. véase Moreno Alvarez, Mario José .....	282
Beltramini Trevilato, Tânia véase Segura-Muñoz, Susana I. ....	59
Bernal Rivas, Jennifer.- <b>Diversidad alimentaria y factores asociados en beneficiarios de 77 multihogares de cuidado diario: región central de Venezuela</b> .....	52
Biolley, Edith véase Villarroel, Mario .....	400
Blair, Silvia véase Guzmán, Valentina .....	227
Blanco A.- <b>Anemias nutricionales en mujeres lactantes de Costa Rica</b> .....	28
Boccio, Jose.- <b>Metabolismo del hierro: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial</b> .....	119
Bohorquez, Lisette véase Ortega Pablo .....	157
Bragagnolo, Neura.- <b>New data on the total lipid, cholesterol and fatty acid composition of raw and grilled beef longissimus dorsi</b> .....	312
Bressan Resende Monteiro, Josefina véase Neri Nobre, Luciana .....	243

Brito C., Carmen.- <b>Estudio de maduración de queso Chanco bajo en grasa elaborado con leche homogeneizada</b> .....	299
Bunger, Andrea véase Wittig de Penna, Emma .....	74
Burguera, J.L. véase Alarcón OM .....	271
Burguera, M. véase Alarcón OM. ....	271

## C

Camacho Pérez, Jesús Antonio véase Uscátegui Peñuela, Rosa Magdalena .....	370
Campos, Gilberto véase Molero-Conejo, Empeatriz .....	39
Caro, Ricardo véase Boccio, José .....	119
Cárdenas Quintana, Haydeé.- <b>Contenido de yodo en leche de vacuno procedente de la sierra y costa del Perú</b> .....	408
Carmona-Fonseca, Jaime véase Guzmán, Valentina .....	227
Carvajal Fernández, Damaris.- <b>Deficiencia de vitamina A en niños preescolares: ¿un problema reemergente en Costa Rica?</b> .....	267
Casale Aragon, Lina véase Ichiro Sakate, Ricardo .....	184
Casanueva, Esther.- <b>Prevalence of nutritional deficiencies in Mexican adolescent women with early and late prenatal care</b> .....	35
Cassis Nosthas, Ma. Lorena véase Morales de León, Josefina C. ....	202
Castejón, Hayée V. véase Ortega, Pablo.....	157
Castillo Merino, J. véase Salinas Moreno Y.....	188
Castro, Ruth véase Villarroel, Mario.....	400
Chávez, Carolina véase Arias, María Laura .....	277
Chávez, Carolina véase Quesada Oscar .....	65
Chávez, Carolina véase Reuben, Alejandra .....	389
Chávez Villasana, Adolfo véase Shamah Levy, Teresa .....	5
Cioccia, AM. véase Avila, AV. ....	238
Closa, Sara Josefina.- <b>Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina</b> .....	320
Correa, Adriana María véase Guzmán, Valentina .....	227
Cuevas Nasu, Lucía véase Shamah Levy, Teresa .....	5
Cravero, Andrea Paula.- <b>Valor nutritivo y digestibilidad del mote</b> .....	418
Cufre, Juan A. véase Closa, Sara Josefina .....	320
Cunningham L. véase Blanco, A. ....	28
Cupo, Palmira véase Segura-Muñoz, Susana I. ....	59

## D

Dávila M., Marbelly A.- <b>Leguminosas germinadas y fermentadas: Alimentos o ingredientes de alimentos funcionales</b> .....	348
Di Bernardo ML. véase Alarcón, OM .....	271
D´Jesús, I. véase Alarcón OM.....	271
Destro, Maria Teresa véase Ichiro Sakate, Ricardo .....	184
Duarte F., Francisco véase López V., Luis .....	383
Duarte, Geraldo véase El Beitune, Patricia .....	355

## E

El Beitune, Patrícia.- <b>Deficiência da vitamina A e associações clínicas específicas</b> .....	355
Escobar, Berta véase Estévez, Ana María .....	70
Escudero, Carlos véase Risso, Susana .....	306
Estevao Belchior, Silvia véase Risso, Susana .....	306

Estévez Ana María.- Evaluación nutricional y almacenamiento acelerado a 37°C de mezclas de frejol y maíz fritos.....	70
--	----

## F

Fajardo, María Angélica véase Risso, Susana .....	306
Falivene, Graciela véase Morasso, María del Carmen.....	21
Fernández, Virginia véase Molero-Conejo, Emperatriz .....	39
Fernández Mendoza, Carlota véase Shamah Levy, Teresa .....	5
Ferrer, Patricia de véase Weisstaub, Adriana .....	178
Font de Valdez, Graciela véase Rossi, Elizeu Antonio .....	47
Franco, Bernadette D.G.M. véase Ichiro Sakate, Ricardo .....	184

## G

García, David véase Moreno Alvarez, Mario José .....	282
García Beltrán, Luis Gabriel véase Morales de León, Josefina C. ....	202
Girán, Nathaly véase Moreno Alvarez, Mario José .....	282
Giuntini, Eliana B. – <b>Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, productos e resíduos</b> .....	14
Goldman, Cinthia véase Boccio, José .....	119
Gómez, Gisela véase Ortega, Pablo.....	157
Gómez, María Esther véase Molero-Conejo, Emperatriz .....	39
Gómez Bravo, Carlos véase Cárdenas Quintana, Haydeé.....	408
Gonçalves de Oliveira, Maurício véase Rossi, Elizeu Antonio.....	47
González de Mejía, Elvira.- <b>El efecto quimioprotector del té y sus compuestos</b> .....	111
González-Quijada, Mario R.- <b>Ebony (<i>Phitecellobium fléxicaule Benth</i>) and proteins fractionation, solubilization, characterization and production of a isolate</b> .....	84
Grandi, Carlos A.- <b>Relación entre la antropometría materna y la ganancia de peso gestacional con el peso de nacimiento, y riesgos de bajo peso, bajo peso para la edad gestacional y prematuréz en una población urbana de Buenos Aires</b> .....	369
Granito, Marisela véase Dávila M., Marbelly A. ....	348
Guarda M. Abel véase Quitral Robles, Vilma .....	90
Guerrero, Y. véase Alarcón, OM .....	271
Guzmán, Valentina.- <b>Seguridad alimentaria y nutricional en un espacio de riesgo para la malaria</b> .....	227

## H

Herrera Corredor, J.A. véase Salinas Moreno Y. ....	188
Hering, Sylvia E. véase Segura -Muñoz, Susana I. ....	59
Hernández, Rosa.- <b>Selección del predictor mas adecuado para estimar la contextura en un grupo de adultos mayores institucionalizados y de vida libre en Venezuela. (Estudio Preliminar)</b> .....	251
Hevia, P. véase Avila AV. ....	238
Huerta-Leidenz, Nelson.- <b>Composición mineral del músculo <i>longissimus</i> crudo derivado de canales bovinas producidas y clasificadas en Venezuela</b> .....	96
Hurtado, María de la Luz véase Estévez, Ana María .....	70

## I

Ichiro Sácate, Ricardo.- <b>Quantificação de <i>Listeria monocytogenes</i> em salames fatiados embalados a vácuo</b> .....	184
--	-----

## J

Jiménez, Julieta véase Casanueva, Esther .....	35
Junod, Julio véase Villarroel, Mario .....	400

## L

Lajolo, Franco M. véase Giuntini, Eliana B. ....	14
Landaeta, María C. de véase Closa Sara Josefina .....	320
Landgraf, Mariza véase Ichiro Sakate, Ricardo .....	184
Larraín B., M <sup>a</sup> Angélica véase Quitral Robles, Vilma .....	90
Liuzzi, JP. véase Avila AV. ....	238
Llovera, Daisy véase Barón, María Adela .....	150
López V., Luis .- <b>Calidad microbiológica y efecto del lavado y desinfección en vegetales pretrozados expandidos en Chile.</b> .....	383
Lorenzana Albert, Paulina véase Bernal Rivas, Jennifer .....	52
Lysionek, Alexis véase Boccio, José .....	119

## M

Manríquez A., Ximena véase Brito C., Cármen.....	299
Mares, Mónica véase Casanueva, Esther .....	35
Mariño E., Mariana.- <b>Recuperación nutricional de niños con desnutrición leve y moderada según dos modalidades de atención: seminternado y ambulatoria.</b> .....	258
Martínez L., José véase Mariño E., Mariana .....	258
Martínez Yépez, Amaury José véase Millán Trujillo .....	287
Menezes, Elizabete W. de véase Giuntini, Eliana B. ....	14
Meza-Camacho, Carlos véase Casanueva, Esther .....	35
Millán Trujillo, Félix Rafael.- <b>Eficacia y estabilidad del proceso de amonificación como tecnología de descontaminación de aflatoxina B1 en arroz (<i>Oriza sativa</i>).</b> .....	287
Molero, Julia véase Morasso , María del Carmen.....	21
Molero-Conejo, Emperatriz.- <b>Lean adolescents with increased risk for metabolic syndrome.</b> .....	39
Molina C., Luz Haydée véase Brito C., Carmen.....	299
Monge-Rojas, Rafael.- <b>Comparison of serum concentration and dietary intake of <i>a</i>-tocopherol in a sample of urban and rural Costa Rican adolescents.</b> .....	165
Monge-Rojas, Rafael véase Arias, María Laura.....	277
Monge-Rojas, Rafael véase Carvajal Fernández, Damaris .....	267
Morales, Luz Marina véase Molero-Conejo, Emperatriz .....	39
Morales de León, Josefina C.- <b>Elaboración de un queso tipo “cotija” con base de una mezcla de leche y garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L).</b> .....	202
Morasso, María del Carmen.- <b>Deficiencias de hierro y de vitamina A y prevalencia de anemia en niños y niñas de 6 a 24 meses de edad en Chaco, Argentina.</b> .....	21
Moreno Alvarez, Mario José.- <b>Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (<i>Cyphomandra betaceae</i> Sendth).</b> .....	282
Morón, Alba véase Barón, María Adela .....	150
Moron-Fuenmayor, Oneida véase Huerta-Leindez, Nelson.....	96
Morón Jiménez, María Joaquina véase Cravero, Andrea Paula .....	418

## N

Neri Nobre, Luciana.- <b>Determinantes dietéticos da ingestão alimentar e efeito na regulação do peso corporal.</b> .....	243
---	-----

Nunes de Morais, Edson véase El Beitune, Patricia .....	355
Núñez Rivas, Hilda véase Monge-Rojas, Rafael .....	165

## O

Ortega, Pablo.- <b>Perfil de aminoácidos plasmáticos en adolescentes saludables embarazadas de Maracaibo, Venezuela</b> .....	157
---	-----

## P

Pacussi, Nilda véase Morasso, María del Carmen .....	21
Pak D., Nelly.- <b>Fibra dietética en frutas cultivadas en Chile</b> .....	413
Peña, Evelyn.- <b>Evaluación dietética de adolescentes embarazadas durante el primer, segundo y tercer trimestre</b> .....	133
Peña, Evelyn.- <b>Perfil de riesgo nutricional en la adolescente embarazada</b> .....	141
Peña, Evelyn véase Barón, María Adela .....	150
Pérez Giraldo, Jaime Alberto véase Uzcátegui Peñuela, Rosa Magdalena .....	376
Pérez Herrera, P. véase Salinas Moreno Y. ....	188
Picolli da Silva, Leila.- <b>Avaliação de método enzimico-gravimétrico para a determinação da fibra alimentar em grãos de cereais</b> .....	393
Pighín, Andrés véase Closa, Sara Josefina .....	320
Pinheiro Fernández, Anna Christina véase Urteaga Ribbeck, Carmen.....	172
Pinto C., Manuel véase Brito C., Carmen.....	299
Portela, María Luz de véase Risso, Susana .....	306
Portela, María Luz de véase Weisstaub, Adriana .....	178
Portillo, Zulay véase Peña, Evelyn.....	133
Preteíl, Eduardo A. véase Cárdenas Quintan, Haydeé .....	408

## Q

Quesada, Oscar.- <b>Efecto del horno de microondas sobre el crecimiento y sobrevivencia de Escherichia coli 0157:H7 inoculada en tortas de carnes de res</b> .....	65
Quintana, Silvana Maria véase El Beitune, Patricia .....	355
Quitral Robles, Vilma.- <b>Efecto de tratamientos térmicos sobre las características químicas de carne de jaiba mora (<i>Homalaspis plana</i>)</b> .....	90

## R

Raghianti, Fernanda véase Ichiro Sakate, Ricardo.....	184
Raleigh, Xiomara véase Molero-Conejo, Emperatriz .....	39
Ramírez de Fernández, M. véase Alarcón O.M. ....	271
Ramírez Matheus, Alejandra O.- <b>Producción y caracterización parcial de <math>\beta</math>-galactosidasa de <i>Kluyveromyces lactis</i> propaga en suero de leche desproteinizado</b> .....	194
Ramón, Adriana Noemí véase Cravero, Andrea Paula .....	418
Raselli, Susana véase Morasso, María del Carmen.....	21
Reuben, Alejandra.- <b>Presencia de <i>Escherichia coli</i> 0157:H7, <i>Listeria monocytogenes</i> y <i>Salmonella</i> spp. en alimentos de origen animal en Costa Rica</b> .....	389
Risso, Susana .- <b>Contenido en algunos nutrientes del alga marina comestible <i>Monostroma undulatum</i>, Witrock de la costa patagónica argentina</b> .....	306
Rivas R., Nilo véase Ramírez Matheus, Alejandra O.....	194
Rodríguez-Amaya, Délia B. véase Bragagnolo, Neura .....	312
Rodríguez S. véase Blanco A. ....	119

Romero R., José véase López V., Luis .....	383
Rossi, Elizeu Antonio.- <b>Efeito de um novo produto fermentado de soja sobre os lípidos séricos de homens adultos normocolesterolêmicos</b> .....	47
Ryder, Elena véase Molero-Conejo, Emperatriz .....	39

## S

Salinas Moreno, Y.- <b>Cambios físico-químicos del almidón durante la nixtamalización del maíz en variedades con diferente dureza de grano</b> .....	188
Salgueiro, Jimena véase Boecio, José .....	119
Sánchez, Armando véase Peña, Evelyn.....	133,141
Sangronis, Elba véase Dávila M., Marbelly A. ....	348
Santana R., Gabriela véase Quitral Robles, Vilma .....	90
Santorio Ciocca, Maria de Lourdes véase Picolli da Silva, Leila .....	393
Segura-Muñoz, Susana I.- <b>Metales pesados en agua de bebederos de presión</b> .....	59
Semprún-Ferreira, Maritza véase Molero-Conejo, Emperatriz .....	39
Serna-Saldivar, Sergio O. véase González-Quijada, Mario R. ....	84
Serrano, Karla véase Moreno Alvarez, Mario José .....	282
Shamah Levy, Teresa.- <b>El subsidio a la tortilla en México: ¿un programa nutricional o económico?</b> .....	5
Silva Hernández, Eryck R.- <b>Revisión: alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche</b> .....	333
Simon, Luis véase Casanueva, Esther .....	35
Solano, Liseti véase Barón, María Adela .....	150
Solano, Liseti véase Peña, Evelyn.....	133,141
Soto, Delia véase Wittig de Penna, Emma .....	74

## T

Takayanagui, Angela M. M. véase Segura-Muñoz, Segura I.....	59
Treminio, Hellen véase Reuben, Alejandra .....	389

## U

Urrieta, Jesús R. véase Ortega Pablo.....	157
Urteaga Ribbeck, Carmen.- <b>Comparación de los resultados de dos métodos de encuestas alimentarias</b> ....	172
Uscátegui Peñuela, Rosa Magdalena.- <b>Exceso de peso y su relación con presión arterial alta en escolares y adolescentes de Medellín, Colombia</b> .....	376
Uzcátegui-Bracho, Soján véase Huerta-Leidenz, Nelsón .....	96

## V

Valera, Yolanda H. de véase Hernández, Rosa .....	251
Vannucchi, Hélio véase El Beitune, Patrícia.....	355
Vendramini, Regina Celia véase Rossi, Elizeu Antonio .....	47
Verdalet Guzmán, Iñigo véase Silva Hernández, Eryck R.....	333
Villarroel, Mario.- <b>Desarrollo de una formulación optimizada de mermelada de damasco de bajo contenido calórico utilizando la metodología Taguchi</b> .....	209
Villarroel, Mario.- <b>Propiedades funcionales de la fibra del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> y su utilización en la formulación de productos de panadería</b> .....	400
Vinagre L., Julia véase Quitral Robles, Vilmar .....	90
Vinocur, Pablo véase Morasso, María del Carmen.....	21
Viteri, Fernando E. véase Morasso, María del Carmen.....	21

## W

Weil, Ricardo véase Boccio, José .....	119
Weisstaub, Adriana.- <b>Efecto del nivel de calcio de la dieta consumida durante gestación y lactancia sobre el zinc en sangre y hueso, en ratas.</b> .....	178
Wittig de Penna, Emma.- <b>Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano.</b> .....	74

## Y

Yáñez, Enrique véase Villarroel, Mario.....	400
---	-----

## Z

Zacarias, Isabel véase Estévez, Ana María .....	70
Zamora, Nelson C.- <b>Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad <i>in vitro</i> de proteínas y almidón en harinas de <i>Canavalia ensiformis</i>.</b> .....	293
Zeni, Susana véase Weisstaub, Adriana .....	178
Zeppone Carlos, Iracilda véase Rossi, Elizeu Antonio .....	47
Zubillaga, Marcela véase Boccio, José .....	119

## INDICE POR MATERIAS DEL VOLUMEN 53-2003

### A

<b>Adolescente embarazada</b> , perfil de riesgo nutricional en la .....	141
<b>Adolescentes embarazadas</b> , estado de la nutrición de folato, vitamina B12 y hierro en.....	150
<b>Adolescentes embarazadas</b> , evaluación dietética de, durante el primer, segundo y tercer trimestre .....	133
<b>Alga marina</b> , contenido en algos nutrientes del, comestible, <i>Monostroma undulatum</i> , Wittrock de la costa patagónica argentina.....	306
<b>Almidón</b> , cambios físico-químicos del, durante la nixtamalización del maíz en variedades con diferente dureza de grano.....	188
<b>Aminoácidos plasmáticos</b> , perfil de, en adolescentes saludables embarazadas de Maracaibo, Venezuela .....	157
<b>Anemias</b> , nutricionales en mujeres lactantes de Costa Rica.....	28
<b>Arroz (<i>Oriza sativa</i>)</b> , eficacia y estabilidad del proceso de amonificación como tecnología de descontaminación de aflatoxina B1 en.....	287

### B

<b>Bajo peso</b> , relación entre la antropometría materna y la ganancia de peso gestacional con el peso de nacimiento, y riesgos de, bajo peso para la edad gestacional y prematuridad en una población urbana de Buenos Aires.....	369
--	-----

### C

<b>Calcio</b> , efecto del nivel de, de la dieta consumida durante gestación y lactancia sobre el zinc en sangre y hueso, en ratas.....	178
<b>Canavalia ensiformis</b> , efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad <i>in vitro</i> de proteínas y almidón en harinas de.....	293
<b>Cobre</b> , efecto de la suplementación con, sobre los valores de presión arterial en pacientes con hipertensión moderada estable.....	271
<b>Contextura</b> , selección del predictor mas adecuado para estimar la, en un grupo de adultos mayores institucionalizados y de vida libre en Venezuela (Estudio preliminar).....	251

### D

<b>Damasco</b> , desarrollo de una formulación optimizada de mermelada de , de bajo contenido calórico utilizando la metodología Taguchi.....	209
<b>Desnutrición</b> , recuperación nutricional de niños con, leve y moderada según dos modalidades de atención: seminternado y ambulatoria.....	258

### E

<b>Ebony (<i>Phitecellobium flexicaule</i> Benth)</b> , and proteins fractionation, solubilization, characterization and production of an isolate.....	84
<b>Encuestas alimentarias</b> , comparación de los resultados de dos métodos de.....	172
<b>Enteral feeding</b> , microbiological contamination of, solutions used in Costa Rican Hospitals.....	277
<b>Escherichia coli 05157:H7</b> , efecto del horno de microondas sobre el crecimiento y sobrevivencia de, inoculada en tortas de carne de res.....	65

<b><i>Escherichia coli</i> 0157:H7</b> , presencia de, <i>Listeria monocytogenes</i> y <i>Salmonella</i> spp. en alimentos de origen animal en Costa Rica.....	389
<b>Exceso de peso</b> , y su relación con presión arterial alta en escolares y adolescentes de Medellín, Colombia....	376
<b>F</b>	
<b>Fibra alimentar</b> , avaliação de método enzimico-gravimétrico para a determinação da, em grãos de cereais...	393
<b>Fibra dietética</b> , caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con, y micronutrientes para el anciano.....	74
<b>Fibra</b> , potencial de, alimentar em países ibero-americanos: alimentos, productos e resíduos.....	14
<b>Frejol y maíz fritos</b> , evaluación nutricional y almacenamiento acelerado a 37°C de mezclas de.....	70
<b>Frutas</b> , fibra dietética en, cultivadas en Chile.....	413
<b>G</b>	
<b>Grilled beef <i>longissimus dorsi</i></b> , new data on the total lipid, cholesterol and fatty acid composition of raw and.....	312
<b>H</b>	
<b>Hierro</b> , deficiencias de, y de vitamina A y prevalencia de anemia en niños y niñas de 6 a 24 meses de edad en Chaco, Argentina.....	21
<b>Hierro</b> , metabolismo del,: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial.....	119
<b>I</b>	
<b>Indicator</b> , interactions among, of B1 B2, B6 and vitamin C status in university students.....	238
<b>J</b>	
<b>Jaiba mora (<i>Homolaspis plana</i>)</b> , efecto de tratamientos térmicos sobre las características químicas de carne de .....	90
<b>L</b>	
<b>Lean adolescents</b> with increased risk for metabolic syndrome.....	39
<b>Leche</b> , producción y caracterización parcial de $\beta$ -galactosidasa de <i>Kluyveromyces lactis</i> propagada en suero de, desproteínizado.....	194
<b>Leche</b> , revision: alimentos e ingredients funcionales derivados de la .....	320
<b>Leches de vaca</b> , contenido de nutrientes minerales en , y derivados de Argentina.....	348
<b>Leguminosas germinadas</b> , y fermentadas : alimentos o ingredientes de alimentos funcionales.....	184
<b>Listeria monocytogenes</b> , quantificação de, em salames fatiados embalados a vácuo.....	184
<b>M</b>	
<b>Malaria</b> , seguridad alimentaria y nutricional en un espacio de riesgo para la.....	227
<b>Metales pesados</b> en agua de bebederos de presión.....	59
<b>Mote</b> , Valor nutritivo y digestibilidad del.....	418
<b>Multihogares de cuidado</b> , diversidad alimentaria y factores asociados en beneficiarios de 77, región central de Venezuela.....	52
<b>Músculo <i>longissimus</i></b> , composición mineral del, crudo derivado de canales bovinas producidas y clasificads en Venezuela.....	96

<b>Musgo <i>Sphagnum magellanicum</i></b> , propiedades funcionales de la fibra del, y su utilización en la formulación de productos de panadería.....	400
<b>N</b>	
<b>Nutritional deficiencies</b> , prevalence of, in Mexican adolescent women with early and late prenatal care.....	35
<b>P</b>	
<b>Peso corporal</b> , determinantes dietéticos da ingestão alimentar e efeito na regulação do peso corporal.....	243
<b>Q</b>	
<b>Queso</b> , elaboración de un, tipo “cotija” con base de una mezcla de leche y garbanzo ( <i>Cicer arietinum L</i> ).....	202
<b>Queso</b> , estudio de maduración de, Chanco bajo en grasa elaborado con leche homogeneizada.....	299
<b>S</b>	
<b>Serum</b> , comparison of, concentration and dietary intake of <i>α</i> -tocopherol in a sample of urban and rural Costa Rican adolescents.....	165
<b>Soja</b> , efeito de um novo producto fermentado de, sobre os lípides séricos de homens adultos normocolesterolêmicos.....	47
<b>T</b>	
<b>Té</b> , el efecto quimioprotector del, y sus compuestos.....	111
<b>Tomate de árbol (<i>Cyphomandra betaceae Sendth</i>)</b> , evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de.....	282
<b>Tortilla</b> , el subsidio a la , en México:¿un programa nutricional o económico?.....	5
<b>V</b>	
<b>Vegetales pretrozados</b> , calidad microbiológica y efecto del lavado y desinfección en, expendidos en Chile..	383
<b>Vitamina A</b> , deficiencia da, e, associações clínicas específicas.....	355
<b>Vitamina A</b> , deficiencia de, en niños preescolares: ¿Un problema reemergente en Costa Rica?.....	267
<b>Vitamina A</b> , estado de, en adolescentes embarazadas venezolanas de bajo estrato socioeconómico.....	364
<b>Y</b>	
<b>Yodo</b> , contenido de, en leche de vacuno procedente de la sierra y costa del Perú.....	365

# 3<sup>er</sup> Premio Kellogg's<sup>®</sup> Latinoamericano de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana



En **Kellogg América Latina** tenemos un compromiso con la nutrición, es por eso que apoyamos activamente la investigación en esta materia.

Vemos con beneplácito que cada vez hay más investigadores dedicados a aportar nuevos conocimientos sobre este tema, y para apoyar este esfuerzo, creamos el **Premio Latinoamericano Kellogg's de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana**, mismo que por tercera ocasión se entregó durante el **Congreso Latinoamericano de Nutrición**.

Es muy grato encontrar que los trabajos recopilados en esta tercera convocatoria, muestran importantes soluciones a problemas reales en América Latina.

El premio se entregó durante la ceremonia de clausura del **XIII Congreso Latinoamericano de Nutrición**, el día 13 de Noviembre en Acapulco, Gro., y la decisión estuvo a cargo de un distinguido jurado calificador, integrado por reconocidos investigadores en el área de nutrición a nivel Latinoamérica como el Dr. Adolfo Chávez de México, el Dr. Helio Vannucchi de Brasil, el Dr. Alejandro O'Donnell de Argentina, el Dr. Fernando Viteri de los Estados Unidos y el Dr. Ricardo Uauy de Chile, quienes tuvieron la importante labor de seleccionar a los ganadores. Muchas gracias a todos ellos.

Y por primera ocasión, en este Premio y por la calidad de las investigaciones realizadas, hubo un empate en la **categoría Profesional**, en donde cada uno de los trabajos ganadores se hizo acreedor a \$6,000 USD, una placa y diplomas para los autores que fueron:

**Eva Hertrampf Díaz**

**Fanny Cortés**

**Cecilia Mellado**

**David Erickson**

INTA, Universidad de Chile

Con su trabajo:

"Impacto de la Fortificación de la Harina de Trigo con Ácido fólico sobre la Incidencia de Defectos del Tubo Neural en Chile" y

**Esther Casanueva**

**Camila Ripoll**

**Maricruz Tolentino**

**María Rosa Morales**

**Frania Pfeffer**

**Pablo Vilchis**

**Felipe Vadillo-Ortega**

Instituto Nacional de Perinatología, México.

Con su trabajo:

"La Suplementación con Vitamina C previene la Ruptura Prematura de Membranas Corioamnióticas"

En la **categoría Estudiantil**, los ganadores se hicieron acreedores a \$3,000 USD, una placa y diplomas para los autores que fueron:

**Milagros Marcia Velazquez**

**Gabriela Salazar**

**Fernando Vio**

INTA, Universidad de Chile

Con su trabajo:

"Diseño y Validación de Ecuaciones Antropométricas y Composición Corporal en Niños Preescolares Chilenos".

Muchas Felicidades a los ganadores y a todos los participantes de este **3er Premio Latinoamericano Kellogg's de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana**.

Nos unimos a los ganadores en el compromiso de difundir los aprendizajes de estas investigaciones, a fin de seguir promoviendo en el mundo hábitos de alimentación saludables que ayuden a lograr un mundo cada vez más sano.

Esperamos su participación en el **4º Premio Latinoamericano Kellogg's de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana**, a celebrarse en Brasil en el 2006.



# Kellogg's<sup>®</sup>

cumpliendo nuestro compromiso con la nutrición





**Artes Finales:** Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 993.81.43

**Portada:** Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 285.55.29

**Impresión:** Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfonos: (02) 632.97.17 - 632.74.86